



**Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi**

## **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA**

**TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO ELECTROMECAÁNICO**

**TEMA:**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA UN GENERADOR DE CORRIENTE CONTINUA, APLICANDO CARGAS VARIABLES PARA LA VISUALIZACIÓN DE PARÁMETROS TÉCNICOS DE FUNCIONAMIENTO A TRAVÉS DE SOFTWARE LABVIEW, PARA EL LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI LATACUNGA 2015 - 2016.”**

**AUTORES:**

Monga Sánchez Ángel Ramiro

Viteri Borja Henry Paúl

**DIRECTOR DE TESIS:**

Ing. Gallardo Cristian

**ASESOR METODOLÓGICO:**

Dr. Terán Galo

**LATACUNGA - ECUADOR**

**2016**



### FORMULARIO DE LA APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes:

- Monga Sánchez Ángel Ramiro
- Viteri Borja Henry Paúl

Con la tesis, cuyo título es:

**"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA UN GENERADOR DE CORRIENTE CONTINUA, APLICANDO CARGAS VARIABLES PARA LA VISUALIZACIÓN DE PARÁMETROS TÉCNICOS DE FUNCIONAMIENTO A TRAVÉS DE SOFTWARE LABVIEW PARA EL LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN LATACUNGA 2015-2016"**

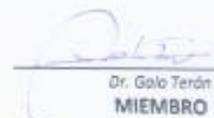
Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al **Acto de Defensa de Tesis** en la fecha y hora señalada.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, miércoles 18 de mayo, 2016

Para constancia firman:

  
Ing. Edweth Moreno  
PRESIDENTE

  
Dr. Galo Terán  
MIEMBRO

  
Ing. Carlos Espíner  
OPOSITOR

  
Ing. Cristian Gallardo  
TUTOR (DIRECTOR)



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi



Trabajo de  
Grado  
CIYA

COORDINACIÓN  
TRABAJO DE GRADO

## CERTIFICADO DE IMPLEMENTACIÓN

A petición verbal de la parte interesada de los señores; Monga Sánchez Ángel Ramiro portador de la cédula de identidad N° 050251620-6 y Viteri Borja Henry Paúl portador de la cédula de identidad N° 050244962-2 tengo a bien certificar que:

Los mencionados egresados de la Universidad Técnica de Cotopaxi, postulantes de la carrera de Ingeniería en Electromecánica, han concluido con la ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LA TESIS " DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA UN GENERADOR DE CORRIENTE CONTINUA, APLICANDO CARGAS VARIABLES PARA LA VISUALIZACIÓN DE PARÁMETROS TÉCNICOS DE FUNCIONAMIENTO A TRAVÉS DEL SOFTWARE LABVIEW PARA EL LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN LATACUNGA 2015-2016", dicho trabajo ha sido culminado comprobado su funcionamiento sujetándose a las especificaciones y requerimientos técnicos solicitados.

Es todo en cuanto puedo informar en honor a la verdad facultando a los interesados hacer uso del certificado, como crea conveniente.

Latacunga, Mayo del 2016

Atentamente,

Ing. Msc. Edwin Moreano  
Coordinador

Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

## AUTORÍA

Nosotros Viteri Borja Henry Paúl y Monga Sánchez Ángel Ramiro, declaró bajo juramento que el presente trabajo de investigación **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA UN GENERADOR DE CORRIENTE CONTINUA, APLICANDO CARGAS VARIABLES PARA LA VISUALIZACIÓN DE PARÁMETROS TÉCNICOS DE FUNCIONAMIENTO A TRAVÉS DE SOFTWARE LABVIEW, PARA EL LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN LATACUNGA 2015 – 2016”**; como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones y propuesta son de exclusiva responsabilidad del autor.

.....

Viteri Borja Henry Paúl

C.I.: 050244962-2

.....

Monga Sánchez Ángel Ramiro

C.I.:050251620-6



## AVAL DE DIRECTOR DE TESIS

En calidad de Directo de trabajo de investigación sobre el tema:

**"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA UN GENERADOR DE CORRIENTE CONTINUA, APLICANDO CARGAS VARIABLES PARA LA VISUALIZACIÓN DE PARÁMETROS TÉCNICOS DE FUNCIONAMIENTO A TRAVÉS DE SOFTWARE LABVIEW PARA EL LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN LATACUNGA 2015-2016"**

De los señores estudiantes; Monga Sánchez Ángel Ramiro y Viteri Borja Henry Paúl postulantes de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica.

### CERTIFICO QUE:

Una vez revisado el documento entregado a mi persona, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos - técnicos necesarios para ser sometidos a la **Evaluación del Tribunal de Grado**, que el Honorable Consejo Académico de la Unidad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, miércoles 18 de Mayo, 2016

EL DIRECTOR

(Ing. Gallardo Molina Cristian Fabián).

**DIRECTOR DE TESIS**



## AVAL DE ASESOR METODOLÓGICO

En calidad de **Asesor Metodológico** del Trabajo de Investigación sobre el tema:  
**"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA UN GENERADOR DE CORRIENTE CONTINUA, APLICANDO CARGAS VARIABLES PARA LA VISUALIZACIÓN DE PARÁMETROS TÉCNICOS DE FUNCIONAMIENTO A TRAVÉS DE SOFTWARE LABVIEW PARA EL LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN LATACUNGA 2015 - 2016."**

De los señores estudiantes; Viteri Borja Henry Paúl y Monga Sánchez Ángel Ramiro postulantes de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica.

### CERTIFICO QUE:

Una vez revisado el documento entregado a mi persona, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos - técnicos necesarios para ser sometidos a la Evaluación del Tribunal de Grado que el Honorable Consejo Académico de la Unidad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 18 de Mayo 2016

Dr. Galo Terán  
**ASESOR METODOLÓGICO**

## **AGRADECIMIENTO**

*En todo momento fue mi fortaleza para continuar luchando día tras día por la consecución de mi objetivo, por eso mi mayor agradecimiento es para Dios, el ser supremo que me brindó su apoyo en todo Instante.*

*A mi esposa e hijas por su amor, esperanza paciencia y capacidad de sacrificios demostrados desde siempre, por ser el pilar fundamental para el logro de una meta más de mi carrera profesional.*

*A las autoridades y docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, de manera especial al Ing. Cristian Gallardo por los conocimientos impartidos, eso permitió culminar con éxito mi trabajo de investigación.*

*Finalmente un agradecimiento a todos mis compañeros y amigos quienes durante todo este tiempo de estudio supieron demostrar su compañerismo y lealtad en el transcurso de mi carrera.*

**Henry**

## **DEDICATORIA**

*El presente trabajo con el cual he alcanzado uno de mis objetivos y sueño y donde está plasmado mi esfuerzo y mi sacrificio de tantos años de estudio.*

*La dedico con mucho cariño a mis padres Alejandro y Rosi, que en todo momento me dieron su apoyo dándome las bases para formar en mí un carácter fuerte, humilde y perseverante.*

*Dedico también principalmente a mi esposa Gabriela a mis hijas Karen, Alejandra y Paulita, que han estado conmigo en todo momento apoyándome, con su amor, esfuerzo y sacrificio, han sido el motor de mi vida, me dieron una oportunidad para obtener una carrera para nuestro futuro.*

**Henry**

## **AGRADECIMIENTO**

*Quiero dejar mi mayor sentimiento de gratitud a todas las personas que hicieron posible la realización de esta tesis, de manera especial a mis padres GUSTAVO y MERCEDES, a todos mis hermanos por haber creído en mí, por haberme apoyado en aquellos momentos en que necesite de un consejo que me aliente a no claudicar en el objetivo que me había trazado.*

*De igual manera mi agradecimiento a esta noble institución por haberme permitido cursar una carrera, pensando en mi éxito personal y profesional..*

*A mí estimado amigo y director de tesis el Ing. Cristian Gallardo por ser esa guía durante el desarrollo de este trabajo.*

*Y a todos los docentes que a través del paso del tiempo compartieron sus experiencias y conocimientos en las aulas.*

*Ángel*

## **DEDICATORIA**

*Existen momentos especiales en la vida de una persona en los que no solo un saludo o abrazo son suficientes, sino que es mejor dejarlos expresados de modo que perduren en el tiempo.*

*Dedico esta tesis a las personas más cercanas a mí, pero de manera especial a mis padres y hermanos que con su ferviente apoyo me han permitido concluir una etapa más en mi vida.*

*A mí amada sobrina Kamila, quien posiblemente por su corta edad no entienda el significado de estas letras, porque hoy el tiempo es el limitante, pero el mismo en su trayecto será, el encargado de mostrarle lo mucho que significa para mí. Te entrego este logro pues has sido el motivo para no rendirme y lograr cumplir mi meta de ser un profesional.*

*Ángel*

# ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

Portada.....	i
Autoría.....	ii
Aval del Director de Tesis.....	iii
Aval del Asesor Metodológico.....	iv
Agradecimiento.....	v
Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento.....	vii
Dedicatoria.....	viii
Resumen.....	xvi
Abstract.....	xvii
Aval de Traducción.....	xviii
Introducción.....	xix
CAPÍTULO I.....	
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Máquinas Eléctricas.....	1
1.1.1. Estructura De Una Máquina Eléctrica.....	1
1.1.2. Control de la Velocidad de un Motor.....	3
1.1.3. Características de una Máquina Eléctrica.....	3
1.2. Motores de Corriente Continua.....	10
1.2.1. Elementos De Una Máquina de Corriente Continua.....	11
1.2.2. Principio De Funcionamiento De Un Motor DC.....	12
1.3. Generadores Eléctricos De Corriente Continua.....	13
1.3.1 Importancia.....	14

1.3.2.	Fundamentos de los Generadores Eléctricos.....	14
1.3.3.	Principio De Funcionamiento De Un Generador DC .....	15
1.3.4.	Tipos De Generadores De Corriente Continua .....	15
1.3.5.	Aplicaciones de los Generadores de Corriente Continua.....	21
1.3.6.	Sistemas de Control en Generadores de Corriente Continua.....	23
1.4.	Variador de Frecuencia.....	23
1.4.1	Principio de Funcionamiento.....	24
1.5.	Contactores.....	25
1.5.1.	Introducción .....	25
1.5.2.	Características .....	25
1.6.	Cargas Eléctricas.....	26
1.6.1.	Tipos De Cargas Eléctricas .....	26
1.7.	Medidores de Parámetros Eléctricos.....	27
1.7.1.	Introducción.....	27
1.7.2.	Generalidades .....	27
1.8.	Software Labview.....	27
1.9.	Tarjeta Arduino.....	30
1.9.1.	Tarjeta Arduino Uno.....	30
1.9.2.	Tarjeta Arduino Mega .....	31
1.10.	Pantalla TFT.....	32
1.10.1.	Características .....	33
1.10.2.	Partes que Componen la Pantalla TFT .....	33
1.10.3.	Usos Pantalla TFT.....	33
1.11.	Sensores de Corriente SCT 013 .....	34
1.12.	Módulos Xbee.....	35
1.13.	Sensor de temperatura DHT11 .....	36
1.14.	Sensores De Efecto Hall.....	36
1.15.	Protección Circuitos Eléctricos.....	37
1.15.1.	Protección contra cortocircuitos.....	38
1.15.2.	Protección contra sobrecargas .....	38
1.15.3.	Protección contra Electrocutación .....	39
1.15.4.	Puesta a Tierra.....	40
1.16.	Disyuntor.....	40

1.17.	Transmisión por Poleas.....	41
CAPÍTULO II.....		42
2.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA UN GENERADOR EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.....	42
2.1	Antecedentes.....	42
2.2.	Filosofía Institucional.....	43
2.2.1.	Misión .....	43
2.2.2.	Visión.....	43
2.3.	Estructura Orgánica.....	43
2.4.	Unidades Académicas.....	44
2.5.	Diseño Metodológico.....	45
2.5.1.	Métodos Generales.....	45
2.5.2.	Tipos de Investigación .....	45
2.5.3.	Métodos de Investigación .....	46
2.5.3.1	Método Inductivo.....	46
2.5.3.2	Método Deductivo.....	46
2.5.3.3	Método Experimental.....	46
2.5.4.	Técnicas de Investigación .....	47
2.5.5.	Instrumento de Investigación.....	48
2.6.	Cálculo de Población y Muestra.....	48
2.7.	Resultados y Análisis de las Entrevistas.....	50
2.8	Resultado y Análisis de Resultados de las Encuestas.....	51
2.8.1.	Pregunta N°1 ¿Qué tipos de equipos existe en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas de la Universidad Técnica de Cotopaxi?.....	51
2.8.2.	Pregunta N°2¿Si se realizarán prácticas en el Laboratorio con mayor frecuencia cree que se complementaría a los conocimientos teóricos? .....	52
2.8.3.	Pregunta N°3¿Usted conoce si en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas hay un Banco de Pruebas para un Generador de Corriente Continua? .....	53
2.8.4.	Pregunta N°4¿Usted conoce si en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas hay un Banco de Pruebas para un Generador de Corriente Continua? .....	54
2.8.5	Pregunta N°5¿El conocimiento de equipos como el Generador, cree usted que ayuda al perfil profesional, ya que nos encontraremos con uno similar en el ámbito laboral?.....	55

2.8.6	Pregunta N°6¿Cree Usted que es necesario conocer la inducción de voltaje de un Generador de Corriente Continua?.....	56
2.8.7	Pregunta N°7¿Si se utiliza los conocimientos teóricos aprendidos en las aulas ayudará a entender y desarrollar las prácticas en el Laboratorio?.....	57
2.8.8	Pregunta N° 8 ¿Considera que es necesario aprender las formas de conexión y aplicación de un Generador de Corriente Continua?.....	58
2.8.9	Pregunta N° 9¿Al manipular un Banco de Pruebas de un Generador de Corriente Continua, ayudará a las prácticas de los estudiantes?.....	59
2.8.10	Pregunta N° 10¿Piensa Usted que es importante para la ejecución de las practicas, tener un manual de instrucciones en el cual se indique el uso de los equipos en el laboratorio de máquinas eléctricas?.....	60
2.9.	Operacionalización de las Variables.....	61
2.10.	Comprobación de la Hipótesis.....	62
2.10.1.	Planteamiento de la Hipótesis.....	62
2.10.2	Nivel de Significación.....	62
2.10.3	Argumento.....	63
2.10.3.2	Resolución de la Formula del Chi Cuadrado.....	65
2.10.4	Resultado.....	68
CAPÍTULO III.....		69
3.	TEMA:.....	69
3.1	Presentación de la Propuesta.....	69
3.1.1.	Justificación de la Propuesta.....	70
3.1.2.	Objetivos.....	71
3.1.3.	Alcance.....	71
3.1.4.	Factibilidad Técnica.....	72
3.1.5.	Factibilidad Económica.....	72
3.2.	Desarrollo de la Propuesta.....	74
3.2.1.	Diseño e Implementación de la Propuesta.....	74
3.2.2.	Selección de los Elementos y Accesorios en el Banco de Pruebas.....	74
3.2.3.	Implementación de un Banco de Pruebas para un Generador de Corriente Continua.....	84
3.3.	Conclusiones.....	89
3.4.	Recomendaciones.....	90
3.5.	Glosario de Términos.....	91
3.6.	Referencias Bibliográficas.....	93
	Anexos.....	95

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1 Estructura de una Máquina Eléctrica .....	2
FIGURA 1.2 Ley de Faraday .....	13
FIGURA 1.3 Generador de Corriente Continua .....	14
FIGURA 1.4 Principio de Funcionamiento de un Generador .....	15
FIGURA 1.5 Circuito Equivalente de un Generador en Serie .....	17
FIGURA 1.6 Generador Paralelo .....	18
FIGURA 1.7 Generador Compuesto con Conexión en Derivación Larga.....	19
FIGURA 1.8 Generador con Excitación Compuesta con Conexión en Derivación Corta.....	20
FIGURA 1.9 Variador de Frecuencia .....	24
FIGURA 1.10 Estructura de un Contactor .....	25
FIGURA 1.11 Cargas Resistivas .....	26
FIGURA 1.12 Panel Frontal de un Instrumento Virtual que visualiza la Temperatura. .....	29
FIGURA 1.13 Diagrama de Bloques de un Instrumento Virtual.....	29
FIGURA 1.14 Tarjeta Arduino Uno .....	31
FIGURA 1.15 Tarjeta Arduino Mega .....	32
FIGURA 1.16 Pantalla TFT para Tarjeta Arduino .....	34
FIGURA 1.17 Sensores SCT013 100A .....	34
FIGURA 1.18 Módulos XBee .....	35
FIGURA 1.19 Diagrama de la Tarjeta XBee .....	35
FIGURA 1.20 Esquema de Conexión con la tarjeta Arduino.....	36
FIGURA 1.21 Efecto Hall .....	37
FIGURA 2. 22 Organigrama Estructural Universidad Técnica de Cotopaxi.....	44
FIGURA 2.23 Distribución Chi Cuadrado.....	67
FIGURA 3.24 Generador DC .....	75
FIGURA 3.25 Motor Asíncrono .....	75
FIGURA 3.26 Variador de Frecuencia .....	77
FIGURA 3.27 Disyuntos Bifásico .....	77
FIGURA 3.28 Contactor LS MC-9b.....	78
FIGURA 3.29 Pulsadores .....	78
FIGURA 3.30 Luces Piloto.....	79
FIGURA 3.31 Tarjeta Arduino .....	80
FIGURA 3.32 Pantalla Táctil TFT .....	81
FIGURA 3.33 Sensores SCT013 100A .....	81

FIGURA 3.34 Sensor de Temperatura DHT11.....	82
FIGURA 3.35 Sensor de Velocidad.....	82
FIGURA 3.36 Módulo Xbee.....	83
FIGURA 3.37 Computador.....	84

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Población y Muestra de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica .....	49
Tabla 2.2 Resultado Pregunta N° 1 .....	51
Tabla 2.3 Resultado Pregunta N° 2.....	52
Tabla 2.4 Resultado Pregunta N° 3.....	53
Tabla 2.5 Resultado Pregunta N° 4.....	54
Tabla 2.6 Resultado Pregunta N° 5.....	55
Tabla 2.7 Resultado Pregunta N° 6.....	56
Tabla 2.8 Resultado Pregunta N° 7.....	57
Tabla 2.9 Resultado Pregunta N° 8.....	58
Tabla 2.10 Resultado Pregunta N° 9.....	59
Tabla 2.11 Resultado Pregunta N° 10.....	60
Tabla 2.12 Operacionalización de las Variables.....	61
Tabla 2.13 Datos Recopilados de la Encuesta .....	63
Tabla 2.14 Resultado de la Frecuencia Esperada.....	64
Tabla 2.15 Resultado del Chi Cuadrado .....	65
Tabla 3.16 Materiales y Equipos para la Construcción del Banco de Pruebas para un Generador de Corriente Continua .....	72
Tabla 3.17 Recursos Materiales y Tecnológicos.....	73
Tabla 3.18 Características de un Variador de Frecuencia V20 Siemens .....	76
Tabla 3.19 Características Tarjeta Arduino .....	79

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1 Equipos que existen en el Laboratorio.....	51
Gráfico 2.2 Prácticas en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas .....	52
Gráfico 2.3 Banco de Pruebas para un Generador en el Laboratorio.....	53
Gráfico 2.4 Banco de Pruebas para un Generador con software Labview.....	54
Gráfico 2.5 Conocimientos de Equipos .....	55

Gráfico 2.6 Inducción de Voltaje de una Generador.....	56
Gráfico 2.7 Conocimientos Teóricos ayudan en la Práctica .....	57
Gráfico 2.8 Formas de Conexión y Aplicación.....	58
Gráfico 2.9 Prácticas Banco de Pruebas .....	59
Gráfico 2.10 Manual de Instrucciones .....	60

**Tema:** “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA UN GENERADOR DE CORRIENTE CONTINUA, APLICANDO CARGAS VARIABLES PARA LA VISUALIZACIÓN DE PARÁMETROS TÉCNICOS DE FUNCIONAMIENTO A TRAVÉS DE SOFTWARE LABVIEW, PARA EL LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN LATACUNGA 2015 - 2016”.

## **RESUMEN**

La presente investigación tiene como propósito diseñar e implementar un banco de pruebas para un generador de corriente continua, aplicando cargas variables para la visualización de parámetros técnicos de funcionamiento a través de software LabView, para el laboratorio de Máquinas Eléctricas en la Universidad Técnica de Cotopaxi Latacunga. Así como la utilización correcta de los métodos de medición de parámetros técnicos que se puede obtener. Su contenido científico está estructurado en base a una sólida fundamentación teórica, sobre el funcionamiento y operación de los generadores de corriente continua. Además contiene técnicas de investigación que se emplearon en este proyecto; Al igual que se describe los instrumentos que ayudarán para la recolección y tabulación de información para el progreso de la investigación. En el desarrollo de la propuesta se detalla: elementos, instrumentos y equipos que se utilizó para la elaboración del Banco de Pruebas, también el análisis de las prácticas, en consecuencia a estos resultados se podrá exponer las conclusiones y recomendaciones finales. Por último, en el transcurso del proceso de tesis se describe los componentes utilizados en el sistema, mismo que cuenta con gráficos, anexos y prácticas con su Manual de Operación y Mantenimiento de los equipos que constituyen el Banco de Pruebas, este instructivo ayudará a los estudiantes de la carrera de Electromecánica para su correcta operación y mantenimiento.

**Palabras Claves:** Visualización Parámetros Técnicos, Software Labview.

**Topic:** Design and Implement a test bank on a continuous current generator, applying variable loads for the technical parameters operation's visualization through the LabView software, for the Electric Machines Lab at Cotopaxi Technical University Latacunga.

**Authors:** Henry Paúl Viteri Borja - Ángel Ramiro Monga Sánchez

### **ABSTRACT**

The present investigation has as purpose to design and implement a test bank on a continuous current generator, applying variable loads for the technical parameters operation's visualization through the LabView software, for the Electric Machines Lab at Cotopaxi Technical University. As well as the use correct of the methods of mensuration of technical parameters that one can obtain. The scientific content is based on a solid theoretical foundation, about the function and operation of continues current's the generators. It also contains technical of investigation that were used in this project, the same as it is described the instruments that will help for the compilation and tabulation of information for the investigation development. In the progress of the proposal it will detail the main parameters of the elements, instruments and teams which it was used for the elaboration of the Test Bank, as well as their analysis of the tests. Consequently, these results offer the conclusions and final recommendations. Lastly, in the thesis development appear the rest of components applied in the system are described, it has graphics, annexes, the practice development with its respective Operation and Maintenance Manual's of the Generator, Motor and teams that constitute the Tests Bank, it's instructive will help the students of the career of Electromechanical for its operation and maintenance correct.



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi



Centro  
Cultural de  
Idiomas

CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

## AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señores Egresados de la Carrera de Electromecánica de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: **HENRY PAÚL VITERI BORJA Y ÁNGEL RAMIRO MONGA SÁNCHEZ**, cuyo título versa **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA UN GENERADOR DE CORRIENTE CONTINUA, APLICANDO CARGAS VARIABLES PARA LA VISUALIZACIÓN DE PARÁMETROS TÉCNICOS DE FUNCIONAMIENTO A TRAVÉS DEL SOFTWARE LABVIEW PARA EL LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN LATACUNGA 2015 - 2016”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 11 de Mayo del 2016

Atentamente,

MgS: AMPARO DE JESÚS ROMERO PALACIOS  
DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS  
C.C. 0501369185

# INTRODUCCIÓN

En la presente investigación se puede observar que en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, es necesario implementar equipos que ayuden a mejorar la visualización de parámetros técnicos de funcionamiento al aplicar cargas variables en un Generador Corriente Continua mediante la conversión de señales analógicas y digitales a través del software Labview.

En el Capítulo I se establecen los fundamentos teóricos de los distintos tipos de máquinas eléctricas de corriente continua que se conocen, tomando como objetivo de práctica el generador DC, se describe el funcionamiento de los componentes que forman para la captación de parámetros técnicos, así como el análisis de las ecuaciones que usaremos para establecer y dimensionar cada uno de los componentes que utilizamos.

En el Capítulo II se da a conocer los métodos y técnicas de investigación estudiados y aplicados. Se procede a realizar tabulaciones y representaciones gráficas de las diferentes mediciones realizadas en el lugar para análisis e interpretación de resultados.

Y por último en el Capítulo III, se plantea el desarrollo de la propuesta es decir el diseño y dimensionamiento del Banco de Pruebas en base a los datos obtenidos en el anterior Capitulo. Con la ejecución de las pruebas realizadas a cada uno de los equipos, se establece las conclusiones y recomendaciones finales respectos al desarrollo del proyecto. El trabajo concluye la visualización de los parámetros técnicos obtenidos al aplicar cargas variables al generador.

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1 Máquinas Eléctricas

Según WILDI Theodore, **Máquinas Eléctricas y Sistemas de Potencia (2007) Pag.71** Manifiesta que “los motores y generadores CD se construyen de la misma manera, así pues cualquier generador CD puede operar como motor y viceversa. Debido a su construcción similar, las propiedades fundamentales de generadores y motores son idénticas”.

Según GARCÍA José, **Electrotecnia (2009) Pág. 171** Sostiene que “una maquina eléctrica es el mecanismo destinado a producir, aprovechar o transformar la energía eléctrica”.

“Según el criterio de los investigadores se puede decir que una máquina eléctrica es un dispositivo que transforma energía eléctrica en energía mecánica o viceversa, debido a la similitud en su construcción y operación.

#### *1.1.1. Estructura De Una Máquina Eléctrica*

Una maquina eléctrica está conformada de forma esencial por dos partes bien definidas desde el modo mecánico que son:

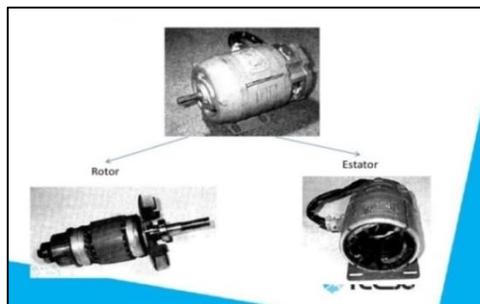
### ***1.1.1.1 Componente fijo (estator)***

Su misión es crear el campo magnético, se encuentra alojado en el estator. Está formado por unas bobinas (hilo de cobre) alrededor de los polos de un electroimán. Los polos van sujetos a la carcasa. También puede estar constituido por imanes permanentes. El número de bobinas depende del tipo de motor.

### ***1.1.1.2 Componente móvil (rotor)***

Alojado en el rotor. Consta de unas bobinas que van arrolladas sobre las ranuras de un núcleo de hierro. Los extremos de las bobinas se sueldan a una serie de láminas de cobre, llamadas delgas, que forman el colector, como se observa en la figura (1.1).

**FIGURA 1.1 Estructura de una Máquina Eléctrica**



**Fuente:** <http://es.slideshare.net/edgarprincipe/sesin-6-motor-dc>.

Una máquina de inducción se alimenta con corriente alterna al estator y por inducción (acción transformadora), se induce voltaje en el devanado del rotor, que está cortocircuitando, y por lo tanto por él circula corriente alterna que a su vez da origen a un flujo.

El flujo de la armadura y del rotor gira sincrónicamente, por lo tanto giran a la misma frecuencia. Hay que indicar que la velocidad de giro es menos que la velocidad sincrónica, esto implica que las corrientes inducida en el rotor tienen una frecuencia menor que las corrientes en el estator.

### ***1.1.2. Control de la Velocidad de un Motor***

La velocidad de un motor es controlada por el número de polos, y la frecuencia de alimentación a la que está conectado. Se evidencia el cambio de velocidad cuando existe un cambio en la carga del motor.

Se puede controlar la velocidad de un motor de tres formas:

➤ **Variación en el número de polos.**

Se determina por el número de pares de polos del estator, por lo que si variamos estos se puede tener un control de velocidad.

➤ **Cambio en el valor de deslizamiento.**

Se lo puede realizar de dos maneras: Cambiando el valor de tensión de la fuente de alimentación del estator o a su vez realizar modificaciones al rotor.

➤ **Ajuste de la frecuencia de alimentación del motor.**

Implica un cambio en la velocidad del campo giratorio, normalmente al variar la frecuencia se hace variar también la magnitud de la tensión de modo de mantener la densidad de flujo aproximadamente constante, así el momento máximo desarrollado estará constante.

Este último es el mejor y más usado control de velocidad, este genera curvas par vs velocidad cada una con una velocidad correspondiente a la frecuencia facilitada al motor.

### ***1.1.3. Características de una Máquina Eléctrica***

**Según VIDELA Flores, Andrés, Manual de Motores Eléctricos, pág. 8-12** “Los parámetros de operación de una máquina Eléctrica designan sus características, es importante determinarlas, ya que con ellas conoceremos los parámetros determinantes para la operación de la Máquina.”

Las Principales características son:

### ***1.1.3.1 Potencia***

Es la rapidez con la que se realiza un trabajo, en física la potencia es igual trabajo/tiempo, la unidad del sistema internacional para la potencia es el joule por segundo, y se denomina watt (W). Sin embargo estas unidades tienen el inconveniente de ser demasiado pequeñas para propósitos industriales. Por lo tanto se usa Kilowatt (KW) y el caballo de fuerza (HP) que se definen como:

$$1\text{kw} = 1000\text{w}$$

$$1 \text{ HP}=747 \text{ W} = 0,746 \text{ kW}$$

$$1\text{kW} = 1,34 \text{ HP}$$

### ***1.1.3.2 Voltaje***

También llamada tensión eléctrica o diferencia de potencial, existe entre dos puntos, y es el trabajo necesario para desplazar una carga positiva de un punto a otro.

$$E = [V_A - V_B]$$

### **Ecuación 1.1**

#### **Dónde:**

E = Voltaje o Tensión

V<sub>A</sub> = Potencia del punto A

V<sub>B</sub> = Potencia del Punto B

La diferencia de tensión es importante en la operación de un máquina ya que de esto dependerá la obtención de un mejor aprovechamiento de la operación. Los voltajes empleados más comunes son: 120 V, 220 V, 380 V y 440 V.

### ***1.1.3.3 Corriente***

La corriente eléctrica [I], es la rapidez del flujo de carga [Q] que pasa por un punto dada [P] en un conductor eléctrico en un tiempo [t] determinado.

$$\mathbf{I = \frac{Q}{t}}$$

**Ecuación 1. 2**

**Dónde:**

I = Corriente Eléctrica

Q = Flujo de carga que pasa por el punto P

T = Tiempo

La unidad de corriente eléctrica es el ampere. Un ampere [A] representa un flujo de carga con la rapidez de un coulomb por segundo, al pasar por cualquier punto.

$$\mathbf{1\ A \frac{1C}{1S}}$$

**Ecuación 1.3**

Los motores eléctricos distinguen distintos tipos de corriente, que fundamentalmente son:

- Corriente nominal
- Corriente de vacío
- Corriente de Arranque
- Corriente a Rotor bloqueado

#### ***Corriente Nominal.***

En un motor, el valor de la corriente nominal es la cantidad de la corriente que consumirá el motor en condiciones normales de operación.

***Corriente de Vacío.***

Es la corriente que consumirá el motor cuando no se encuentre operando con carga y es aproximadamente del 20% al 30% de su corriente nominal.

***Corriente de Arranque.***

Todos los motores eléctricos para operar consumen un excedente de corriente, mayor que su corriente nominal, que es aproximadamente de dos a ocho veces superior.

***Corriente a Rotor Bloqueado.***

Es la corriente máxima que soportará el motor cuando su rotor este totalmente detenido.

***1.1.3.4 Revoluciones por Minuto o Velocidad Angular***

Se define como la cantidad de vueltas completas que da el rotor en el lapso de un minuto, el símbolo de la velocidad angular es omega, no obstante, en la industria se utilizan también, la letra: “N” o simplemente las siglas **R.P.M.**

$$W = N = 2\pi F \qquad F = \frac{1}{t}$$

**Ecuación 1.4**

Dónde:

W =N= Revoluciones por minuto o velocidad angular

$\Pi$  = Constante [3.14]

F = Frecuencia

t = Tiempo

Las unidades de la velocidad son los radianes por segundo (rad/a), sin embargo la velocidad también se mide en metros por segundo (m/s) y en revoluciones por minuto [R.P.M]. Para calcular las R.P.M de un motor se utiliza la ecuación:

$$RPM = \frac{120 F}{\# \text{ Polos}} = \frac{60 F}{\# \text{ Pares de polos}}$$

**Ecuación 1.5**

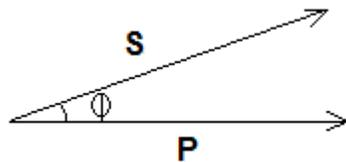
**Dónde:**

R.P.M. = Revoluciones por minuto o velocidad angular

F = Frecuencia

### ***1.1.3.5 Factor de Potencia***

El factor de potencia [ $\cos \theta$ ] se define como la razón que existe entre Potencia real [P] y Potencia Aparente [S], siendo la potencia aparente el producto de los valores eficaces de la tensión y de la corriente:



$$\cos \theta = \frac{P}{S}$$

**Ecuación 1.6**

**Dónde:**

P = Potencia Real

S = Potencia Aparente

El factor de potencia nunca puede ser mayor que la unidad, regularmente oscila entre 0.8 y 0.85. En la práctica el factor de potencia se expresa, generalmente, en tanto por ciento, siendo el 100% el factor máximo de potencia posible. Un factor de potencia bajo es una característica desfavorable de cualquier carga.

### ***1.1.3.6 Factor de Servicio***

El factor de servicio de un motor se obtiene considerando la aplicación del motor, para demandarle más, o menos potencia, y depende directamente del tipo de maquinaria impulsada:

$$P = [\# F (E) I (\eta) F.P.]$$

$$Pr = P(F.S):F.S=Pr/P$$

**Ecuación 1.7**

**Dónde:**

P = Potencia

$\eta$  = Eficiencia

#F = Número de fases

F.P.= Factor de Potencia

E = Tensión

Pr = Potencia Real

I = Corriente

F.S.= Factor de Servicio

NOTA: Para el número de fase se utilizara **1** para sistemas monofásicos, **2** para sistemas bifásicos, y para sistemas trifásicos se utilizara  $\sqrt{3} = 1.732$ .

#### ***1.1.3.7 Par o Torque***

Un par de fuerzas es un conjunto de dos fuerzas de magnitudes iguales pero de sentido contrario. El momento del par de fuerza o torque, se representa por un vector perpendicular al plano del par.

#### ***1.1.3.8 Par Nominal***

Es el par que se produce en un motor eléctrico para que pueda desarrollar sus condiciones de diseño.

#### ***1.1.3.9 Par de Arranque***

Es el par que va a desarrollar el motor para romper sus condiciones iniciales de inercia y pueda comenzar a operar.

#### ***1.1.3.10 Par Máximo***

También llamado par pico, es el par que puede desarrollar el motor sin perder sus condiciones de diseño. Es decir que es el límite en el que trabaja el motor sin

consumir más corriente y voltaje, asimismo de que sus revoluciones son constantes, y conjuntamente está relacionado con el factor de servicio.

#### ***1.1.3.11 Par de Aceleración***

Es el par que desarrolla el motor hasta que alcanza su velocidad nominal.

#### ***1.1.3.12 Par de Desaceleración***

Es el par en sentido inverso que debe emplearse para que el motor se detenga.

#### ***1.1.3.13 Par o Rotor Bloqueado***

Se considera como el par máximo que desarrolla un motor cuando se detiene su rotor.

#### ***1.1.3.14 Frecuencia***

Es el número de ciclos o repeticiones del mismo movimiento durante un segundo, su unidad es el segundo que corresponde a un Hertz [**Hz**] también se llama ciclo [seg = Hertz = Ciclo]. La frecuencia y el período están relacionados inversamente:

$$T = \frac{1}{f} \qquad f = \frac{1}{T}$$

**Ecuación 1.8**

**Dónde:**

T = Tiempo o período

F = Frecuencia

#### ***1.1.3.15 Eficiencia***

La eficiencia [**η**] de una maquina se define como la relación del trabajo de salida entre el trabajo de entrada, en términos de potencia, la eficiencia es igual al cociente de la potencia de salida entre la potencia de entrada:

$$n \frac{Ts}{Te} = \frac{Ps}{Pe}$$

**Ecuación 1.9**

**Dónde:**

$\eta$  = Eficiencia

$P_s$  = Potencia de Salida

$T_s$  = Trabajo de Salida

$P_e$  = Potencia de Entrada

$T_e$  = Trabajo de Entrada

La eficiencia también es un factor que indica el grado de pérdida de energía, trabajo o potencia de cualquier aparato eléctrico o mecánico.

***1.1.4. Tipos de Máquinas Eléctricas DC.***

Según la forma en que se conectan los bobinados de las máquinas, es posible obtener distintos tipos de motores y generadores de corriente continua, cada uno de los cuales tendrán características y aplicaciones propias.

Entre los tipos de generadores y motores DC que se pueden obtener existen los siguientes:

- ✓ Motor y generador serie.
- ✓ Motor y generador paralelo, derivación o shunt.
- ✓ Motor y generador compuesto o compound corto y largo.
- ✓ Motor y generador con excitación independiente.

**1.2. Motores de Corriente Continua**

**Según GARCÍA José, Electrotecnia (2009) Pág. 193** “Un motor de Corriente Continua es la máquina que transforma la energía eléctrica, que recibe en forma de corriente Continua, en energía mecánica.”

**Según CHAPMAN J. Stephen, Máquinas Eléctricas (2000) Pág. 628** “Motores de corriente directa se utilizan como motores y los generadores como generadores, solo es cuestión de la dirección de flujo de potencia que circule a través de ella.”

Para el criterio de los investigadores los motores de corriente continua es una máquina que convierte la energía eléctrica en energía mecánica provocando un movimiento rotatorio debido al campo magnético.

Igual que las dínamos, los motores, según el conexionado de los devanados inductores, pueden ser de excitación serie, derivación y compuesta.

### ***1.2.1 Elementos De Una Máquina de Corriente Continua***

Dentro de una máquina de corriente continua normal los bobinados del inducido se localizan en el rotor y los bobinados inductores se localizan en el estator.

En una máquina de CC las bobinas del rotor se llaman inducido o armadura en las cuales se les inducen voltaje y las bobinas inductoras del estator se denomina carcasa en el cual se origina el magnetismo de la máquina.

#### ***1.2.1.1 Estator***

##### **Polos**

Están elaborados de acero silicio laminado.

##### **Bobinas de Campo.**

Están arrolladas sobre los polos.

##### **Bobinas shunt.**

Compuesta de espiras de alambre delgado.

##### **Bobinas serie.**

Compuesta de pocas espiras de alambre grueso.

### **Interpolos.**

Elaborados de láminas de acero silicio y arrollamiento de alambre grueso.

### **Arrollamientos de compensación.**

A fin de neutralizar la reacción de armadura colocan conductores que se colocan en los polos.

#### ***1.2.1.2 Rotor***

##### **Núcleo de la Armadura.**

Tiene láminas de acero de silicio de sección circular.

##### **Conmutador.**

Tiene muchos segmentos de cobre o delgas, que se encuentran aislados entre sí.

##### **Arrollamiento de Armadura.**

Hay dos clases el imbricado y el ondulado.

#### ***1.2.2. Principio De Funcionamiento De Un Motor DC.***

Según la ley de Fuerza simplificada, cuando un conductor por el que pasa una corriente eléctrica se sumerge en un campo magnético, el conductor sufre una fuerza perpendicular al plano formado por el campo magnético y la corriente, siguiendo la regla de la mano derecha.

Es importante recordar que para un generador se usará la regla de la mano derecha mientras que para un motor se usará la regla de la mano izquierda para calcular el sentido de la fuerza.

$$F = B \cdot L \cdot I$$

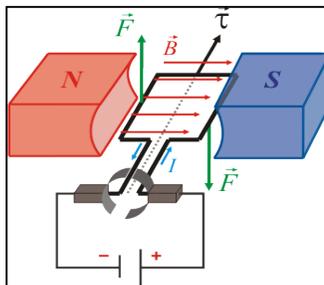
**Ecuación 1.10**

- ✓ F: Fuerza en newtons
- ✓ I: Intensidad que recorre el conductor en amperios
- ✓ L: Longitud del conductor en metros
- ✓ B: Densidad de campo magnético o densidad de flujo teslas

Cuando la corriente eléctrica circula por la bobina de este electroimán giratorio, el campo electromagnético que se genera interactúa con el campo magnético del imán permanente.

Si los polos del imán permanente y del electroimán giratorio coinciden, se produce un rechazo y un torque magnético o par de fuerza que provoca que el rotor rompa la inercia y comience a girar sobre su eje en el mismo sentido de las manecillas del reloj en unos casos, o en sentido contrario, de acuerdo con la forma que se encuentre conectada al circuito la batería como se muestra en la figura (1.2).

**FIGURA 1.2 Ley de Faraday**



Fuente: <http://automatismoindustrial.com/1-3-5-2-principios-de-funcionamiento>O

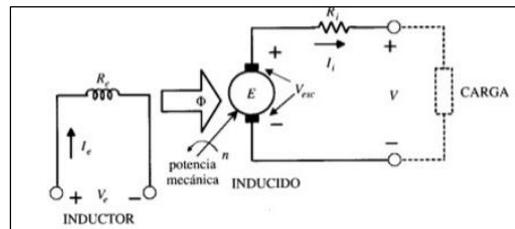
### 1.3. Generadores Eléctricos De Corriente Continua

Según CHAPMAN J. Stephen, *Maquinas Eléctricas* (2000) Pág. 613 “Los generadores DC son máquinas de corriente continua utilizadas como generadores. Como se puntualizó antes, no hay diferencia real entre un generador y un motor excepto por la dirección del flujo de potencia”.

Según MORA. Fraile Jesús, Máquinas Eléctricas (2003) Pág. 503 “Los generadores de cc o dinamos convierten una energía mecánica de entrada y energía eléctrica en forma de cc de salida.”

“Según el criterio de los investigadores generador la energía mecánica convierte en energía eléctrica. Esta energía suele estar dada por un motor.”

**FIGURA 1.3 Generador de Corriente Continua**



**Fuente:** MORA Fraile Jesús, Maquinas Eléctricas, 5ta Edición Mc Graw- Hill, 2003.

La representación de ambos devanados es lo que se indica en la figura 1.3, donde las máquinas de Corriente Continua constan de un inducido o excitación, colocado en el estator, y de un inducido giratorio, el devanado de excitación está formado por los arrollamientos de todos los polos conectados en serie, a los que se aplica una tensión de alimentación de corriente continua que produce una corriente de circulación que da lugar a una f.m.m que origina el flujo  $\Phi$  en el entrehierro de la máquina.

### ***1.3.1 Importancia***

Su importancia radica que su uso es elemental para los sistemas eléctricos estos ayudan a proporcionar fuerza de trabajo a muchos campos industriales generando mayor productividad de su maquinaria y por consecuencia activando su potencial competitivo.

### ***1.3.2. Fundamentos de los Generadores Eléctricos***

La mayoría de las máquinas de corriente continua son semejantes a las maquinas corriente alterna porque tienen voltajes y corrientes dentro de cada una de ellas, las máquinas de corriente directa solo tiene un mecanismo que convierte los voltajes de

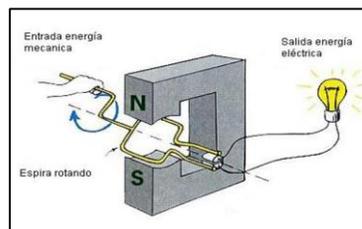
corriente alterna en voltajes de corriente continua en sus terminales, a este mecanismo se lo denomina conmutador.

Una de las ventajas de la máquina de corriente continua es que esta trabaja como generador y como motor sin realizar ninguna modificación, lo que implica que es la misma construcción, es decir no hay diferencias reales siendo la única diferencia entre ellos la dirección del flujo de potencia.

### ***1.3.3. Principio De Funcionamiento De Un Generador DC***

El principio de funcionamiento de los generadores se basa en el fenómeno de inducción electromagnética. En el año 1831 el científico Michael Faraday descubrió el principio de inducción. Éste principio (El de inducción) señala que si un conductor se mueve dentro de un campo magnético o está cerca de otro conductor por el que circula una corriente de intensidad variable, se induce una corriente en el primer conductor, como lo indica la figura( 1.4 ).

**FIGURA 1.4 Principio de Funcionamiento de un Generador**



**Fuente:**<http://www.monografias.com/trabajos82/corrientes-alternas-y-corrientes-continuas>.

Existen cuatro tipos principales de generadores DC, clasificados de acuerdo con la manera de producir su flujo de campo.

### ***1.3.4. Tipos De Generadores De Corriente Continua***

Por conocimiento general, el flujo magnético está originado por electroimanes así se regula el flujo solo con variar la corriente que circula por la bobina que constituye el electroimán.

Esta corriente puede ser abastecida por la propia maquina eléctrica, llamando así maquina auto-excitada en la que la maquina se excita a si misma tomando la corriente inductora del propio inducido (como generador) o de la misma red que alimenta el inducido (como motor). De forma contraria, si la corriente de excitación se la provee a otra máquina (generador auxiliar), entonces se dice que la máquina posee excitación independiente.

Los generadores de corriente continua se dividen en tres clases, según la construcción de su inductor y sus conexiones los cuales son el siguiente:

- Generador serie o excitación en serie.
- Generador Paralelo, shunt o excitación en derivación.
- Generador Compuesto, compound o con excitación compuesta.

#### ***1.3.4.1 Generador Serie***

**Según CHAPMAN J. Stephen, Máquinas Eléctricas (2000) Pág. 628** “Un generador de serie es aquel cuyo campo está conectado en serie con su inducido”.

**Según GARCIA José, Electrotecnia (2009) Pág. 181** “manifiesta que en la dinamo (generador de corriente continua) en serie el devanado inductor de pocas espiras y mucha sección se conecta en serie con el inducido.”

Según el criterio de los investigadores, se expone que un generador en serie es una maquina eléctrica, que tiene conectadas las bobinas excitadoras en serie con el inducido. Por estas bobinas circula la corriente total de la máquina.

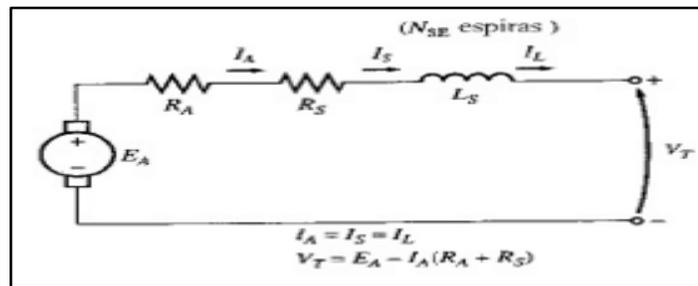
Debido a que su corriente de campo es la misma que la corriente de carga, la tensión generada varía grandemente con la corriente que está suministrando motivo por el cual no es muy usado.

Como en este generador el campo de excitación está conectado en serie con la carga y con la armadura. La fuerza electro motriz (f.e.m) inducida en la máquina depende de

la magnitud de la carga que está alimentando en virtud de que el flujo magnético se incrementara a medida que aumenta la corriente que se entregue a la carga.

El campo serie en un generador de esta clase tendrá sólo unas muy pocas vueltas de alambre y el conductor utilizado será mucho más grueso que el de un campo en derivación, puesto que la fuerza magnética está dada por la ecuación  $F = NI$ , unas pocas vueltas con alta corriente pueden producir una fuerza igual a la producida por muchas vueltas con baja corriente. Se diseña un campo serie para que tenga baja resistencia, dado que la corriente de plena carga fluye a través de él, en la figura 1.5 se muestra el circuito equivalente de un generador serie

**FIGURA 1.5 Circuito Equivalente de un Generador en Serie**



**Fuente:** Chapman Stephen, Maquinas Eléctricas, Quinta Edición, Mc Graw Hill, Pág. 629.

#### 1.3.4.2 Generador Paralelo

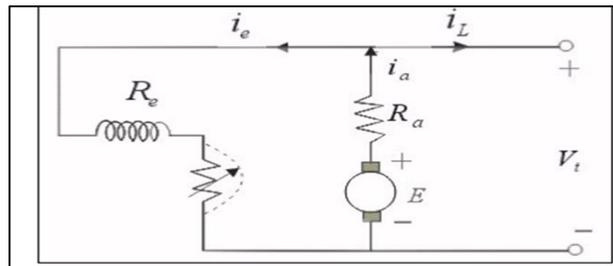
**Según GARCÍA José, Electrotecnia (2009) Pág. 183** “expresa que “En el generador en derivación el devanado inductor (de muchas espiras y poca sección) se conecta en paralelo con el inducido. Para la autoexcitación la maquina debe arrancar en vacío y girando en el sentido debido”.

**Según WLIDI Theodore, Máquinas Eléctricas y Sistemas de Potencia (2007) Pág. 80** manifiesta que “Un generador con excitación en derivación es una maquina cuyo devanado de campo en derivación está conectado en paralelo a las terminales de la armadura de modo que el generador puede ser auto excitado”.

Según el criterio de los investigadores, se expone que un generador en paralelo es una maquina eléctrica, que internamente tiene conectados los bobinados en derivación con el inducido.

Este tipo de generador suministra energía eléctrica a una tensión más o menos constante, cualquiera que sea la carga, aunque no tan constante como un generador con excitación independiente, cuando el circuito exterior está abierto, la maquina tiene excitación máxima porque toda la corriente producida se destina a la alimentación del circuito de excitación, por lo tanto, la tensión en bornes es máxima. Estos generadores son aconsejables en tensiones donde no se necesite cambios seguidos y considerables de carga o bien cuando haya elementos compensadores, tales como generadores auxiliares, baterías de acumuladores.

**FIGURA 1.6 Generador Paralelo**



**Fuente:** García José, Electrotecnia, Décima Edición, Paraninfo Pág. 183

#### **1.3.4.3 Generador Compuesto**

Según GARCÍA José, **Electrotecnia (2009) Pág. 185**, “En la dinamo de excitación compuesta el devanado inductor está dividido en dos partes, una se conecta en serie y otra en paralelo con el inducido. Para la autoexcitación la maquina debe arrancar en vacío y girando en el sentido debido.

Según WLIDI Theodore, **Máquinas Eléctricas y Sistemas de Potencia (2007) Pág. 83** “un generador compuesto fue desarrollado para evitar que el voltaje en las terminales de un generador de cd disminuyera al incrementarse la carga, es similar a

un generador en derivación, excepto que tiene bobinas de campo adicionales conectadas en serie a la armadura.”

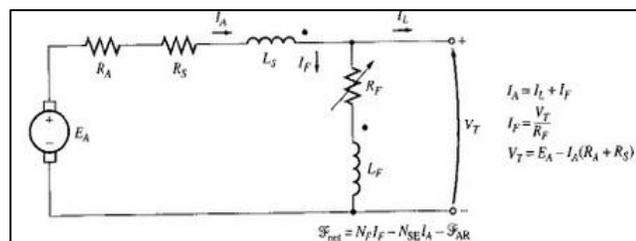
Según el criterio de los investigadores, este tipo de generadores utiliza internamente los dos tipos de conexiones serie y paralelo.

En un generador compuesto las bobinas inductoras están formadas por arrollamientos en serie y en paralelo, sobre cada polo están conectados dos bobinados distintos. La bobina inductora shunt está conectada en paralelo. La bobina inductora en serie, estando en serie con el inducido y la carga tendrá su intensidad variable según la carga.

Este generador tiene la propiedad de que puede trabajar a una tensión prácticamente constante, es decir, casi independiente de la carga conectada a la red, debido a que, por la acción del arrollamiento shunt la corriente de excitación tiende a disminuir al aumentar la carga, mientras que la acción del arrollamiento serie es contraria, o sea, que la corriente de excitación tiende a aumentar cuando aumenta la carga.

**Según CHAPMAN Stephen, Maquinas Eléctricas (2000), Pág. 630** “En la figura 1.7 se muestra el circuito equivalente de un generador dc compuesto acumulativo en conexión dc. Los puntos que aparecen en las dos bobinas de campo tienen el mismo significado que los puntos sobre un transformador: la corriente que fluye hacia dentro de las bobinas por el extremo marcado con punto produce una fuerza magneto motriz positiva.”

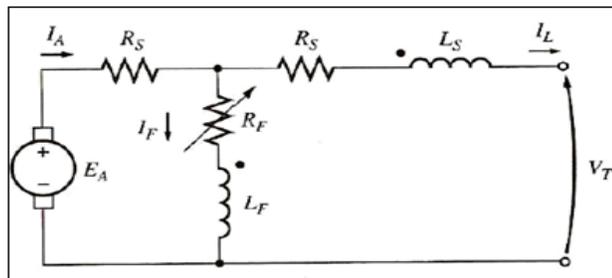
**FIGURA 1.7 Generador Compuesto con Conexión en Derivación Larga**



**Fuente:** Chapman Stephen, Maquinas Eléctricas, Tercera Edición, Mc Graw Hill, pág. 631.

Según CHAPMAN Stephen, Maquinas Eléctricas (2000), Pág. 632 “En la Figura 1.8 se muestra otra forma de conexión de acoplar al generador compuesto acumulativo con conexión en derivación corta, donde el campo serie está fuera del circuito de campo en derivación y tiene una corriente que fluye a través de él.”

**FIGURA 1.8 Generador con Excitación Compuesta con Conexión en Derivación Corta**



Fuente: CHAPMAN Stephen, Maquinas Eléctricas, Tercera Edición, Mc Graw Hill, Pág. 632.

#### 1.3.4.4 Principio De Operación De Un Generador Con Excitación Independiente

Se hace girar el inducido y se alimenta el inductor. La tensión de excitación controla la fuerza electromotriz inducida  $E$  y, por tanto el voltaje de Salida  $V_t$ .

El voltaje de salida crece proporcionalmente con la velocidad de giro  $w$ :

**Ecuación 1.11**

$$E_{af} = K_a \cdot \Phi \cdot f \cdot w$$

La relación entre la corriente de excitación y la fuerza electromotriz inducida no es lineal, debido a que existe la saturación.

#### 1.3.4.5 Principio De Operación De Un Generador Shunt o Paralelo

En el generador paralelo la corriente de campo depende del voltaje inducido  $E_a$ .

La corriente de armadura debe ser suficiente para suministrar al campo y a la carga:

**Ecuación 1.12**

$$I_a = I_c + I_f$$

El voltaje terminal es:

**Ecuación 1.13**

$$V_{ta} = E_a - I_a R_a$$

La corriente de campo, cuyo devanado tiene una resistencia  $R_f$ , es:

**Ecuación 1.14**

$$I_f = \frac{V_{ta}}{R_f}$$

De estas relaciones se tiene la siguiente ecuación:

**Ecuación 1.15**

$$I_f = \frac{(E_a - I_a R_a)}{R_f}$$

**Dónde:**

$E_a$  = voltaje del inducido

$V_{ta}$  = voltaje terminal de armadura

$I_a$  = Corriente de armadura

$I_c$  = Corriente de carga

$I_f$  = Corriente de campo

$R_a$  = Resistencia de armadura

$R_f$  = Resistencia de campo

### ***1.3.5. Aplicaciones de los Generadores de Corriente Continua.***

El campo de aplicación del generador con excitación independiente, es general, siempre que se disponga de una línea independiente de corriente continua.

#### ***1.3.5.1 Generadores Con Excitación En Serie***

Tienen aplicación en aquellas actividades en las que se precise una intensidad prácticamente constante, como puede ser en equipos de soldaduras y en determinados sistemas de alumbrados.

### ***1.3.5.2 Generadores Compound***

Tienen aplicación en las centrales para tracción eléctrica que precisan de una tensión constante y en todos aquellos casos en que se cuente con variaciones fuertes de carga, como en los talleres con grúas de gran potencia, laminadores etc.

Estos tipos de generadores DC difieren en su característica en voltaje – corriente y por ello en las aplicaciones para las cuales sean útiles.

Estos generadores se comparan por su, potencia, eficiencia y regulaciones de voltaje la misma que está definida por la siguiente ecuación:

**Ecuación 1.16**

$$VR = \frac{V_{nl} - V_{fl}}{V_{fl}} * 100\%$$

**Dónde:**

**V** = es el voltaje en los terminales del generador en vacío.

**Vfl**= es el voltaje en los terminales del generador a plena carga.

Es una medida aproximada de la forma de la característica voltaje – corriente del generador: una regulación de voltaje positiva significa una característica descendente y una regulación de voltaje negativa significa una característica en ascenso.

Todos los generadores están accionados por una fuente de potencia mecánica denominada motor primario del generador, el cual puede ser una turbina de vapor , un motor diésel o un motor eléctrico, ya que la velocidad del motor primario afecta el voltaje de salida del generador y las características de velocidad de los motores primarios puede variar ampliamente, es costumbre suponer que la velocidad de los motores primarios es constante para comparar la regulación de voltaje y las características de salida de los diferentes generadores.

### ***1.3.6. Sistemas de Control en Generadores de Corriente Continua.***

Los sistemas de control de voltaje y de potencia deben permitir al generador operar dentro de valores confiables basándose en las siguientes proposiciones.

- EL voltaje en los terminales de todos los equipos eléctricos como transformadores, motores, etc., debe estar dentro de límites aceptables.
- Todos los equipos se diseñan en base a un voltaje nominal a partir del cual se define un nivel de voltajes de operación.
- La frecuencia eléctrica del sistema está ligada a la velocidad de rotación de las maquinas sincrónicas por ende se debe mantener el sistema sin aceleración.
- Si se aplica un voltaje fuera de los límites por un tiempo prolongado se puede afectar la vida útil o desempeño de cualquier equipo.
- Las piezas mecánicas de los generadores y turbinas están diseñadas para trabajar en rangos definidos de frecuencia y potencia, si se alteras estos niveles se disminuye la vida útil de los elementos.

## **1.4. Variador de Frecuencia**

**Según el Manual de Operación del Variador Siemens V220** “Un variador de Frecuencia es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor, son conocidos también como Drives de Frecuencia Ajustable, Microdrivers o inversores.”

Según el criterio de los investigadores un variador de frecuencia está destinado a modificar la frecuencia, y por ende la velocidad del motor asincrónico, es decir que genera una corriente alterna con la frecuencia y tensión requerida para accionar dicho motor eléctrico de corriente alterna. El variador de frecuencia compacto es una solución de accionamiento económica que se caracteriza por su fácil instalación y manejo.

### ***1.4.1 Principio de Funcionamiento.***

Los variadores de frecuencia operan bajo el principio de que la velocidad sincrónica de un motor de corriente alterna (CA) está determinada por la frecuencia de AC suministrada y el número de polos en el estator, de acuerdo la siguiente ecuación:

$$RPM = \frac{60 * f}{p}$$

**Ecuación 1.17**

**Dónde:**

RPM = Revoluciones por minuto

$f$  = Frecuencia de suministro AC

$p$  = Número de par de Polos

Las cantidades de polos más frecuentes en motores sincrónicos o motor asíncrono son 2, 4, 6 y 8 polos.

**FIGURA 1.9 Variador de Frecuencia**



**Elaborado por:** Los Investigadores.

## 1.5. Contactores

### 1.5.1. Introducción

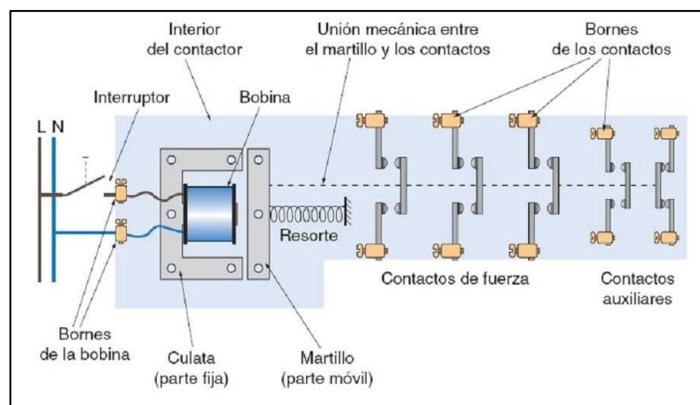
Se define contactor como un aparato mecánico de conexión y desconexión eléctrica accionado por cualquier forma de energía menos manual, capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en condiciones normales del circuito, incluso las de sobrecarga.

Los Contactores utilizados con mayor frecuencia son accionados mediante la energía magnética proporcionado por una bobina, capaz de generar un campo magnético suficientemente grande como para vencer la fuerza de los muelles antagonistas que mantienen separada del núcleo una pieza.

### 1.5.2. Características

La Característica importante de un contactor será la tensión a aplicar a la bobina de accionamiento, así como su intensidad y potencia. Siendo las más utilizadas de 127 y 220 de Vac. La intensidad de la potencia de la bobina depende del tamaño del contactor. El tamaño del Contactor depende de la intensidad que es capaz de establecer, soportar e interrumpir.

**FIGURA 1.10 Estructura de un Contactor**



Fuente: <https://www.google.com.ec/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source>.

## 1.6. Cargas Eléctricas

La carga eléctrica es una propiedad física intrínseca de algunas partículas subatómicas que se manifiesta mediante fuerzas de atracción y repulsión entre ellas. La materia cargada eléctricamente es afectada por los campos electromagnéticos.

### 1.6.1. Tipos De Cargas Eléctricas

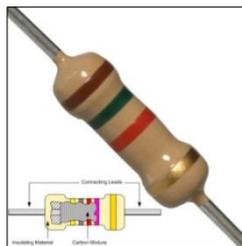
Las cargas eléctricas pueden ser de tres tipos: Resistivas, Inductivas o Capacitivas. Con los tres tipos de cargas mencionados podríamos formar un cuarto tipo combinándolas y las llamaríamos cargas mixtas.

#### 1.6.1.1 Cargas Resistivas

Las cargas Resistivas son todas aquellas que consumen electricidad y por lo general al hacerlo, son parte de la energía eléctrica es disipada como calor y/o luz, por ejemplo: parrillas eléctricas, focos, horno eléctrico, cafetera sandwichera. La resistencia ( $R$ ) es medida en ohms y su consumo se mide en Watts (Figura 1.11).

La corriente eléctrica y el voltaje en una carga resistiva se dicen estar “en fase” uno con otro. Como el voltaje se eleva o cae, la corriente también se eleva y cae con éste.

**FIGURA 1.11 Cargas Resistivas**



**Fuente:** <https://www.google.com.ec/search?q=Cargas+Resistivas>

## **1.7. Medidores de Parámetros Eléctricos**

### ***1.7.1. Introducción***

La importancia de los instrumentos eléctricos de medición es incalculable, ya que mediante el uso de ellos se miden e indican magnitudes eléctricas, como corriente, carga, potencial y energía, o las características eléctricas de los circuitos, como la resistencia, la capacidad, la capacitancia y la inductancia.

Además que permite localizar las causas de una operación defectuosa en aparatos eléctricos en los cuales, no es posible apreciar su funcionamiento en una forma visual. La información que suministran los instrumentos de medición eléctrica se da normalmente en una unidad eléctrica estándar: ohmios, voltios, amperios, culombios, henrios, faradios, vatios o julios.

### ***1.7.2. Generalidades***

Según <http://autolog.uclm.es/Docencia/WebInstrumentacion/Tema4/Teama>

“Un sistema de medición de parámetros eléctricos es aquel capaz de registrar todas aquellas variables eléctricas de interés que en determinado momento proporcionen información para establecer el comportamiento de un sistema de potencia”.

Según el criterio de los investigadores estos sistemas de medición están desarrollados de acuerdo a las necesidades de cada usuario, para tener una correcta administración y visualización de parámetros eléctricos.

## **1.8. Software Labview**

Según MOLINA José Miguel y JIMÉNEZ Manuel, **Programación Gráfica para Ingenieros (2012), Pág. 1** “LabVIEW es un lenguaje de programación de alto nivel,

de tipo gráfico, inicialmente enfocado a la realización de aplicaciones para el control de instrumentación.”

**Según LAJARA José y PELEGRÍ José, LabVIEW Entorno gráfico de programación, (2007),** “es una plataforma de desarrollo para diseñar sistemas, con un lenguaje de programación visual gráfico, recomendado para sistemas hardware y software de pruebas, control y diseño, simulado o real, pues acelera la productividad”.

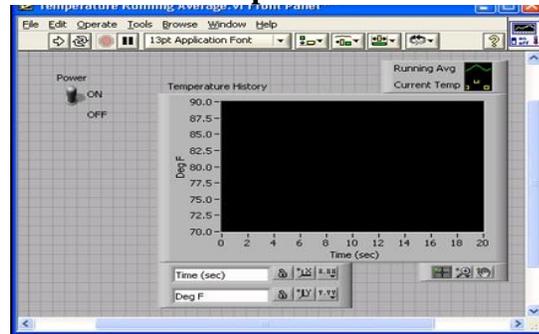
**Según el criterio del grupo investigador,** “LabVIEW es una programación que ayuda a visualizar gráficamente a través de una pantalla el funcionamiento virtual de un instrumento físico facilitando el control del aparato”.

Este programa fue creado por National Instruments (1976) para funcionar sobre máquinas MAC, salió al mercado por primera vez en 1986, en la actualidad está disponible para las plataformas Windows, UNIX, MAC y GNU/LINUX.

La **programación G** constituye el corazón de LabView, y difiere de otros lenguajes de programación como C o Basic, en que estos están basados en textos, mientras que G se utiliza programación gráfica. Los programas en G, o Vis constan de una interfaz interactiva de usuario y un diagrama de flujo de datos que hace las funciones de código fuente. Cuando se crea un Instrumento Virtual trabajamos con dos ventanas: Una en la que se implementará el panel frontal (Figura1.12) y otra que soportará el nivel de programación llamada diagrama de bloques (Figura1.13).

Para la creación del panel frontal se dispone de una librería de controles e indicadores de todo tipo y la posibilidad de crear más, diseñados por el propio usuario.

**FIGURA 1.12 Panel Frontal de un Instrumento Virtual que visualiza la Temperatura.**

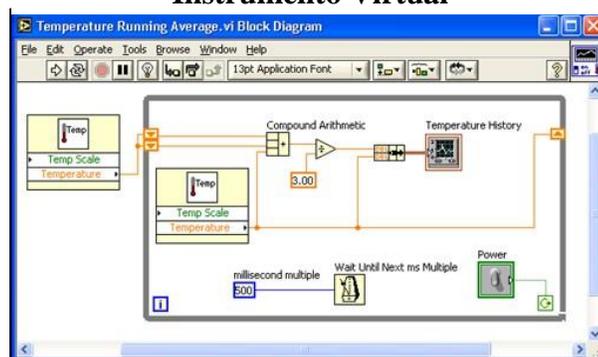


**Elaborador por:** Los Investigadores

Podemos comparar la ventana de programación con una placa de circuito impreso, donde los terminales del panel frontal se cablean a bloques funcionales (circuito integrado) que se interconecta para generar los datos que se desean visualizar.

La programación grafica permite diseñar un Instrumento Virtual de manera intuitiva, vertiendo las ideas directamente a un diagrama de bloques, como se haría sobre una pizarra.

**FIGURA 1.13 Diagrama de Bloques de un Instrumento Virtual**



**Elaborador por:** Los Investigadores

## **1.9. Tarjeta Arduino**

Es una compañía que desarrolla hardware libre, fabrica placas que integran un microcontrolador, diseñado para facilitar su uso en proyectos de electrónica.

Esta placa incorpora un microcontrolador programable y una serie de pines hembra, los cuales están unidas internamente a las patillas de entrada y salida del microcontrolador, que permiten conectarse de manera sencilla con actuadores y sensores.

Un software gratis libre y multiplataforma ya que funciona en Linux, MacOS y Windows, que debemos instalar en nuestro computador y nos permite escribir, verificar y guardas en la memoria del microcontrolador el conjunto de instrucciones que deseamos empiece a ejecutar.

### ***1.9.1. Tarjeta Arduino Uno***

Es una placa con un microcontrolador de la Marca Atmel y con toda la circuitería de soporte, que incluye, reguladores de tensión, un puerto USB, conectado a un módulo adaptador USB – Serie, que permite programar el microcontrolador desde cualquier PC de manera cómoda y también hacer pruebas de comunicación con el propio Chip.

Arduino Uno dispone de 14 pines que pueden configurarse como entrada y salida y a los que pueden conectarse cualquier dispositivo que sea capaz de transmitir o recibir señales digitales de 0 y 5 V.

También dispone de entradas y salidas analógicas. Mediante las entradas analógicas podemos obtener datos de sensores en forma de variaciones continuas de un voltaje. Las salidas analógicas suelen utilizarse para enviar señales de control en forma de señales PWM.

**FIGURA 1.14 Tarjeta Arduino Uno**



**Fuente:** <https://www.google.com.ec/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&>.

Cada uno de los pines digitales dispone de una resistencia de pull-up interna de entre 20 K $\Omega$  y 50 K $\Omega$  que está desconectada, salvo que nosotros indiquemos lo contrario, cada pin funciona a 5V y suministrar hasta 40 mA. La intensidad máxima de entrada también es de 40 mA.

Arduino uno dispone de 6 pines de entradas analógicas que trasladan las señales a un convertor analógico/digital de 10 bits.

### ***1.9.2. Tarjeta Arduino Mega***

El Arduino Mega es un microcontrolador con mayor capacidad de la familia Arduino. Posee 54 pines digitales que funcionan como entrada/salida; 16 entradas análogas, un cristal oscilador de 16 MHz, una conexión USB, un botón de reset y una entrada para la alimentación de la placa.

La comunicación entre la computadora y Arduino se procede a través del puerto serie, sin embargo posee un convertidor USB –Serie, por lo que sólo se necesita conectar el dispositivo a la computadora, utilizando un cable USB como el que utiliza las impresoras.

Arduino puede ser programado de una manera muy fácil utilizando el lenguaje propio de arduino junto con la interfaz Arduino IDE.

Toda la información adicional y detalles acerca de este dispositivo se pueden encontrar en la página oficial de arduino:

<https://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>.

Y para descargar el Arduino se puede visitar la página IDE:

<https://arduino.cc/en/Main/Software>.

**FIGURA 1.15 Tarjeta Arduino Mega**



**Fuente:** <https://www.google.com.ec/search?q=tarjeta+arduino&biw>

### ***1.10. Pantalla TFT***

Es un variante de la pantalla de cristal líquido (LCD) que usa tecnología de transistor de película delgada (TFT) para mejorar su calidad de imagen. Las siglas TFT significan (Thin Film Transistor) se trata de una tecnología basada en transistores de efecto de campo, esto es, se coloca sobre una placa de cristal una lámina que conduce electricidad (electrodo) sobre la cual se colocan capas delgadas que al activarse el electrodo, se van activando colores.

### ***1.10.1. Características***

**Tamaño.-** Es la distancia que existe entre la esquina superior derecha y la esquina inferior izquierda de la pantalla de vidrio, no considerando la cubierta de plástico, la unidad de medida es en pulgadas, no hay estándares definidos.

**Control Digital o Analógico.-** Es analógico si para encender es necesario un botón rígido que cambia de posición al ser oprimido, será digital si cuenta con botones para controlar el ajuste de pantalla que al ser oprimidos vuelven a su estado inicial.

**Tecnología.-** Se la conoce como tecnología estática, ya que la pantalla se actualiza cuando es necesario un cambio de pantalla.

**Resolución.-** SE refiere a la cantidad máxima de pixeles que es capaz de desplegar en la pantalla. Un pixel es cada uno de los puntos de color de la pantalla.

### ***1.10.2. Partes que Componen la Pantalla TFT***

**Pantalla Plana.-** Es la zona en la que se despliegan los gráficos.

**Cubierta.-** Se encarga de proteger los circuitos internos que permiten el funcionamiento de la pantalla, así como de dar estética al producto.

**Controles Digitales.-** Estos básicamente no son físicos, sino que se logra modificar el contraste, el brillo, la posición mediante un software.

### ***1.10.3. Usos Pantalla TFT***

Se utilizan básicamente en equipos portátiles como adquisición de datos, asistentes digitales personales, computadores portátiles.

**FIGURA 1.16 Pantalla TFT  
para Tarjeta Arduino**



**Fuente:** [http://www.informaticamoderna.com/Pantalla\\_TFT.htm](http://www.informaticamoderna.com/Pantalla_TFT.htm)

### ***1.11. Sensores de Corriente SCT 013***

Estos transformadores son sensores que se utilizan para medir la corriente a través de señales (Corriente/Voltaje) hacia la tarjeta Arduino para su Visualización. Funcionan como transformadores por el principio físico de inducción electromagnética, pueden colocarse con una pinza alrededor del cable de una manera fácil de manejar y acoplar.

#### ***1.11.1 Aplicaciones***

- Adecuado para la medición de Corriente.
- Monitoreo y protección de motores
- Equipo de iluminación

**FIGURA 1.17 Sensores SCT013 100A**



**Fuente:** <http://www.sigmaelectronica.net/000v-p-2170.html>

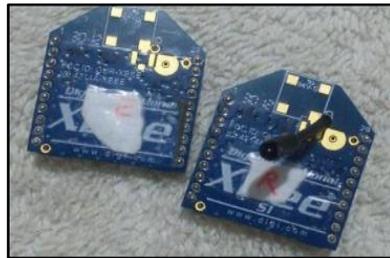
## 1.12. Módulos XBee

Los módulos X BEE son dispositivos que integran un transmisor- receptor de Zigbee y un procesador en el mismo modulo, lo que permite aplicaciones rápidas y sencillas.

Zigbee es un protocolo de comunicaciones inalámbrico, basado en el estándar de redes inalámbricas IEEE 802.15.4, es especialmente útil para redes de sensores en entornos industriales, médicos, domóticas, etc.

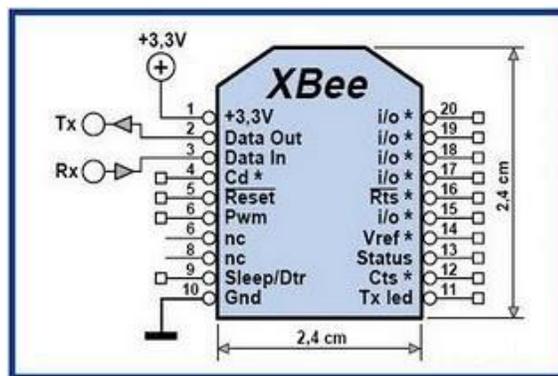
Estos módulos nos ayudan a transmitir la información de la Tarjeta Arduino al PC de forma inalámbrica y poder transmitir los Parámetros Técnicos para su Visualización.

**FIGURA 1.18 Módulos XBee**



Elaborado por: Los Investigadores

**FIGURA 1.19 Diagrama de la Tarjeta XBee**



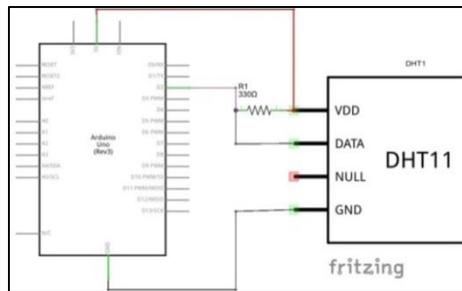
Fuente: <https://www.google.com/search?q=modulo+x+bee+para+arduino&client=firefox-b&source=lnms&tbn=isch&sa>

### 1.13. Sensor de temperatura DHT11

Este sensor permite medir la temperatura del motor, esta magnitud no necesariamente es una variable del generador, pero siempre se debe tomar en cuenta dato de temperatura sea del equipo o del entorno, ya que en la mayoría de dispositivos eléctricos una variación de temperatura influye en sus condiciones de operación.

Es por esto que se ha utilizado este sensor que se acopla con la tarjeta arduino, registrando este valor. A continuación el esquema de conexión con la tarjeta arduino.

**FIGURA 1.20 Esquema de Conexión con la tarjeta Arduino**

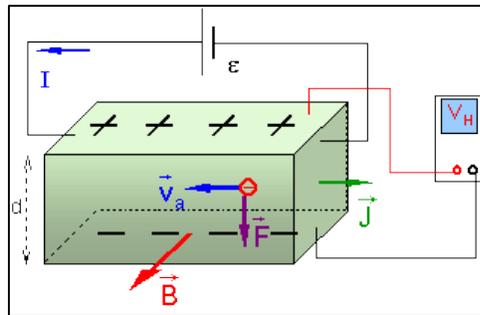


Fuente: [http://www.promotec.net/wp-content/uploads/2014/10/sesion-23\\_esquema.jpg](http://www.promotec.net/wp-content/uploads/2014/10/sesion-23_esquema.jpg)

### 1.14. Sensores De Efecto Hall

Sirven para la medición de campos magnéticos o corrientes. Si fluye corriente por un sensor Hall y se aproxima a un campo magnético que fluye en dirección vertical al sensor, entonces el sensor crea un voltaje saliente proporcional al producto de la fuerza del campo magnético y de la corriente. Si se conoce el valor de la corriente, se puede calcular la fuerza del campo magnético, si se crea el campo magnético por medio de corriente que circula por una bobina o un conductor, entonces se puede medir el valor de la corriente en la bobina o conductor.

**FIGURA 1.21 Efecto Hall**



**Fuente:** [http://www.ecured.cu/Efecto\\_Hall](http://www.ecured.cu/Efecto_Hall)

### **Aplicaciones**

Los sensores de efecto Hall permiten medir:

La movilidad de una partícula cargada eléctricamente

Los Campos magnéticos

La intensidad de corrientes eléctricas

Elaboración de sensores o detección de posición sin contacto

En instrumentos musicales para evitar el desgaste de contactos tradicionales

Codificador de un motor dc.

### **1.15. Protección Circuitos Eléctricos**

Toda instalación eléctrica tiene que estar dotada de una serie de protecciones que la hagan segura, tanto desde el punto de vista de los conductores y los aparatos a ellos conectados, como de las personas que han de trabajar con ello.

Existen muchos tipos de protecciones, pero detallaremos los tres que deban usarse en todo tipo de instalación ya sean de alumbrado, Domesticas, de fuerza, redes de distribución, circuitos auxiliares, etc., de baja o alta tensión.

Estas tres protecciones se detallan a continuación:

### **1.15.1.        *Protección contra cortocircuitos***

Este efecto según la Ley de Ohm, al ser la impedancia 0 hace que la intensidad tienda a infinito, con lo cual pelagra la integridad de conductores y máquinas debido al calor generado por dicha intensidad, debido al efecto Joule. En la práctica, la intensidad producida por un cortocircuito, siempre queda amortiguada por la resistencia de los propios conductores.

$$I = V/Z \text{ (si } Z \text{ es } 0, I \text{ es igual a infinito)}$$

Los dispositivos más empleados para la protección contra cortocircuitos son:

- Fusibles calibrados (también llamados cortacircuitos)
- Interruptores automáticos magneto térmicos.

Los cartuchos fusibles también pueden mejorarse aplicando técnicas de enfriamiento o rapidez de fusión, para la mejor protección de los diferentes tipos de circuitos que puede haber en una instalación, por lo cual y dentro de una misma intensidad, atendiendo a la rapidez de fusión. Los cartuchos fusibles se clasifican en:

**Fusibles rápidos.**- se funden en un segundo para  $I = 2,5 I_f$

**Fusibles lentos.**- se funden en un segundo para  $I = 5 I_f$

**Fusibles de Acompañamiento.**- se funden en un segundo para  $I = 8 I_f$

### **1.15.2.        *Protección contra sobrecargas***

Entendemos por sobrecarga al exceso de intensidad en un circuito, estas deben de protegerse, ya que pueden dar lugar a la destrucción total de los aislamientos, de una red o de un motor conectada a ella.

Los dispositivos más empleados para la protección contra sobrecarga son.

- Fusibles calibrados, tipo gT o gF.
- Interruptores automáticos magneto térmicos.

- Relés Térmicos

Para los circuitos domésticos, de alumbrado y para pequeños motores, se suelen emplear los dos primeros siempre y cuando se utilice el tipo y la calibración apropiada al circuito a proteger. Por el contrario para los motores trifásicos se suelen emplear los llamados Relés Térmicos.

### ***1.15.3. Protección contra Electrocutión***

Frente a los peligros de la corriente eléctrica la seguridad de las personas, ha de estar fundamentada en que nunca pueden estar sometidas involuntariamente a una tensión peligrosa. Por tal motivo, para la protección contra la electrocución deben de ponerse los medios necesarios para que esto nunca ocurra.

La reglamentación actual se clasifica en dos clases:

**Clase A.-** Consiste en tomar Medidas que eviten el riesgo en todo momento:

- Separación de Circuitos
- Empleo de pequeñas tensiones de seguridad (50, 24 o 15 V).
- Separación entre partes con tensión y masas metálicas, por medio de aislamientos.
- Inaccesibilidad simultanea entre conductores y masas.
- Recubrimiento de las masas con elementos aislantes.

**Clase B.-** es el más empleado en instalaciones domesticas como industriales se emplean principalmente dos tipos de protecciones:

- Puesta a tierra de las masas
- Relés de control de aislamiento
- Interruptores Diferenciales
- Relés de Aislamiento

#### **1.15.4. Puesta a Tierra**

Se denomina puesta a tierra a la unión eléctrica, entre dos masas metálicas de una instalación y un electrodo. Con la puesta a tierra se trata que las corrientes de defecto a tierra ( $I_d$ ) tengan un camino más fácil, que el que tendría el cuerpo de una persona que tocara la carcasa metálica bajo tensión. Por tanto las instalaciones industriales deben de realizarse tomas de tierra independientes: las masas metálicas de los aparatos eléctricos, para la conexión de los neutro de los transformadores de potencia y para la conexión de los descargadores o pararrayos.

#### **1.16. Disyuntor**

Un disyuntor, interruptor automático es capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente eléctrica que por él circula excede de un determinado valor, o en que se ha producido un cortocircuito, con el propósito de evitar daños a los equipos eléctricos. A diferencia de los fusibles que deben ser reemplazados tras un único uso, el disyuntor puede ser rearmado una vez localizado y reparado el problema que haya causado su disparo o desactivación automática.

Los disyuntores se fabrican en diferentes tamaños y características, lo cual hace que sean ampliamente utilizados en viviendas, industrias y comercios.

Los disyuntores más utilizados son los que trabajan con corrientes alternas, aunque existen también para corrientes continuas a continuación se señala los tipos de disyuntores:

- Disyuntor Magneto térmico
- Disyuntor Magnético
- Disyuntor Térmico
- Guardamotor

## 1.17. Transmisión por Poleas

Un sistema de transmisión por correas es un conjunto de dos poleas acopladas por medio de una correa con la finalidad de transmitir fuerzas y velocidades angulares entre árboles paralelos que se encuentran a una cierta distancia.

En un sistema de transmisión de poleas son necesarias dos de ellas, una conductora, de entrada que va solidaria a un eje movido por un motor, y otra conducida, de salida, también acoplada a un eje y que es donde encontraremos la resistencia que hay que vencer.

Calculo de la relación de transmisión:

Ecuación fundamental de la transmisión por correas:

$$D1N1=D2N2$$

**Ecuación 1. 18**

**Dónde:**

D1: Diámetro Polea Motriz (Motor)

N1: Velocidad Polea Motriz (1680Rpm)

D2: Diámetro Polea Conducida (Generador 52.5mm)

N2: Velocidad Polea Conducida (2800Rpm)

## **CAPÍTULO II**

### **2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA UN GENERADOR EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.**

#### **2.1 Antecedentes**

La Universidad Técnica de Cotopaxi, dentro de su oferta académica de estudio abarca la carrera de Ingeniería en Electromecánica, la misma que forma profesionales con sentido humanista, esto a la vez nos lleva a reconocer que dentro de la formación estudiantil se hace necesario la implementación y actualización de laboratorios para el uso teórico-práctico de los estudiantes que tengan fines didácticos claros y conlleven al adiestramiento práctico dentro del proceso de aprendizaje.

Es por esta razón que como egresados de la carrera ha propuesto realizar este proyecto de investigación que con la guía del director de tesis, se vea plasmado en la utilización de las presentes y futuras generaciones de estudiantes que pasaran por las aulas de esta gran universidad. A través del paso del tiempo se han utilizado distintas formas de energías como la hidráulica, eólica, térmica, entre otras, que han permitido reemplazar el esfuerzo físico humano, esto ha sido posible gracias a la investigación

de científicos, que con su investigación y experimentación han contribuido con las bases para los grandes avances tecnológicos.

La universidad mantiene el firme compromiso constante de las autoridades de encontrar el equilibrio entre la calidad y excelencia educativa, fortaleciendo los objetivos científicos y educativos de los estudiantes, además de dar un toque adicional mediante la vinculación de los pueblos siendo una de las prioridades del campus.

## **2.2. Filosofía Institucional**

### **2.2.1. Misión**

La “Universidad Técnica de Cotopaxi”, forma profesionales humanistas con pensamiento crítico y responsabilidad social, de alto nivel académico, científico y tecnológico con liderazgo y emprendimiento, sobre la base de los principios de solidaridad, justicia, equidad y libertad; genera y difunde el conocimiento, la ciencia, el arte y la cultura a través de la investigación científica y la vinculación con la sociedad para contribuir a la transformación económica-social del país.

### **2.2.2. Visión**

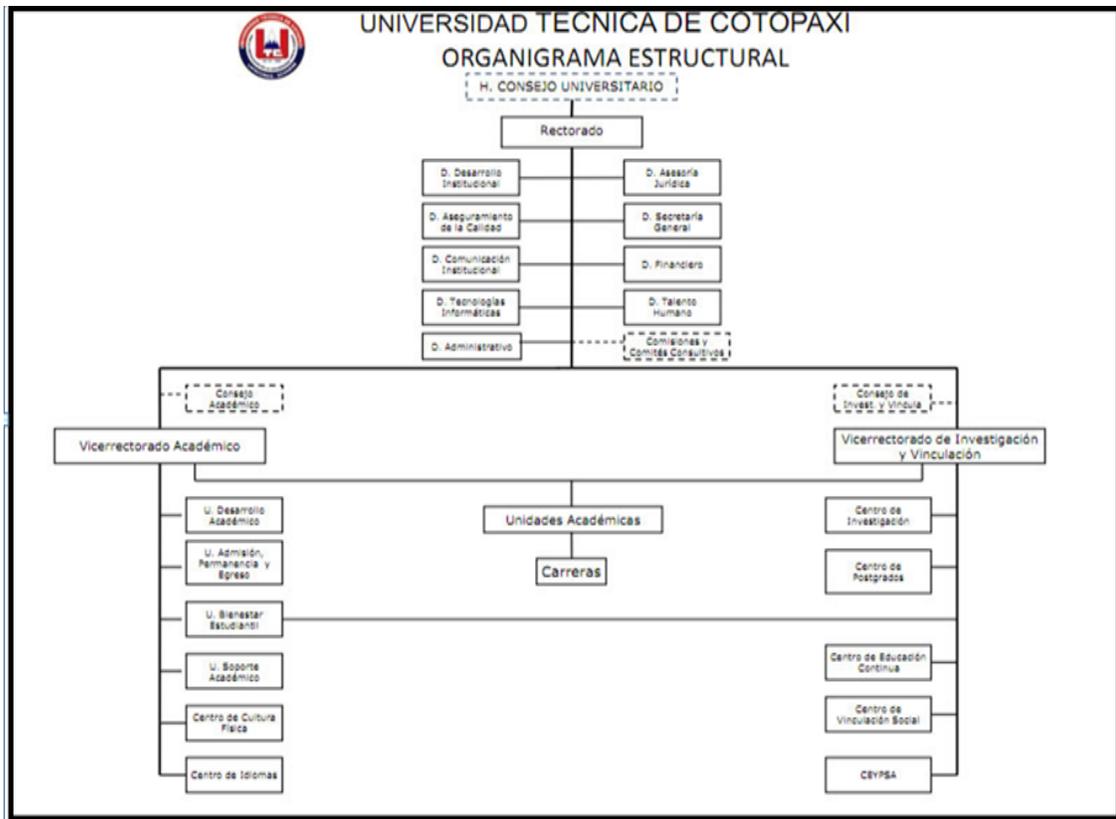
Será un referente regional y nacional en la formación, innovación y diversificación de profesionales acorde al desarrollo del pensamiento, la ciencia, la tecnología, la investigación y la vinculación en función de la demanda académica y las necesidades del desarrollo local, regional y del país.

## **2.3. Estructura Orgánica**

En el organigrama estructural señala los canales de comunicación para cada uno de las unidades académicas y extensiones, así como las autoridades que la dirigen y sus responsabilidades específicas dentro de cada departamento.

A continuación se presenta el organigrama estructural correspondiente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y la Unidad Académica en la cual se desarrollara el proyecto.

**FIGURA 2. 22 Organigrama Estructural Universidad Técnica de Cotopaxi**



Fuente: <http://www.utc.edu.ec>  
 Recopilado por: Los Investigadores

## 2.4. Unidades Académicas

El campus ofrece a los estudiantes que han terminado su educación básica secundaria, la oportunidad de seguir con sus estudios en diferentes unidades académicas, las mismas que son las siguientes:

- Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

- Unidad Académica de Ciencias Administrativas y Humanísticas.
- Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

En la Unidad a la cual pertenecemos y se desarrollara la implementación del proyecto es en la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, Carrera de Ingeniería en Electromecánica, contamos con una ventaja actualmente dentro del ámbito laboral del País, pues se ha venido realizando avances científicos y tecnológicos y por ser una carrera técnica, tenemos más oportunidades laborales.

## **2.5. DISEÑO METODOLÓGICO**

### ***2.5.1. Métodos Generales***

En el proceso educativo existen diferentes tipos de investigación, los cuales exigen al investigador a seguir pasos estratégicos para obtener conocimientos del trabajo investigativo a realizar, los mismos que ayudarán a encaminar todas las actividades con la finalidad de alcanzar el objetivo planteado.

### ***2.5.2. Tipos de Investigación***

Los tipos de Investigación que se utilizarán en el presente trabajo a desarrollarse serán los siguientes.

#### ***2.5.2.1 Investigación Aplicada***

En el presente proyecto se aplicó este tipo de investigación con el objetivo de optimizar tiempo, poniendo en práctico lo aprendido durante las clases académicas de la Universidad.

#### ***2.5.2.2 Investigación de Laboratorio***

Esto permitirá la ejecución de prácticas, experimentos y otras formas de instaurar una hipótesis que permita que sea positivo la investigación del proyecto.

### ***2.5.2.3 Investigación Bibliográfica***

Para concretar con el proyecto se realizará varias investigaciones bibliográficas, ya que el contenido teórico será de mucha ayuda para conocer con exactitud la información que necesitamos de cada elemento.

### ***2.5.3. Métodos de Investigación***

Los métodos de investigación son pasos que nos ayudara a recopilar suficiente información, y esta misma información se ordenará y analizará para llegar a cumplir los objetivos planteados en el proyecto.

Los métodos que se usarán son los siguientes:

#### ***2.5.3.1 Método Inductivo***

Es aquella que va de los hechos particulares a afirmaciones de carácter general. Se aplicará este método ya que el proceso de la investigación se realizará la observación específica de la situación actual del laboratorio de máquinas eléctricas lo cual permitirá formular una tentativa de actualizar el mismo.

#### ***2.5.3.2 Método Deductivo***

Es aquel que parte de verdades previamente establecidas como principio general para luego aplicarlo a casos individuales y comprobar así su validez. Se lo empleará en la identificación de las posibles estrategias que ayuden al mejoramiento del laboratorio, mediante la observación y descripción del estado actual de cada máquina existente.

#### ***2.5.3.3 Método Experimental***

Ya que se experimentara en este trabajo, condiciones y fenómenos controlados por los investigadores a fin de desarrollar características en los resultados, de esta manera obtener lo requerido en el proyecto.

#### ***2.5.4. Técnicas de Investigación***

Para el desarrollo e implementación del presente proyecto se utilizaron los siguientes tipos o técnicas de investigación.

##### ***2.5.4.1 Observación***

Es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, para su posterior análisis. La observación será realizada de manera directa en el laboratorio de máquinas eléctricas de la Universidad ya que es necesario conocer de modo real y preciso, mediante la utilización de instrumentos de registro como una cámara digital para saber el estado físico del laboratorio.

Con el fin de valorar la problemática planteado al principio de la investigación. Se aplicará a las Autoridades de la Institución las cuales nos ayuden a recopilar información que sirva de utilidad para el desarrollo del proyecto.

##### ***2.5.4.2 Encuesta***

Para el desarrollo de esta técnica se efectuara algunas preguntas con la finalidad de recopilar opiniones de los docentes y estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica. En la misma que tomares una muestra para ver comprobar la factibilidad del proyecto a ejecutarse.

##### ***2.5.4.3 Entrevista***

Esta técnica nos ayuda a fomentar nuestras ideas, el cual se desarrollara entre dos personas el entrevistado que en este caso será los docentes y el entrevistador que será uno de los investigadores con el propósito de recopilara más información, la misma que ayudara a la correcta ejecución del proyecto.

## **2.5.5. Instrumento de Investigación**

### **2.5.5.1 Cuestionario**

Se utilizara el Cuestionario de preguntas que ha sido diseñada por los investigadores, el mismo será realizado a la población seleccionada de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica, con el objetivo de conocer que tan importante es el proyecto para los estudiantes.

## **2.6. Cálculo de Población y Muestra**

Para la implementación del presente proyecto de investigación se utilizarán los siguientes recursos humanos que con la ayuda de una investigación de aplicada, descriptiva laboratorio y usando métodos de investigación como es el método deductivo, inductivo, experimental y adicional con una técnica investigativa de observación se pudo seleccionar la información idónea para el desarrollo del proyecto.

Para realizar la investigación tomaremos una muestra total de la población, será aplicada en la Carrera de Ingenie en Electromecánica, de la Universidad Técnica de Cotopaxi correspondiente al Sector San Felipe, considerando un error muestral permitido del 5%.

Para el cálculo de la muestra se utilizará la siguiente formula.

**Ecuación 2.19**

$$n = \frac{N \cdot O^2 \cdot XZ^2}{(N - 1)E^2 + O^2 XZ^2}$$

**Dónde:**

n=?      N= 80

O= Desviación estándar de la población que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0,5.

Z= Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que, si no se tiene su valor, se lo toma en relación al 95% de confianza equivale a 1,96 (como más usual) o en relación al 99% de confianza equivale 2,58, valor que queda a criterio del investigador.

E= Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09), valor que queda a criterio del encuestador.

$$n = \frac{80 \times (0.5)^2 \times (1.96)^2}{(80 - 1)(0.06)^2 + (0.5)^2 \times (1.96)^2}$$

$$n = \frac{80 \times (0,25) \times (3,84)}{(79)(0,0036) + (0,25) \times (3,84)}$$

$$n = \frac{76,8}{0,2844 + 0,96}$$

$$n = 61,72$$

**Tabla 2.1 Población y Muestra de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica**

<b>PARTICIPANTES</b>	<b>NÚMERO</b>
Docentes de la Carrera de Ingeniería Electromecánica del Área Técnica.	7
Estudiantes de 4to y 5to nivel de Ing. Electromecánica de la Universidad	70
Laboratoristas de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.	3
<b>TOTAL</b>	<b>80</b>

**Fuente:** Coordinador de la Carrera de Ingeniería Electromecánica.

**Elaborado por:** Los Investigadores.

## **2.7. Resultados y Análisis de las Entrevistas**

### **Entrevista realizada a los Docentes de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.**

Dado el conocimiento y experiencia que poseen los docentes de la Carrera de Electromecánica que se ha denominado “Entrevistados”, se les ha realizado una Entrevista número 1 y número 2 que consta de 3 preguntas cada una con la que se han pretendido identificar posibles explicaciones, obstáculos y opiniones sobre la aceptación o refutación de las hipótesis de partida planteada en esta investigación.

La finalidad de realizar la entrevista es de constatar la factibilidad del proyecto con el tema propuesto. “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA UN GENERADOR DE CORRIENTE CONTINUA, APLICANDO CARGAS VARIABLES PARA LA VISUALIZACIÓN DE PARÁMETROS TÉCNICOS A TRAVÉS DEL SOFTWARE LABVIEW”.

En la Entrevista 1 (Anexo 1) el docente da a conocer que es necesario realizar prácticas con los estudiantes en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas ya que complementará a su perfil profesional.

En la Entrevista 2 (Anexo 2) el docente afirma que es útil la implementación del Banco de Pruebas de un Generador DC, pues ayudará para el análisis del comportamiento del generador y la variación de parámetros técnicos que se obtiene al aplicar cargas variables.

Como grupo investigador con los resultados obtenidos en las entrevistas se concluye que la implementación del banco de pruebas de un generador DC es de vital importancia para las prácticas que se realiza en el laboratorio de máquinas eléctricas, logrando así una completa visualización del comportamiento de parámetros técnicos que se obtienen del generador al aplicar cargas variables.

## 2.8. Resultado y Análisis de Resultados de las Encuestas

**2.8.1. Pregunta N°1** *¿Qué tipos de equipos existe en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas de la Universidad Técnica de Cotopaxi?*

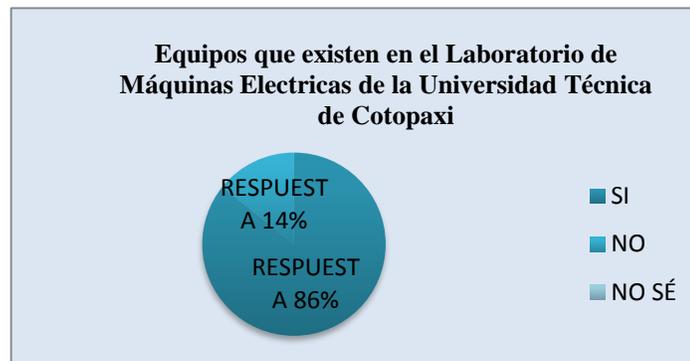
**Tabla 2.2 Resultado Pregunta N° 1**

N°	RESPUESTA	FRECUENCIA	(%)
1	SI	60	85,71
2	NO	10	14,29
3	NO SÉ	0	0,00
<b>TOTAL</b>		70	100%

**FUENTE:** 4to y 5to ciclo Ing. Electromecánica U.T.C

**ELABORADO POR:** Los investigadores.

**Gráfico 2.1 Equipos que existen en el Laboratorio**



**FUENTE:** 4to y 5to nivel de Ing. Electromecánica U.T.C.

**ELABORADOR POR:** Los Investigadores

### INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS:

El siguiente Gráfico N° 2.1 muestra que el 86% de los estudiantes de 4to y 5to nivel de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica, SI conoce los tipos de equipos que existen en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas y un 14% lo desconocen.

**2.8.2. Pregunta N°2:** *Si se realizarán prácticas en el Laboratorio con mayor frecuencia cree que se complementaria a los conocimientos teóricos?*

**Tabla 2.3 Resultado Pregunta N° 2**

N°	RESPUESTA	FRECUENCIA	(%)
1	SI	69	98,57
2	NO	1	1,43
3	NO SÉ	0	0,00
<b>TOTAL</b>		70	100%

**FUENTE:** 4to y 5to ciclo Ing. Electromecánica U.T.C  
**ELABORADO POR:** Los investigadores.

**Gráfico 2.2 Prácticas en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas**



**FUENTE:** 4to y 5to ciclo Ing. Electromecánica U.T.C  
**ELABORADO POR:** Los investigadores.

**INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS:**

Como se puede observar en el Gráfico N° 2.2 muestra que el 99% de los estudiantes de 4to y 5to nivel de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica, afirman que con las prácticas en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas fortalecerá los conocimientos teóricos y el 1% que no sirve como una fortaleza.

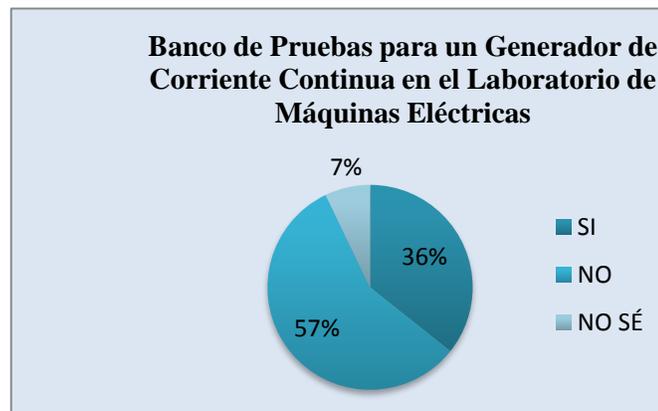
**2.8.3. Pregunta N°3** ¿Usted conoce si en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas hay un Banco de Pruebas para un Generador de Corriente Continua?

**Tabla 2.4 Resultado Pregunta N° 3**

N°	RESPUESTA	FRECUENCIA	(%)
1	SI	25	35,71
2	NO	40	57,14
3	NO SÉ	5	7,14
<b>TOTAL</b>		70	100%

FUENTE: 4to y 5to ciclo Ing. Electromecánica U.T.C  
ELABORADO POR: Los investigadores.

**Gráfico 2.3 Banco de Pruebas para un Generador en el Laboratorio**



FUENTE: 4to y 5to ciclo Ing. Electromecánica U.T.C  
ELABORADO POR: Los investigadores.

### INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS:

Los resultados en el siguiente Gráfico N° 2.3 muestra que el 36% de los estudiantes de 4to y 5to nivel de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica, afirman que hay un Banco de Pruebas, el 57% dice que no existe y un 7% que no sabe si hay o no un Banco de Pruebas en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas.

**2.8.4. Pregunta N°4** ¿Usted conoce si en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas hay un Banco de Pruebas para un Generador de Corriente Continua?

**Tabla 2.5 Resultado Pregunta N° 4**

N°	RESPUESTA	FRECUENCIA	(%)
1	SI	25	35,71
2	NO	40	57,14
3	NO SÉ	5	7,14
<b>TOTAL</b>		70	100%

**FUENTE:** 4to y 5to nivel de Ing. Electromecánica U.T.C.

**ELABORADOR POR:** Los Investigadores

**Gráfico 2.2 Banco de Pruebas para un Generador con software Labview**



**FUENTE:** 4to y 5to nivel de Ing. Electromecánica U.T.C.

**ELABORADOR POR:** Los Investigadores

### **INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS:**

De acuerdo con los datos del Gráfico N° 2.4 muestra que el 36% de los estudiantes de 4to y 5to nivel de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica, afirman que hay un Banco de Pruebas para un Generador con software Labview, el 57% dice que no existe y un 7% que no sabe si hay o no un Banco de Pruebas para un Generador con software Labview.

**2.8.5 Pregunta N°5** ¿El conocimiento de equipos como el Generador, cree usted que ayuda al perfil profesional, ya que nos encontraremos con uno similar en el ámbito laboral?

**Tabla 2.6 Resultado Pregunta N° 5**

N°	RESPUESTA	FRECUENCIA	(%)
1	SI	62	88,57
2	NO	4	5,71
3	NO SÉ	4	5,71
<b>TOTAL</b>		70	100%

**FUENTE:** 4to y 5to nivel de Ing. Electromecánica U.T.C.

**ELABORADOR POR:** Los Investigadores

**Gráfico 2.3 Conocimientos de Equipos**



**FUENTE:** 4to y 5to nivel de Ing. Electromecánica U.T.C.

**ELABORADOR POR:** Los Investigadores

**INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS:**

Como se puede observar en el Gráfico N° 2. 5 muestra que el 88% de los estudiantes de 4to y 5to nivel de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica, afirman que el conocer sobre equipos en este caso el Generador es importante para su ámbito laboral.

**2.8.6 Pregunta N°6; Cree Usted que es necesario conocer la inducción de voltaje de un Generador de Corriente Continua?**

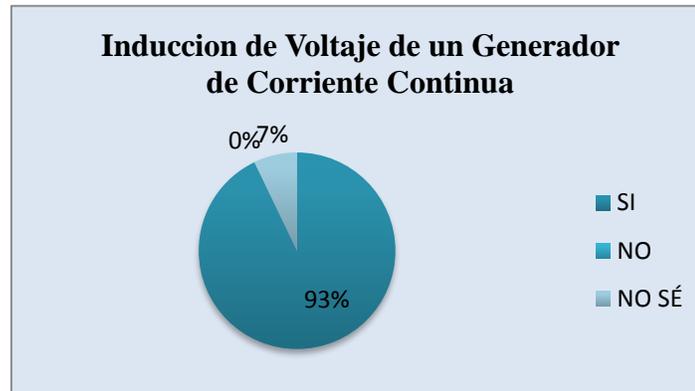
**Tabla 2.7 Resultado Pregunta N° 6**

N°	RESPUESTA	FRECUENCIA	(%)
1	SI	65	92,86
2	NO	0	0
3	NO SÉ	5	7,14
<b>TOTAL</b>		70	100%

**FUENTE:** 4to y 5to nivel de Ing. Electromecánica U.T.C.

**ELABORADOR POR:** Los Investigadores

**Gráfico 2.4 Inducción de Voltaje de una Generador**



**FUENTE:** 4to y 5to nivel de Ing. Electromecánica U.T.C.

**ELABORADOR POR:** Los Investigadores

**INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS:**

Según el Gráfico N° 2. 6 muestra que el 93% de los estudiantes de 4to y 5to nivel de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica, afirman que es necesario conocer la inducción de voltaje de un Generador y el 7% no sabe.

**2.8.7 Pregunta N°7** ¿Si se utiliza los conocimientos teóricos aprendidos en las aulas ayudará a entender y desarrollar las prácticas en el Laboratorio?

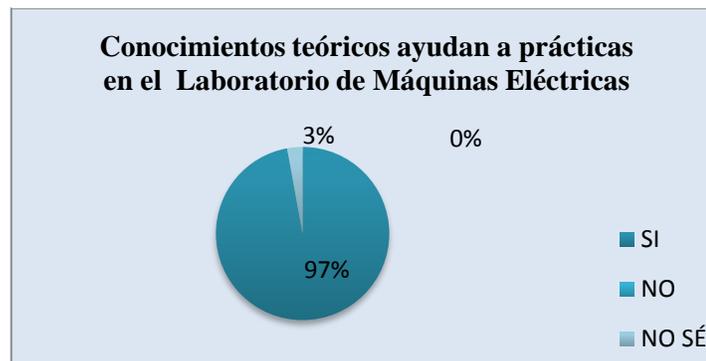
**Tabla 2.8 Resultado Pregunta N° 7**

N°	RESPUESTA	FRECUENCIA	(%)
1	SI	68	97,14
2	NO	0	0
3	NO SÉ	2	2,86
<b>TOTAL</b>		70	100%

**FUENTE:** 4to y 5to nivel de Ing. Electromecánica U.T.C.

**ELABORADOR POR:** Los Investigadores

**Gráfico2.5 Conocimientos Teóricos ayudan en la Práctica**



**FUENTE:** 4to y 5to nivel de Ing. Electromecánica U.T.C.

**ELABORADOR POR:** Los Investigadores

**INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS:**

El Gráfico N° 2.7 muestra que el 97% de los estudiantes de 4to y 5to nivel de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica, afirman que los estudios teóricos adquiridos ayudarán a mejorar los conocimientos prácticos en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas y un 3% que no serán de mayor beneficio.

**2.8.8 Pregunta N° 8** *¿Considera que es necesario aprender las formas de conexión y aplicación de un Generador de Corriente Continua?*

**Tabla 2.9 Resultado Pregunta N° 8**

N°	RESPUESTA	FRECUENCIA	(%)
1	SI	70	100
2	NO	0	0
3	NO SÉ	0	0
<b>TOTAL</b>		70	100%

**FUENTE:** 4to y 5to nivel de Ing. Electromecánica U.T.C.

**ELABORADOR POR:** Los Investigadores

**Gráfico 2.6 Formas de Conexión y Aplicación**



**FUENTE:** 4to y 5to nivel de Ing. Electromecánica U.T.C.

**ELABORADOR POR:** Los Investigadores

**INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS:**

Como se puede observar en el Gráfico N° 2.8 el 100% de los estudiantes de 4to y 5to nivel de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica, dicen que si es importante conocer las formas de conexión y aplicación de un Generador de Corriente Continua.

**2.8.9 Pregunta N° 9:** ¿Al manipular un Banco de Pruebas de un Generador de Corriente Continua, ayudará a las prácticas de los estudiantes?

**Tabla 2.10 Resultado Pregunta N° 9**

N°	RESPUESTA	FRECUENCIA	(%)
1	SI	70	100
2	NO	0	0
3	NO SÉ	0	0
<b>TOTAL</b>		70	100%

**FUENTE:** 4to y 5to nivel de Ing. Electromecánica U.T.C.

**ELABORADOR POR:** Los Investigadores

**Gráfico 2.7 Prácticas Banco de Pruebas**



**FUENTE:** 4to y 5to nivel de Ing. Electromecánica U.T.C.

**ELABORADOR POR:** Los Investigadores

**INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS:**

En el siguiente Gráfico N° 2.9 el 100% de los estudiantes de 4to y 5to nivel de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica, dicen ayuda en la práctica el manipular el Banco de Pruebas para un Generador de Corriente Continua.

**2.8.10 Pregunta N° 10** ¿Piensa Usted que es importante para la ejecución de las practicas, tener un manual de instrucciones en el cual se indique el uso de los equipos en el laboratorio de máquinas eléctricas?

**Tabla 2.11 Resultado Pregunta N° 10**

N°	RESPUESTA	FRECUENCIA	(%)
1	SI	70	100
2	NO	0	0
3	NO SÉ	0	0
<b>TOTAL</b>		70	100%

**FUENTE:** 4to y 5to nivel de Ing. Electromecánica U.T.C.

**ELABORADOR POR:** Los Investigadores

**Gráfico 2.8 Manual de Instrucciones**



**FUENTE:** 4to y 5to nivel de Ing. Electromecánica U.T.C.

**ELABORADOR POR:** Los Investigadores

**INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS:**

En el siguiente Gráfico N° 2.10 el 100% de los estudiantes de 4to y 5to nivel de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica, creen necesario tener un manual de instrucciones de los Equipos en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas.

## 2.9. Operacionalización de las Variables

Tabla 2.12 Operacionalización de las Variables

HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	ITEMS BÁSICOS	INSTRUMENTOS
Diseño e implementación de un banco de pruebas para un generador de corriente continua aplicando cargas variables para la visualización de parámetros técnicos de funcionamiento a través del software LabVIEW para el Laboratorio de Máquinas Eléctricas en la Universidad Técnica de Cotopaxi.	<b>Variable Independiente</b>	Comprensión sobre la temática y diseño de la implementación de un banco de pruebas de una Generador de Corriente Continua.	Pregunta 1	Entrevista
	La implementación de un Banco de Pruebas para un Generador de corriente Continua para el Laboratorio de Máquinas Eléctricas de la Universidad Técnica de Cotopaxi.		Pregunta 2	
		Permitirá visualizar los parámetros técnicos de funcionamientos a través del Software LabVIEW.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Importancia de conocer los usos y sus aplicaciones de un Generador.</li> <li>▪ Agregar un valor adicional y fortalecer los conocimientos de los estudiantes a través de prácticas.</li> </ul>	Pregunta 3
	Pregunta 1 Pregunta 2 Pregunta 3 Pregunta 4 Pregunta 5			
			Pregunta 1 Pregunta 2 Pregunta 3	Entrevista
			Pregunta 6 Pregunta 7 Pregunta 8 Pregunta 9 Pregunta 10	Encuesta

Elaborado por: Los Investigadores

## **2.10. Comprobación de la Hipótesis**

### ***2.10.1. Planteamiento de la Hipótesis***

Para desarrollara el presente proyecto investigativo se planteó la siguiente Hipótesis.

Con la implementación de un Banco de Pruebas para un Generador de corriente continua, en el laboratorio de Máquinas Eléctricas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, permitirá que los estudiantes cuenten con un módulo didáctico que facilitará la visualización de los diferentes parámetros técnicos de funcionamiento, desarrollando así sus destrezas teóricas y prácticas.

#### ***2.10.1.1 Hipótesis Nula***

La implementación de un Banco de Pruebas para un Generador de corriente continua, en el laboratorio de Máquinas Eléctricas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, **NO** permitirá que los estudiantes cuenten con un módulo didáctico que facilitará la visualización de los diferentes parámetros técnicos de funcionamiento.

#### ***2.10.1.2 Hipótesis Alternativa***

La implementación de un Banco de Pruebas para un Generador de corriente continua, en el laboratorio de Máquinas Eléctricas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, **SI** permitirá que los estudiantes cuenten con un módulo didáctico que facilitará la visualización de los parámetros técnicos de funcionamiento.

### ***2.10.2 Nivel de Significación***

La probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando es falsa es de 5% es decir que el nivel de confianza es del 95%.

### 2.10.3 Argumento

#### 2.10.3.1 Estadística de Prueba Ingeniería Electromecánica

Se utilizará la prueba estadística para la verificación de la hipótesis la fórmula del CHI – CUADRADO, la técnica de investigación que se uso es la encuesta y los resultados se describen a continuación:

**Tabla 2.13 Datos Recopilados de la Encuesta**

PREGUNTAS	SI (fo)	NO (fo)	NO SÉ	TOTAL
1	60	10	0	70
2	69	1	0	70
3	25	40	5	70
4	25	40	5	70
5	62	4	4	70
6	65	0	5	70
7	68	0	2	70
8	70	0	0	70
9	70	0	0	70
10	70	0	0	70
<b>TOTAL</b>	<b>584</b>	<b>95</b>	<b>21</b>	<b>700</b>

**Fuente:** Encuesta estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica.

**Elaborado por:** Los investigadores

#### Aplicamos la Fórmula de la Frecuencia Esperada

**Ecuación 2.20**

$$fe = \frac{t_f * t_c}{t_g}$$

Dónde:

*fe* = Frecuencia Esperada

*tf* = Total Filas

*tc* = Total Columnas

*tg* = Total General

**Tabla 2.14 Resultado de la Frecuencia Esperada**

<b>PREGUNTAS</b>	<b>SI (<i>f<sub>o</sub></i>)</b>	<b>NO (<i>f<sub>o</sub></i>)</b>	<b>NO SÉ</b>	<b>TOTAL</b>
1	58,40	9,50	2,10	70,00
2	58,40	9,50	2,10	70
3	58,40	9,50	2,10	70
4	58,40	9,50	2,10	70
5	58,40	9,50	2,10	70
6	58,40	9,50	2,10	70
7	58,40	9,50	2,10	70
8	58,40	9,50	2,10	70
9	58,40	9,50	2,10	70
10	58,40	9,50	2,10	70
<b>TOTAL</b>	<b>584</b>	<b>95</b>	<b>21</b>	<b>700</b>

**Fuente:** Encuesta estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica.  
**Elaborado por:** Los investigadores

### Fórmula del Chi Cuadrado

### Ecuación 2.21

$$XC = \frac{(fo - fe)^2}{fe}$$

**Dónde:**

XC = Valor Chi Cuadrado

*f<sub>o</sub>* = Frecuencia Observada

*f<sub>e</sub>* = Frecuencia Esperada

### 2.10.3.2 Resolución de la Formula del Chi Cuadrado

**Tabla 2.15 Resultado del Chi Cuadrado**

PREGUNTAS		$f_o$	$f_e$	$(f_o - f_e)$	$(f_o - f_e)^2$	$XC = \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$
Pregunta 1	SI	60	58,40	1,6	2,56	0,044
Pregunta 1	NO	10	9,50	0,5	0,25	0,026
Pregunta 1	NO SÉ	0	2,10	-2,1	4,41	2,100
Pregunta 2	SI	69	58,40	10,6	112,36	1,924
Pregunta 2	NO	1	9,50	-8,5	72,25	7,605
Pregunta 2	NO SÉ	0	2,10	-2,1	4,41	2,100
Pregunta 3	SI	25	58,40	-33,4	1115,56	19,102
Pregunta 3	NO	40	9,50	30,5	930,25	97,102
Pregunta 3	NO SÉ	5	2,10	2,9	8,41	4,005
Pregunta 4	SI	25	58,40	-33,4	1115,56	19,102
Pregunta 4	NO	40	9,50	30,5	930,25	97,921
Pregunta 4	NO SÉ	5	2,10	2,9	8,41	4,005
Pregunta 5	SI	62	58,40	3,6	12,96	0,222

Pregunta 5	NO	4	9,50	-5,5	30,25	3,184
Pregunta 5	NO SÉ	4	2,10	1,9	3,61	1,719
Pregunta 6	SI	65	58,40	6,6	43,56	0,746
Pregunta 6	NO	0	9,50	-9,5	90,25	9,500
Pregunta 6	NO SÉ	5	2,10	2,9	8,41	4,005
Pregunta 7	SI	68	58,40	9,6	92,16	1,578
Pregunta 7	NO	0	9,50	-9,5	90,25	9,500
Pregunta 7	NO SÉ	2	2,10	-0,1	0,01	0,005
Pregunta 8	SI	70	58,40	11,6	134,56	2,304
Pregunta 8	NO	0	9,50	-9,5	90,25	9,500
Pregunta 8	NO SÉ	0	2,10	-2,1	4,41	2,100
Pregunta 9	SI	70	58,40	11,6	134,56	2,304
Pregunta 9	NO	0	9,50	-9,5	90,25	9,500
Pregunta 9	NO SÉ	0	2,10	-2,1	4,41	2,100
Pregunta 10	SI	70	58,40	11,6	134,56	2,304
Pregunta 10	NO	0	9,50	-9,5	90,25	9,500
Pregunta 10	NO SÉ	0	2,10	-2,1	4,41	2,100
<b>TOTAL</b>						<b>328,026</b>

**Fuente:** Encuesta estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica.

**Elaborado por:** Los investigadores

## Grados de Libertad

### Ecuación 2.22

$$gl = (nr - 1) * (nc - 1)$$

Dónde:

gl = grado de libertad

nr = número de filas

nc = número de columnas

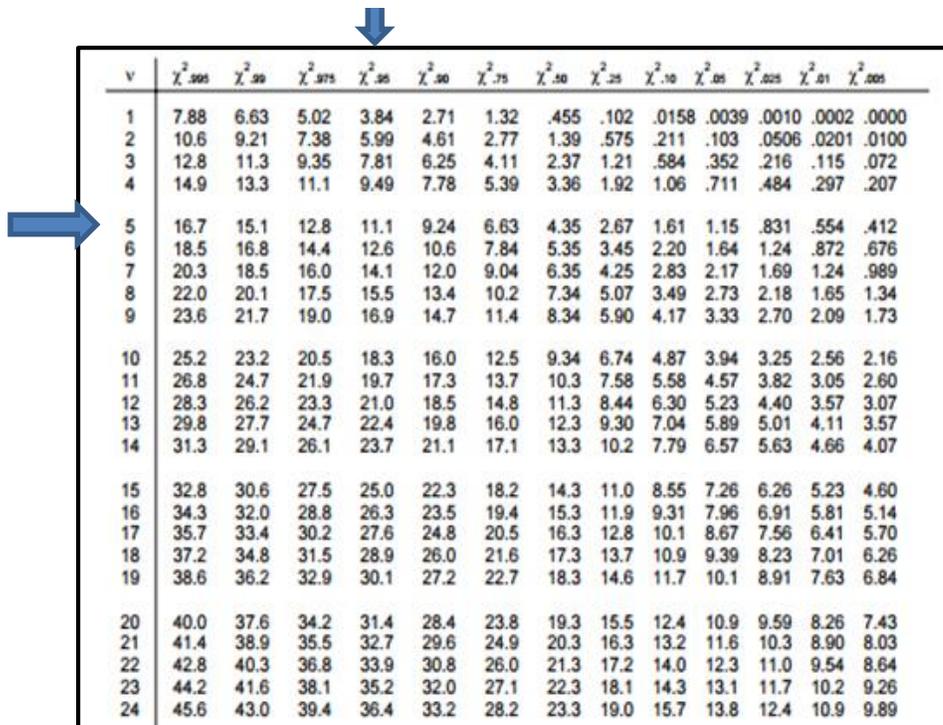
$$gl = (6-1) * (2-1)$$

$$gl = 5$$

Con un nivel de riesgo del 5% o nivel de confianza del 95% y 5 grado de libertad

$$X_{2p} = 11,070$$

**FIGURA 2.23 Distribución Chi Cuadrado**



V	$\chi^2_{.995}$	$\chi^2_{.99}$	$\chi^2_{.975}$	$\chi^2_{.95}$	$\chi^2_{.90}$	$\chi^2_{.75}$	$\chi^2_{.50}$	$\chi^2_{.25}$	$\chi^2_{.10}$	$\chi^2_{.05}$	$\chi^2_{.025}$	$\chi^2_{.01}$	$\chi^2_{.005}$
1	7.88	6.63	5.02	3.84	2.71	1.32	.455	.102	.0158	.0039	.0010	.0002	.0000
2	10.6	9.21	7.38	5.99	4.61	2.77	1.39	.575	.211	.103	.0506	.0201	.0100
3	12.8	11.3	9.35	7.81	6.25	4.11	2.37	1.21	.584	.352	.216	.115	.072
4	14.9	13.3	11.1	9.49	7.78	5.39	3.36	1.92	1.06	.711	.484	.297	.207
5	16.7	15.1	12.8	11.1	9.24	6.63	4.35	2.67	1.61	1.15	.831	.554	.412
6	18.5	16.8	14.4	12.6	10.6	7.84	5.35	3.45	2.20	1.64	1.24	.872	.676
7	20.3	18.5	16.0	14.1	12.0	9.04	6.35	4.25	2.83	2.17	1.69	1.24	.989
8	22.0	20.1	17.5	15.5	13.4	10.2	7.34	5.07	3.49	2.73	2.18	1.65	1.34
9	23.6	21.7	19.0	16.9	14.7	11.4	8.34	5.90	4.17	3.33	2.70	2.09	1.73
10	25.2	23.2	20.5	18.3	16.0	12.5	9.34	6.74	4.87	3.94	3.25	2.56	2.16
11	26.8	24.7	21.9	19.7	17.3	13.7	10.3	7.58	5.58	4.57	3.82	3.05	2.60
12	28.3	26.2	23.3	21.0	18.5	14.8	11.3	8.44	6.30	5.23	4.40	3.57	3.07
13	29.8	27.7	24.7	22.4	19.8	16.0	12.3	9.30	7.04	5.89	5.01	4.11	3.57
14	31.3	29.1	26.1	23.7	21.1	17.1	13.3	10.2	7.79	6.57	5.63	4.66	4.07
15	32.8	30.6	27.5	25.0	22.3	18.2	14.3	11.0	8.55	7.26	6.26	5.23	4.60
16	34.3	32.0	28.8	26.3	23.5	19.4	15.3	11.9	9.31	7.96	6.91	5.81	5.14
17	35.7	33.4	30.2	27.6	24.8	20.5	16.3	12.8	10.1	8.67	7.56	6.41	5.70
18	37.2	34.8	31.5	28.9	26.0	21.6	17.3	13.7	10.9	9.39	8.23	7.01	6.26
19	38.6	36.2	32.9	30.1	27.2	22.7	18.3	14.6	11.7	10.1	8.91	7.63	6.84
20	40.0	37.6	34.2	31.4	28.4	23.8	19.3	15.5	12.4	10.9	9.59	8.26	7.43
21	41.4	38.9	35.5	32.7	29.6	24.9	20.3	16.3	13.2	11.6	10.3	8.90	8.03
22	42.8	40.3	36.8	33.9	30.8	26.0	21.3	17.2	14.0	12.3	11.0	9.54	8.64
23	44.2	41.6	38.1	35.2	32.0	27.1	22.3	18.1	14.3	13.1	11.7	10.2	9.26
24	45.6	43.0	39.4	36.4	33.2	28.2	23.3	19.0	15.7	13.8	12.4	10.9	9.89

Fuente: Spiegel Murray R, 1991, Estadística, Segunda Edición.

#### ***2.10.4 Resultado***

El valor de  $X_C = 328,03 > 11,070$  por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, por tal razón, la Implementación de un Banco de Pruebas para un Generador de Corriente Continua, **SI** permitirá que los estudiantes cuenten con un módulo didáctico que facilitará la visualización de los parámetros técnicos de funcionamiento, y por consecuencia la hipótesis planteada es factible.

## **CAPÍTULO III**

### **3. TEMA:**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA UN GENERADOR DE CORRIENTE CONTINUA, APLICANDO CARGAS VARIABLES PARA LA VISUALIZACIÓN DE PARÁMETROS TÉCNICOS DE FUNCIONAMIENTO A TRAVÉS DEL SOFTWARE LABVIEW, PARA EL LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI PERÍODO 2015 – 2016”.**

#### **3.1 Presentación de la Propuesta**

En el presente capítulo se realizará la descripción de un Banco de Pruebas para un Generador de corriente continua, con el cual se visualizará parámetros técnicos de voltaje, corriente al aplicar cargas variables, el mismo que servirá de ayuda para el aprendizaje práctico de los estudiantes de la Carrera de Electromecánica.

Este Banco de Pruebas se encuentra ubicado en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Con la ejecución de este proyecto los estudiantes de Ingeniería en Electromecánica de la Universidad tendrán la oportunidad de realizar prácticas manipulando el equipo

con la ayuda del sistema Labview fortaleciendo así sus conocimientos adquiridos en su formación académica y ser competitivos en su futuro profesional.

### ***3.1.1. Justificación de la Propuesta***

Las máquinas eléctricas tienen una amplia gama de aplicaciones en todo tipo de industria y en el diario vivir de las personas, esto se debe a que en la actualidad el vertiginoso avance tecnológico que buscan potencializar la eficiencia de las mismas, en lo que respecta a nuevos tipos, potencias y exigencias constructivas, se vuelve primordial el estudio del comportamiento de los distintos parámetros a los cuales estarán sometidos los distintos tipos de máquinas y equipos eléctricos sean estos de carácter industrial o domésticos.

La implementación del banco de pruebas permitirá desarrollar al estudiante de la carrera de ingeniería electromecánica en su proceso de formación académica el desarrollo de prácticas de laboratorio que deben ir a la par con el conocimiento teórico que es la base del estudio, el comportamiento de un generador al aplicar cargas variables, nos facilitará una mejor comprensión de estos distintos fenómenos que se producen en las máquinas eléctricas en las aplicaciones enfocadas a la ingeniería, y que contribuirán en el mejor desempeño al encontrarse frente a uno de estos fenómenos en el área laboral. Por tal motivo el proyecto es factible, ya que un banco de pruebas para laboratorio de máquinas eléctricas será útil e importante para la visualización de parámetros técnicos a través del software Labview de Generadores de Corriente Continua, para obtener los resultados y análisis para la mejor y más rápida comprensión de sus características.

### **3.1.2. Objetivos**

#### **3.1.2.1 Objetivo General**

Implementar un banco de pruebas para un generador de corriente continua que permita visualizar los parámetros técnicos de funcionamiento a través del software LabVIEW en el laboratorio de Máquinas Eléctricas en la UTC durante el periodo 2015 – 2016.

#### **3.1.2.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Analizar y procesar los parámetros obtenidos del generador DC a través del software Labview utilizando la tarjeta de adquisición de datos para tener una visualización amplia en un Computador.
- ✓ Diseñar el Banco de Pruebas con los equipos adecuados de acuerdo a los requerimientos calculados, procurando un óptimo y correcto funcionamiento.
- ✓ Elaborar un manual de operación y mantenimiento del Generador y equipos que permitan el manejo óptimo de la máquina.

### **3.1.3. Alcance**

Con la implementación de un Banco de Pruebas para un Generador los estudiantes de la Carrera de Electromecánica podrán ejecutar de forma apropiada sus trabajos prácticos de Laboratorio propuestos por lo cual estarán en la capacidad de realizar lo siguiente:

- Conocer los diferentes elementos de los cuales se conforma o integran un Generador de Corriente Continua, sus parámetros técnicos aplicando las distintas cargas.
- Conocer su funcionabilidad, identificar y maniobrar correctamente los equipos de medición que forman parte de la implementación del banco de pruebas.

- Conocer sus funciones, identificar y maniobrar de forma correcta los equipos que conforman el Banco de Pruebas a través de un manual de operación.

### ***3.1.4. Factibilidad Técnica***

En el presente proyecto de tesis es factible gracias a la aplicación de conocimientos adquiridos durante el transcurso de los años académicos, con la ayuda de las técnicas y métodos de investigación estudiados, además el contar con la disponibilidad de los equipos y materiales en el mercado es importante para la óptima ejecución del proyecto.

### ***3.1.5. Factibilidad Económica***

Para la implementación del Banco de Pruebas fue necesario adquirir algunos recursos que a continuación se detallan:

**Tabla 3.16 Materiales y Equipos para la Construcción del Banco de Pruebas para un Generador de Corriente Continua**

<b>DETALLE</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Generador de Corriente Continua	1	500	500
Motor trifásico de 0.5 Hp	1	380	380
Variador de Frecuencia 2 Hp	1	320	320
Disyuntor trifásico	1	30	30
Pulsador paro emergencia	1	4	4
Rollo cable # 12	1	11	11
Contactador LG GMC 12 110V	1	20	20
Tubo cuadrado 1" x 6m	3	4	12
Enchufe trifásico rojo	1	17	17

Tarjeta Arduino Mega	1	100	100
Sensores / Tcs	2	40	80
Módulos XBEE	2	40	80
Pantalla TFT para Arduino	1	160	160
Fuente de voltaje in 100-240V out 5 VDC	1	85	85
Marquillas	1	15	15
Computadora LENOVO14''	1	380	380
Lámparas 24 DC	2	1,25	2,50
Riel din 2m	2	6	12
Cable sucre 4x14	3m	2,50	7,50
Resistencias	1	75	75
Poleas 2'' y 5''	2	6	12
		<b>VALOR TOTAL</b>	<b>\$2328</b>

Elaborado por: Los Investigadores

**Tabla 3.17 Recursos Materiales y Tecnológicos**

<b>DETALLE</b>	<b>UNIDA D</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Software	2	20	40
Internet	200h	0,60	120
Cd	3	0,80	3,40
Memorias de Almacenamiento de datos	1	8	8
Resmas de papel bond	3	4	12
Anillados	8	1	8
Empastado	1	20	20
Movilización	-	150	150
		<b>VALOR TOTAL</b>	<b>\$361,40</b>

Elaborado por: Los Investigadores

## **3.2. DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

### ***3.2.1. Diseño e Implementación de la Propuesta***

El diseño del banco de pruebas está concebido como un módulo didáctico, parte del concepto de seguridad y confiabilidad al momento de la operación del mismo, por tratarse de un sistema experimental a ser utilizado por estudiantes y docentes, es primordial que sus elementos o equipos requieran en lo posible del más mínimo mantenimiento.

En lo referente al diseño mecánico de la propuesta, esta nada más consiste en una estructura que servirá de soporte para los elementos operativos del banco de pruebas, como son el conjunto motor, generador, tablero de control y sistema de adquisición de datos.

El banco de pruebas cuenta con una interfaz hombre máquina, desarrollada mediante el uso de tarjetas arduino, que procesan las señales y que son enviadas tanto a la pantalla táctil como al PC, por medio del software LabView.

### ***3.2.2. Selección de los Elementos y Accesorios en el Banco de Pruebas***

#### ***3.2.2.1 Generador de Corriente Continua***

Para realizar este proyecto se partió de la obtención de un generador de corriente continua de imanes permanentes, cuyas características se detallan a continuación:

- Voltaje: 24VDC
- Potencia: 1100 W
- Rpm: 2800
- Grado de protección: IP20
- Corriente nominal: 45 A

**FIGURA 3.24 Generador DC**



**Elaborado por:** Los investigadores

### ***3.2.2.2 Motor asincrónico.***

En la elección del motor se tomó en cuenta los siguientes parámetros:

- Tensión de alimentación: 220- 380 V
- Corriente nominal del motor: 2.1-1.2A
- Potencia: ½ HP
- Factor de potencia.

**FIGURA 3.25 Motor Asincrónico**



**Elaborado por:** Los investigadores

### **3.2.2.3 VARIADOR DE FRECUENCIA**

La selección del variador de frecuencia se la debe realizar tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

Características del motor a controlar:

- Corriente máxima (incluyendo el factor de potencia)
- Voltaje nominal
- Frecuencia nominal

Tipo de carga o aplicación

- Torque Constante
- Torque Variable o Cuadrático
- Torque Proporcional
- Potencia Constante

Condiciones ambientales de trabajo

- Temperatura ambiente, altura
- Humedad , vibración y contaminación

**Tabla 3.18 Características de un Variador de Frecuencia V20 Siemens**

Entrada Monofásica	200V a 240V $\pm$ 10%
Potencia	1.5 KW
Frecuencia de Red	47hz a 63hz
Frecuencia de Salida	0hz a 653hz
Entradas Digitales	Cuatro Programables
Entradas Analógicas	2 (0 A 10 V) / (0 a 20Ma)
Salida a Relé	1
Salida Analógica	1(0/4 a 20mA)
Salida Transistor	1
Grado de Protección	IP 20
Temperatura de Servicio	10° a +50° C

**Elaborado por:** Los Investigadores

La correcta selección del variador de frecuencia dependerá de la corriente y no de la potencia del motor. El variador deberá al menos cumplir con los valores del motor.

**FIGURA 3.26 Variador de Frecuencia**



**Elaborado por:** Los Investigadores.

#### ***3.2.2.4 Disyuntor Bifásico***

Los principales aspectos para su selección fueron:

- El valor de potencia de consumo del banco de pruebas
- El tipo de tensión de servicio
- El poder de corte

**FIGURA 3.27 Disyuntos Bifásico**



**Elaborado por:** Los Investigadores.

#### ***3.2.2.5 Contactor***

Se utiliza un contactor LS MC-9b, porque sus condiciones de operación se cumplen con las exigencias requeridas en el diseño de este banco de pruebas. Para la selección

de un contactor electromagnético se debe conocer las características de receptor: la tensión nominal de funcionamiento en voltios (V) y la corriente de servicio en amperios (A).

**FIGURA 3.28 Contactor LS MC-9b**



**Elaborado por:** Los Investigadores

### ***3.2.2.6 Fusibles de disparo Ultra Rápido***

Los fusibles ultra rápidos se han desarrollado específicamente para la protección de semiconductores de potencia, teniendo como características fundamentales la elevada capacidad de conducción de corriente en régimen permanente y la alta velocidad de operación frente a la presencia de cortocircuitos.

### ***3.2.2.7 Pulsadores***

Se requieren tres pulsadores, marcha, parada y paro general, se los selecciono de acuerdo al tipo de contacto que llevan, la identificación se la hace por el color de su presentación.

**FIGURA 3.29 Pulsadores**



**Elaborado por:** Los Investigadores

### 3.2.2.8 Luces Piloto

Son utilizadas en la visualización del estado de un motor o proceso, para su selección se tomó en cuenta lo siguiente:

- Verde para Marcha
- Roja para Alto
- El voltaje a aplicar al dispositivo.

**FIGURA 3.30 Luces Piloto**



**Elaborado por:** Los Investigadores

### 3.2.2.9 Tarjeta Arduino

Se seleccionó una tarjeta Arduino porque contiene características compatibles para conexión con el software Labview, es de fácil conexión con el computador a través de un puerto USB, cuenta con el número de pines necesarios para la transmisión de las señales que se va a obtener, además es compatible con la pantalla TFT táctil.

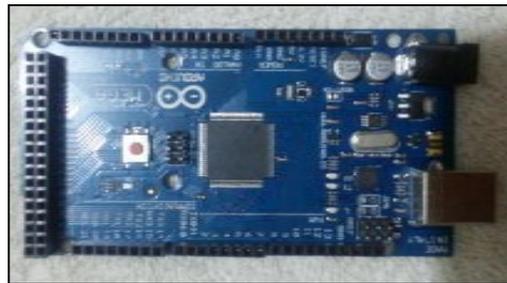
**Tabla 3.19 Características Tarjeta Arduino**

Voltaje Operativo	5V
Voltaje De Entrada(Recomendado)	7-12V
Voltaje De Entrada Limite	6-20V
Pines Digitales 1 / 0	54 ( De Las Que 15 Tienen Salida Pwm)
Pines De Entrada Analógica	16

Pin Para Corriente DC 1/0	20mA
Pin Para Corriente DC 3.3V	50mA
Memoria Flash	256KB (De Los Que 8KB Son Usados Para Gestor De Arranque)
SRAM(Memoria Volátil)	8KB
EEPROM(Memoria Permanente)	4KB
Velocidad De Reloj	16Mhz
Longitud	101.52mm
Anchura	53.3 mm
Peso	37g

Elaborado por: Los Investigadores

**FIGURA 3.31 Tarjeta Arduino**



Elaborado por: Los Investigadores

### ***3.2.2.10 Pantalla Táctil TFT***

Se utiliza esta pantalla porque cuenta con una pantalla de cristal líquido (LCD) que usa tecnología de transistor de película delgada (TFT) para mejorar su calidad de imagen. Su selección se da porque permite la interacción de manera táctil a través de la recepción de señales enviadas por Arduino.

Esta pantalla es compatible con la Tarjeta Arduino Mega de una forma rápida y simple ya que viene diseñado para trabajar con la Tarjeta Mega.

**FIGURA 3.32 Pantalla Táctil TFT**



Fuente: [http://www.informaticamoderna.com/Pantalla\\_TFT.htm](http://www.informaticamoderna.com/Pantalla_TFT.htm)

### **3.2.2.11 Sensores**

Estos sensores son compatibles para trabajar con la Tarjeta Arduino, se seleccionaron tres tipos de sensores de acuerdo a la magnitud a censar, la forma de señal a enviar:

#### **Sensores SCT013 100 A**

Características:

- Corriente de entrada: 0 ~ 100A /1V
- Modo de salida: 0 ~ 50 mV
- No linealidad:  $\pm 3\%$
- Resistencia Grado: Grado B
- Temperatura de trabajo:  $-25^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$
- Rigidez dieléctrica (entre la cáscara y la salida): 1000 V AC / 1min 5 mA
- Longitud del cable: 1m
- Tamaño: 13mm x 13mm

**FIGURA 3.33 Sensores SCT013 100A**



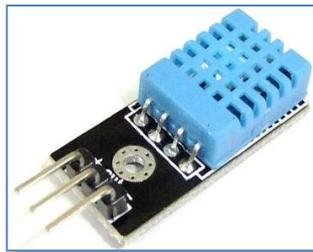
Fuente: <http://www.sigmaelectronica.net/000v-p-2170.html>

## Sensor de temperatura DHT11

Características:

- Funciona con 3.3 V o 5V de alimentación
- Rango de temperatura de 0° a 50° con 5% de precisión
- Rango de humedad del 20% al 80% con 5% de precisión
- Una muestra por segundo
- Bajo consumo

**FIGURA 3.34 Sensor de Temperatura DHT11**



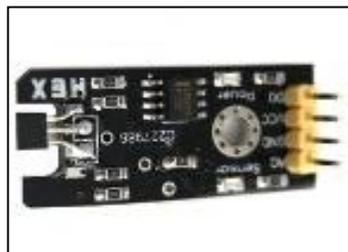
Elaborado por: Los Investigadores

## Sensor de velocidad C227986

Características:

- Emisión de señal de efecto Hall

**FIGURA 3.35 Sensor de Velocidad**



Elaborado por: Los Investigadores

Estos sensores son adecuados para proyectos con tarjeta Arduino ya son desarrollados como complementos.

### **3.2.2.12 Módulos Xbee**

Se optó por este dispositivo por sus condiciones operativas de transmisión inalámbrica. Integran un transmisor- receptor de Zigbee y un procesador en el mismo modulo, lo que permite aplicaciones rápidas y sencillas.

Características:

- Alcance en interiores: 40 m.
- Alcance en exteriores: 120 m.
- Potencia de transmisión: 2 mW.
- Sensibilidad del receptor: -96 dBm
- Consumo de corriente en transmisión: 40 mA a 3.3V
- Consumo de corriente en recepción: 40 mA a 3.3V
- Consumo de corriente durmiendo: < 1uA

**FIGURA 3.36 Módulo Xbee**



**Elaborado por:** Los Investigadores

### **3.2.2.11 Computador**

Para la visualización y aplicación del software Labview se implementa un computador personal (PC) al banco de pruebas con las siguientes especificaciones de acuerdo al requerimiento del software Labview.

### **Características**

- CPU: Intel N280 2.16G
- RAM: 2G
- HDD: 500G
- LAN: 10M/100M
- Display: 14"HD LED
- Battery: 2cell
- OS: Windows 10 Home

**FIGURA 3.37 Computador**



**Elaborado por:** Los Investigadores

### ***3.2.3. Implementación de un Banco de Pruebas para un Generador de Corriente Continua***

La estructura de soporte está hecha con perfil estructural cuadrado de 25mm de ancho y un espesor de pared de 0.75mm, en la cual va una placa de tablero MDF de 90 x 40 x 1.5 cm de dimensión, en la misma que van montados el conjunto motor - generador y las cargas resistivas que servirán para simulación en las distintas configuraciones de práctica.

Además de esto en la parte frontal delantera consta de una lámina acrílica de 90 x 50 x 0.4 cm de dimensión en la que están alojados los elementos para el control y visualización del módulo, en la parte posterior están alojados los dispositivos

eléctricos para energizar el banco de pruebas, el variador de frecuencia y las canaletas que sirven de soporte a los cables de conexión.

En la parte inferior lleva cuatro ruedas de caucho suave y dispositivo de frenado que facilita su traslado de un sitio a otro y lo fijan al piso evitando deslizamientos al momento de operación.

Las consideraciones técnicas de todos los elementos que forman el banco de pruebas se relacionan en los siguientes aspectos:

### ***3.2.3.1 Unidad Motor Generador***

La transmisión del movimiento entre el motor trifásico y el generador DC, se lo hará mediante un sistema de poleas unidas entre sí por un correa tensada, que permite la variación de la velocidad angular de una con respecto a la otra los ejes deben estar perfectamente alineados, para evitar sobresaltos o vibraciones al momento de ponerlos en marcha.

El cálculo de la relación de transmisión en función a la **Ecuación 1.18** descrita en el Capítulo I sobre transmisión por poleas.

La polea a montarse en el motor es de **85mm** de diámetro, para obtener la velocidad requerida por el generador.

### ***3.2.3.2 Elementos de Control y Protección***

Para la operación y el control de la unidad de generación se ha establecido el control en la velocidad del motor trifásico mediante el uso de un variador de frecuencia que nos permitirá modificar la velocidad para mantener estable el voltaje producido por el generador DC, que al ser un generador de imanes permanentes el campo magnético será uniforme, a diferencia de uno de campo bobinado y solo necesitara variar la velocidad de giro.

Para la operación y protección del variador de frecuencia se ha establecido un montaje de conformidad al descrito en el manual de operación, consiste de un disyuntor, fusibles ultrarrápidos para dispositivos semiconductores, un contactor para la marcha o paro de la energía al variador.

Se ha instalado un disyuntor de 10 A debido a que está en relación con el contactor de línea instalado que es de 11 A su corriente de trabajo y los fusibles de 16 A de capacidad, recomendados para una intensidad de un motor de ½ HP de fuerza.

El variador de frecuencia utilizado es el SINAMICS V20 de 2HP, se eligió este dispositivo porque nos da la posibilidad de manejar corrientes de más alto valor que otro de menor capacidad, este componente nos entrega hasta 7.8 A de intensidad de salida.

El motor instalado tiene un consumo de 2.1 A, siendo este variador sobredimensionado en su tamaño, esta condición puede ser empleada a futuro con la implementación de otro motor en el banco de pruebas, siendo más accesible el costo de un motor que el de un controlador.

Al interactuar con la simulación de cargas resistivas, el generador presentara cambios en su funcionamiento, siendo ahí requerido el control de su velocidad de giro, ya que si no hubiese la alteración el generador aumentaría su intensidad debido a la baja en el suministro de voltaje.

La tensión de alimentación para la totalidad del banco de pruebas es de 220V monofásica, mediante un cable tripolar 3 x 14 AWG, a través de un enchufe industrial de tipo IEC, el cual llega hasta el interruptor principal del sistema.

El variador de frecuencia a utilizarse cumple con esta condición de operar en una red de voltaje 220 V monofásica de entrada, y que debido a su proceso constructivo nos entrega en su salida las tres fases requeridas por el motor eléctrico.

### ***3.2.3.3 Adquisición de Datos***

Para la adquisición de datos el modulo está provisto de tres sensores que nos permiten recopilar información acerca de los parámetros técnicos de funcionamiento al aplicar cargas resistivas de distinta magnitud o valor , que es la parte principal en la elaboración de este proyecto para el laboratorio de máquinas eléctricas, para esto hemos optado la instalación de una tarjeta arduino mega , que se refleja los valores obtenidos a través de una pantalla TFT para arduino, esta consideración se la ha hecho porque la pantalla se acopla directamente en la tarjeta arduino mega, debido a que cuenta con el numero apropiado de pines de conexión y no necesita más conexiones auxiliares, excepto para captar la señal de los sensores. También el modulo cuenta con otra tarjeta arduino de menor tamaño pero con similares capacidades, que se reciben las señales de los sensores y la transmiten a través de dos módulos Xbee de transmisión de datos, que cumplen la función de emisor y receptor debidamente programados, de señales para ser visualizadas en un PC mediante el programa LabView, teniendo así dos elementos de visualización de datos del comportamiento de nuestro generador DC

Las magnitudes a visualizar son:

- El voltaje del generador DC
- La corriente del generador DC
- La velocidad de giro del generador DC
- La temperatura del generador DC

### ***3.2.3.4 Construcción del módulo***

Para la construcción del módulo se siguieron los pasos que a continuación se detallan:

#### ***Elaboración de la estructura metálica.***

La estructura metálica es realizada mediante el corte y soldadura del perfil estructural cuadrado en la forma y tamaño diseñado para la implementación de este módulo.

Una vez concluida la estructura de soporte se procedió al montaje de la unidad en el siguiente orden:

- Montaje de la unidad motor y generador.
- Montaje de los elementos de protección y control.
- Montaje del variador de frecuencia.
- Montaje de las tarjetas arduino.
- Montaje de la pantalla TFT.
- Colocación de sensores para recepción de señales.

### ***3.2.3.5 Programación microcontroladores (Tarjeta Arduino)***

Para este proyecto se procedió a configurar las tarjetas arduino uno y arduino mega, como se puede observar en el (**Anexo 5**), por medio de su propio programa Arduino que es un software libre la ejecución del programa se i, estos equipos y software se utiliza por su bajo costo, amplias aplicaciones y fácil manejo ya que son destinados para proyectos didácticos e industriales.

### ***3.2.3.6 Ejecución del Programa Labview***

Las señales obtenidas de la Tarjeta Arduino se comunican con el Programa Labview se puede observar su programación en el (**Anexo 6**) obteniendo una amplia y completa visualización de todos los parámetros técnicos obtenidos, dentro de este proyecto se decide por el software Labview ya que de igual manera su uso es didáctico e industrial, su programación nos ayuda a visualizar gráficamente a través de una pantalla de funcionamiento virtual de un instrumento físico facilitando el control de los equipos.

### **3.3. Conclusiones**

1. En base a la transmisión de datos por medio de la tarjeta Arduino se obtiene una visualización completa de todos los parámetros técnicos como son: voltaje, corriente, rpm y temperatura; de una forma general a través de un computador.
2. La efectividad del software Labview muestra que al aplicar cargas variables si existe variación de todos los parámetros técnicos otorgando así un amplio conocimiento sobre el comportamiento de las máquinas
3. En base al análisis realizado y los cálculos de los parámetros obtenidos del Generador DC, se concluye que el diseño del Banco de Pruebas es apto para realizar prácticas demostrativas al aplicar cargas variables.
4. El Manual de Operación es una herramienta importante en el cual se detalla de una manera entendible la forma de Operación del Banco de Pruebas y se establece una serie de prácticas que servirán de comprensión del comportamiento de los parámetros técnicos al aplicar cargas variables.

### **3.4. Recomendaciones**

1. Antes de operar el banco de pruebas se recomienda leer las normas y reglas fundamentales de riesgos, las mismas que contiene recomendaciones básicas a usar durante el proceso de prácticas de laboratorio, para evitar heridas, choques eléctricos o daños en el equipo.
2. La variación de carga debe hacerse teniendo en cuenta la corriente que está suministrando el generador para evitar que se exceda la corriente nominal del generador por sobrecarga.
3. Se recomienda utilizar la pantalla TFT compatible con la Tarjeta Arduino por sus diversas aplicaciones de visualización y control en proyectos técnicos gracias a su pantalla táctil.
4. Para los circuitos de acondicionamiento de señal se deben utilizar fuentes independientes para aislar el circuito de fuerza y de este modo evitar que los fallos sean transmitidos a la tarjeta de adquisición de datos.
5. Es necesario realizar mantenimiento preventivo a los equipos de acuerdo a la necesidad siguiendo el procedimiento descrito en cada uno de los manuales.

### 3.5. Glosario de Términos

- **Bobinado.**- Recibe el nombre de bobinado el conjunto formado por las bobinas.
- **Bobina.**- es un cilindro de hilo, cable o cordel que se encuentra arrollado sobre un tubo de cartón u otro material.
- **Corriente.**- es el flujo de carga eléctrica por unidad de tiempo que recorre un material.
- **Conexiones.**- es un enlace o una atadura que une una cosa con otra. El término nombra a la acción y efecto de conectar (unir, enlazar, establecer relaciones).
- **Devanado.**- es un arrollamiento de conductores circulares o planos alrededor de un núcleo de hierro con el fin de producir un campo magnético al hacer pasar por este devanado una corriente eléctrica o viceversa, producir una corriente eléctrica al mover un imán dentro de este devanado. En un devanado se combinan dos fenómenos un campo magnético y un campo eléctrico.
- **Generador.**- Y también se denomina generador a aquel aparato o máquina que dispone de la capacidad de transformar la energía mecánica en energía eléctrica.
- **LabVIEW.**- Es el acrónimo de Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench. Es un lenguaje y a la vez un entorno de programación gráfica en la que se pueda crear aplicaciones de una forma rápida y sencilla.
- **Magnético.**- El magnetismo o energía magnética es un fenómeno físico por el cual los objetos ejercen fuerzas de atracción o repulsión sobre otros materiales.
- **Motor.**- Máquina destinada a producir movimiento a expensas de una fuente de energía.

- **Software.-** Conjunto de programas y procedimientos necesarios para realizar una tarea específica. Existen de tres tipos: de sistema, programación y aplicación.
- **Velocidad.-** Magnitud física que expresa el espacio recorrido por un móvil en la unidad del tiempo, su unidad en el sistema internacional es el metro por segundo.
- **Fuerza Electromotriz (FEM):** es la energía proveniente de cualquier fuente, medio o dispositivo que suministre corriente eléctrica.

### 3.6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

#### BIBLIOGRAFIA CITADA:

- **CAMPOS OCAMPO, Melvin**, Métodos y Técnicas de Investigación, 1era Edición Costa Rica, (2009). Pág. 28.
- **CHAPMAN J. Stephen**, Máquinas Eléctricas Quinta Edición, Mc Graw Hill (2000). Pág. 40
- **GARCIA José**, Electrotecnia (2009) Pág. 171
- **LAJARA José y PELEGRÍ José**, LabVIEW Entorno gráfico de programación, (2007). Pág. 3
- **MORA, Fraile Jesús**, Maquinas Eléctricas, 5ta Edición Mc Graw- Hill, (2003). Pág. 47
- **VARGAS CORDERO, Zoila Rosa**, “La investigación Aplicada” 1era Edición, Costa Rica, (2009). Pág. 31
- **WILDI Theodore**, Máquinas Eléctricas y Sistemas de Potencia, 6ta Edición, México, (2007). Pág., 67.

#### BIBLIOGRAFIA CONSULTADA:

- **ALBER, José Manuel**, Máquinas Eléctricas Rotativas, Universidad Simón Bolívar, Editorial Equinoccio.
- **BROCKERING, Walter**, Los Sistemas Eléctricos de Potencia; 3ra Edición, Mc Graw Hill, 2008
- **FITZGERALD, A, E**, Teoría y Análisis de las Máquinas Eléctricas, 3era Edición, Mc Graw, México 2004.
- **MARTÍN BARRIO, Ricardo Antonio**, Electricidad y Electrónica, 1era Edición, Editorial Brosmac, Madrid (1997).
- **MOLINA José Miguel y JIMÉNEZ Manuel**, Programación Gráfica para Ingenieros (2012). 1era Edición, Colombia, (2001).
- **R. Augé**, Curso de Electricidad General, 1era Edición, Editorial Paraninfo, Madrid (1995).

## BIBLIOGRAFIA VIRTUAL O LITOGRAFÍA

- Cargas Resistivas; <https://www.google.com.ec/search?q=Cargas+Resistivas>.
- Corrientes AC Y DC; <http://www.monografias.com/trabajos82/corrientes-alternas-y-corrientes-continuas>
- Disyuntor; <https://es.wikipedia.org/wiki/Disyuntor>
- Generadores DC; <http://es.slideshare.net/edgarprincipe/sesin-6-generador-dc>
- Organigrama Estructural; <http://www.utc.edu.ec>
- Principios de Funcionamiento Motor DC; <http://automatismoindustrial.com/1-3-5-2-principios-de-funcionamiento>.
- Programación Arduino; <https://books.google.com.ec/books?id=6cZhDmf7suQC&printsec=frontcover&dq=arduino>
- Programación Labview; <http://www.ni.com/getting-started/labview-asics/esa/>
- Variadores; <http://www.electricidadlynch.com/variadorvelocidadmm410.htm>

# ***ANEXOS***

## ***ANEXO N°1***

### ***ENTREVISTA 1***

#### **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CARRERA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS ESPECIALIZACIÓN: INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

#### **ENTREVISTA**

La presente entrevista está dirigida a los Docentes que imparten la Asignatura de Máquinas Eléctricas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con el propósito de obtener información que fomente y ayude el desarrollo del presente proyecto.

#### **OBJETIVO:**

- Determinar la necesidad de la Implementación del Banco de Pruebas para un Generador de Corriente Continua en el Laboratorio de Maquinas Eléctricas de la Universidad Técnica de Cotopaxi y se pueda realizar prácticas en el Laboratorio.
1. ¿Según su criterio es necesario que los estudiantes practiquen en un Banco de Pruebas de un Generador en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas?
  2. ¿Cuáles serían los tipos de prácticas más idóneos que se debería realizar con la implementación de un Banco de Pruebas de Un Generador?
  3. ¿Al desarrollar prácticas en el Laboratorio cree que los conocimientos de los estudiantes se complementen?

## ***ANEXO N°2***

### ***ENTREVISTA 2***

#### **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CARRERA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS ESPECIALIZACIÓN: INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

#### **ENTREVISTA**

La presente entrevista está dirigida a los Docentes que imparten la Asignatura de Máquinas Eléctricas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con el propósito de obtener información que fomente y ayude el desarrollo del presente proyecto.

#### **OBJETIVO:**

- Determinar la necesidad de la Implementación del Banco de Pruebas para un Generador de Corriente Continua en el Laboratorio de Maquinas Eléctricas de la Universidad Técnica de Cotopaxi y se pueda realizar prácticas en el Laboratorio.

1.- ¿Cree usted que es útil la Implementación de un Banco de Pruebas para un Generador de Corriente Continua en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas?

2.- ¿La implementación del proyecto planteado cree que ayudará a realizar prácticas demostrativas?

3.- ¿Con el desarrollo del proyecto, cree usted que se podrá aportar a la formación teórica de los alumnos de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica?

### **ANEXO N°3**

## **CUESTIONARIO DE ENCUESTA**

# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CARRERA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS ESPECIALIZACIÓN: INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

## **ENCUESTA**

La presente encuesta está dirigida a los alumnos de cuarto y quinto ciclo de la carrera de Ingeniería Electromecánica con la finalidad de obtener información para el desarrollo de la presente propuesta.

### **OBJETIVO:**

- Obtener información de la situación académica, referente a la realización de prácticas de laboratorio de Máquinas Eléctricas.

### **INSTRUCCIONES:**

- Lea detenidamente cada pregunta
- No escriba su nombre
- Marque con una (x) la respuesta que considere adecuada.

### **PREGUNTAS:**

1. ¿Qué tipos de equipos existe en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas de la Universidad Técnica de Cotopaxi?

SI

NO

2. ¿Si se realizarán prácticas en el Laboratorio con mayor frecuencia cree que se complementaria a los conocimientos teóricos?

SI

NO

3. ¿Usted conoce si en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas hay un Banco de Pruebas de un Generador de Corriente Continua?

SI

NO

4. ¿Usted conoce si en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas hay un Banco de Pruebas de un Generador de Corriente Continua?

SI

NO

5. ¿El conocimiento de equipos como el Generador, cree usted que ayuda al perfil profesional, ya que nos encontraremos con uno similar en el ámbito laboral?

SI

NO

6. ¿Cree Usted que es necesario conocer la inducción de voltaje de un Generador de Corriente Continua?

SI

NO

7. ¿Si se utiliza los conocimientos teóricos aprendidos en las aulas ayudará a entender y desarrollar las prácticas en el Laboratorio?

SI

NO

8. ¿Considera que es necesario aprender las formas de conexión y aplicación de un Generador de Corriente Continua?

SI

NO

9. ¿Al manipular un Banco de Pruebas para un Generador de Corriente Continua, ayudará a mejorar el aprendizaje teórico práctico de los estudiantes?

SI

NO

10. ¿Piensa Usted que es importante para la ejecución de las practicas, tener un manual de instrucciones en el cual se indique el uso de los equipos en el laboratorio de máquinas eléctricas?

SI

NO

## ANEXO N° 4

### Planteamiento de las Prácticas

#### Práctica # 1

**Tema:** Visualizar parámetros de voltaje y corriente al aplicar una carga de  $w$  conectada en paralelo a la salida del generador con una velocidad máxima de 2500 rpm

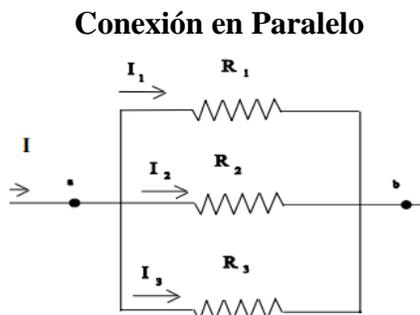
#### Objetivos:

1. Analizar el comportamiento del generador al aplicar una carga conectada en paralelo.
2. Elaboración de tabla de datos.

#### Fundamento teórico:

Generador de corriente continua.- es una máquina que convierte energía mecánica en energía eléctrica, o sea que realiza la función exactamente opuesta de un motor.

Conexión paralelo.- dice que varios conductores están conectados en paralelo cuando todos parten de un mismo punto a y terminan en un mismo punto b.



Elaborado por: los Investigadores

### Equipos y materiales:

- Generador de corriente continua
- Motor trifásico acoplado al generador
- Panel de datos (Touch panel)
- Tc's
- Resistencia
- Cables de conexión

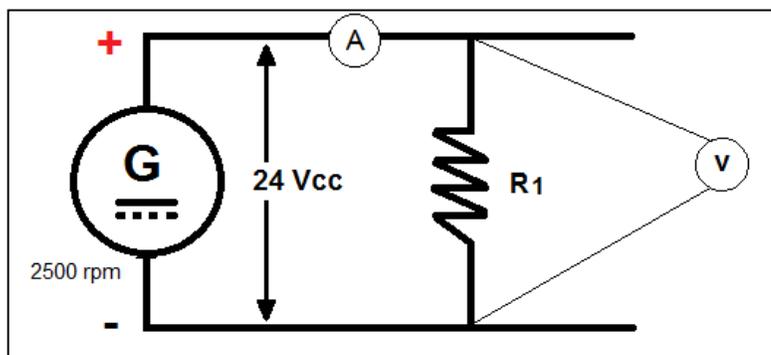
### Procedimiento:

A.- Ubíquese frente a al equipo

1. verifique que el disyuntor de alimentación del tablero de control y mando se encuentre en posición Apagado.

2.- con los cables de prueba realice las conexiones necesarias para reproducir el siguiente diagrama.

### Diagrama Conexión Paralelo



Elaborado por: Los Investigadores

3.- verifique las conexiones que estén bien realizadas y de marcha al motor.

4.- Tomar los resultados de corriente y voltaje con la velocidad establecida.

### **Normas de seguridad**

Para realizar las prácticas con el banco de pruebas del generador, el alumno debe seguir las siguientes recomendaciones.

1. Utilizar el equipo básico de seguridad (mandil, guantes, gafas,)
2. Realizar las conexiones verificando que el equipo se encuentre totalmente apagado.
3. Tener previsto siempre la ubicación del botón paro de emergencia.

### **Informe:**

- Efectuar los comentarios necesarios de la práctica realizada
- Analizar y explicar los resultados obtenidos en la práctica que tienen relación con el voltaje aplicado.

## Practica # 2

**Tema:** visualizar parámetros de voltaje y corriente en la salida del generador al aplicar dos cargas resistivas de  $w$  conectadas en serie, con una velocidad al 75 % de su velocidad máxima

### Objetivos:

3. Analizar el comportamiento del generador al aplicar dos cargas conectadas en serie, trabajando al 75% de la velocidad nominal.
4. Elaboración de tabla de datos

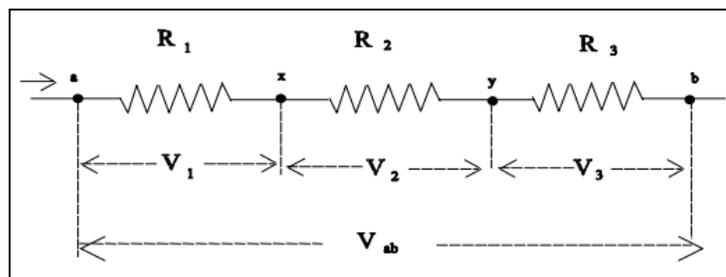
### Fundamento teórico:

**Generador de corriente continua.**- es una máquina que convierte energía mecánica en energía eléctrica, o sea que realiza la función exactamente opuesta de un motor.

**Conexión serie.**- se dice que un conjunto de resistencias están conectadas en serie cuando presentan un trayecto único del paso de la corriente.

La misma intensidad de corriente  $I$  circula a través de cada una de las resistencias conectadas en serie, pero entre los extremos de cada resistencia hay una caída de potencial diferente.

### Diagrama Conexión en Serie



Elaborado por: Los Investigadores

### Equipos y materiales:

Generador de corriente continua

Motor trifásico acoplado al generador

Panel de datos (Touch panel)

Tc's

Resistencias

Cables de conexión

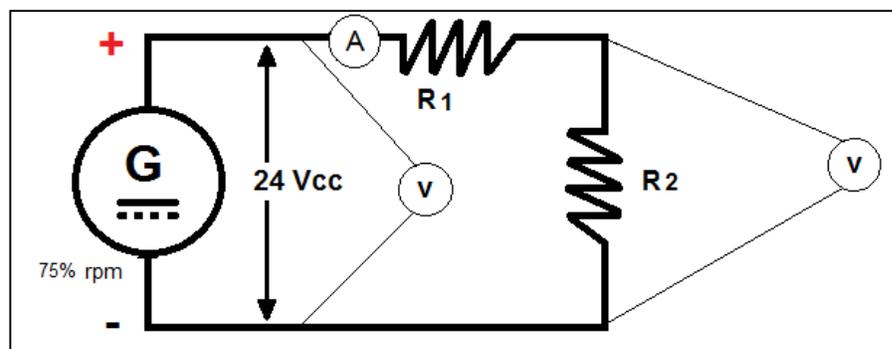
### Procedimiento:

A.- Ubíquese frente a al equipo

1. verifique que el disyuntor de alimentación del tablero de control y mando se encuentre en posición Apagado.

2.- con los cables de prueba realice las conexiones necesarias para reproducir el siguiente diagrama.

### Diagrama Conexión en Serie



Elaborado por: Los Investigadores

3.- verifique las conexiones que estén bien realizadas y de marcha al motor

4.- Tomar los resultados de corriente y voltaje con la velocidad establecida.

### **Normas de seguridad**

Para realizar las prácticas con el banco de pruebas del generador, el alumno debe seguir las siguientes recomendaciones.

4. Utilizar el equipo básico de seguridad (mandil, guantes, gafas,)
5. Realizar las conexiones verificando que el equipo se encuentre totalmente apagado.
6. Tener previsto siempre la ubicación del botón paro de emergencia.

### **Informe:**

- Efectuar los comentarios necesarios de la práctica realizada
- Evaluar los resultados obtenidos en la práctica que tienen relación con el voltaje inducido.

### Practica #3

**Tema:** Visualizar parámetros de voltaje y corriente en la salida del generador al aplicar dos cargas resistivas de  $w$  conectadas en paralelo y una en serie, con una velocidad máxima de 2500 rpm.

#### Objetivos:

5. Analizar el comportamiento del generador al aplicar tres cargas conectadas en serie y paralelo, con una velocidad máxima de 2500 rpm.
6. Elaboración de tabla de datos

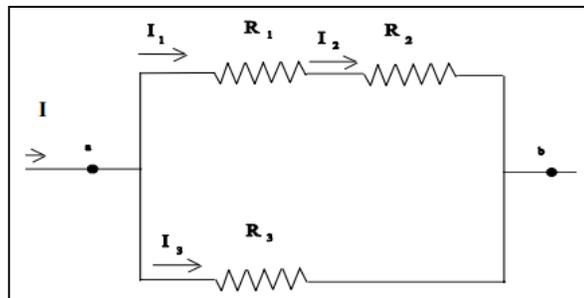
#### Fundamento teórico:

**Generador de corriente continua.-** es una máquina que convierte energía mecánica en energía eléctrica, o sea que realiza la función exactamente opuesta de un motor.

**Conexión serie.-** se dice que un conjunto de resistencias están conectadas en serie cuando presentan un trayecto único del paso de la corriente. La misma intensidad de corriente  $I$  circula a través de cada una de las resistencias conectadas en serie, pero entre los extremos de cada resistencia hay una caída de potencial diferente.

**Conexión paralelo.-** varios conductores están conectados en paralelo o derivación cuando todos parten de un mismo punto a y terminan en un mismo punto b.

#### Conexión Serie Paralelo



Elaborado por: Los Investigadores

### Equipos y materiales:

Generador de corriente continua

Motor trifásico acoplado al generador

Panel de datos (Touch panel)

Tc's

Resistencias

Cables de conexión

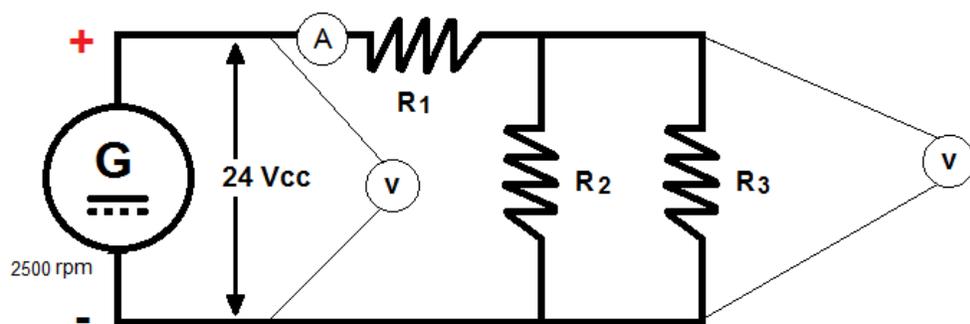
### Procedimiento:

A.- Ubíquese frente a al equipo

1. verifique que el disyuntor de alimentación del tablero de control y mando se encuentre en posición Apagado.

2.- con los cables de prueba realice las conexiones necesarias para reproducir el siguiente diagrama.

**Diagrama Conexión Serie Paralelo**



**Elaborado por:** Los Investigadores

3.- verifique las conexiones que estén bien realizadas y de marcha al motor

4.- Tomar los resultados de corriente y voltaje con la velocidad establecida.

### **Normas de seguridad**

Para realizar las prácticas con el banco de pruebas del generador, el alumno debe seguir las siguientes recomendaciones.

7. Utilizar el equipo básico de seguridad (mandil, guantes, gafas,)
8. Realizar las conexiones verificando que el equipo se encuentre totalmente apagado.
9. Tener previsto siempre la ubicación del botón paro de emergencia.

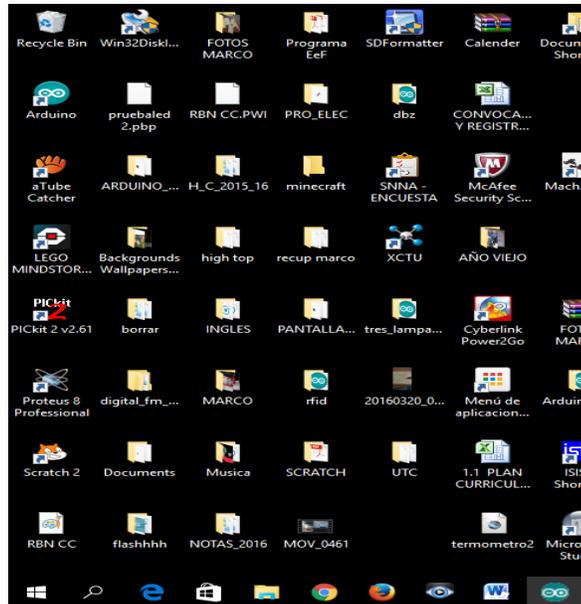
### **Informe:**

- Efectuar los comentarios necesarios de la práctica realizada
- Evaluar los resultados obtenidos en la práctica que tienen relación con el voltaje inducido.

## ANEXO N° 5 PROGRAMACIÓN ARDUINO

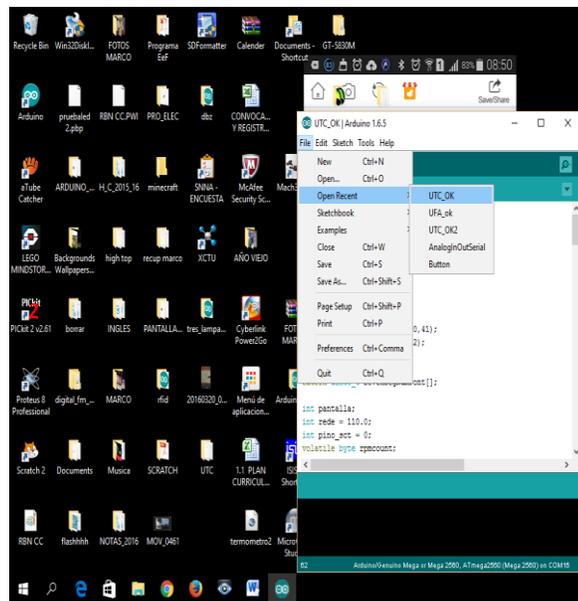
Paso 1:

Buscamos El Programa Arduino En El Menú De La Computadora



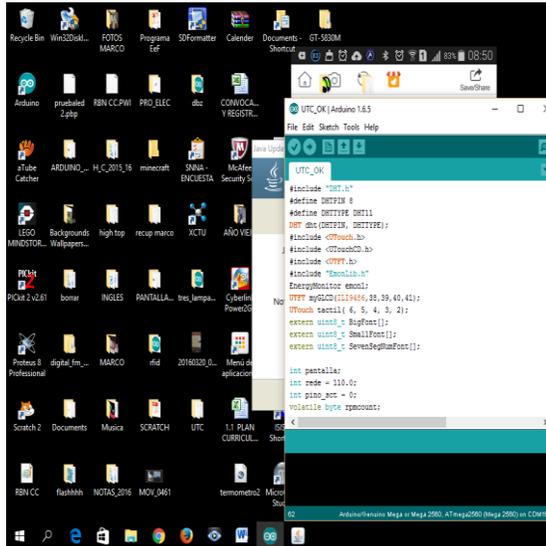
Paso 2:

Aparece la ventana ejecutando arduino y abrimos un archivo nuevo.



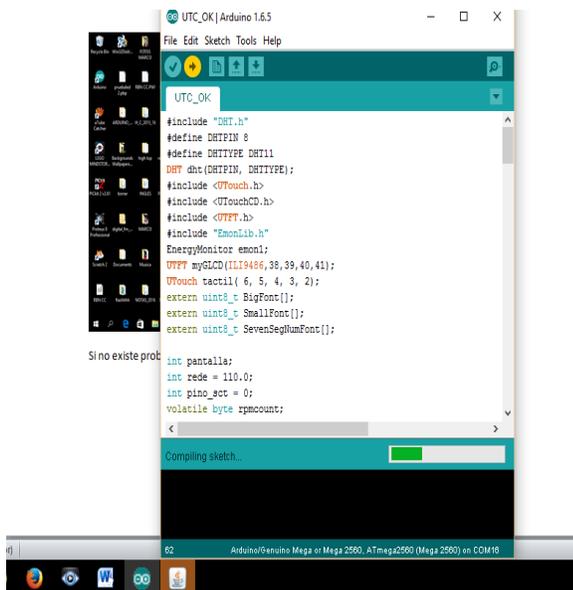
Paso 3:

Una vez abierto el archivo nuevo, procedemos a crear las instrucciones a ejecutar por el microcontrolador



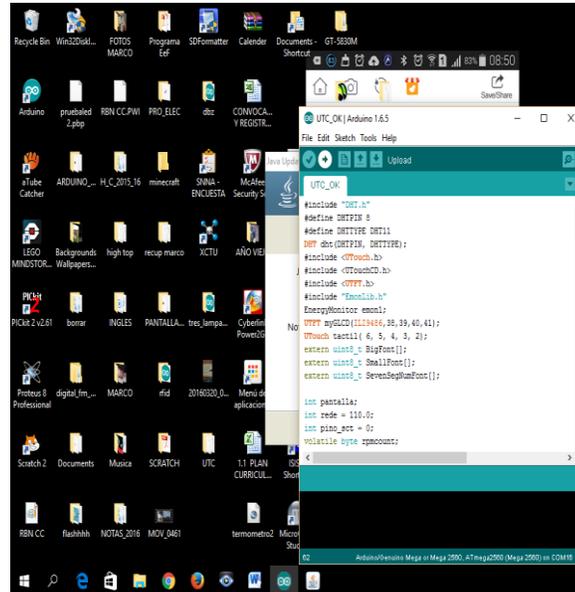
Paso 4:

Ya creado nuestro programa a ejecutar compilamos para saber si hay algún error en el mismo, en caso de existir errores verificar las instrucciones hasta que el programa compile de manera exitosa



Paso 5:

Seguido a esto cargamos el programa en la tarjeta arduino



## Sintaxis Programación Arduino

PASO 1.

Descargamos las librerías de los sensores y de la pantalla, son instrucciones propias y facilitan la conexión de los sensores

Sintaxis de la instrucción

```
myGLCD.print("MAQUINAS ELECTRICAS", CENTER, 100);
```

myGLCD.print código propio de la instrucción que imprime un texto

"MAQUINAS ELECTRICAS", lo que se desea imprimir

CENTER, IZ,DER. Centra, derecha o izquierda el texto o pone el numero en donde se desea poner el texto

100..la columna en donde empieza el texto.

## LIBRERÍA

A continuación se detalla el enlace de la librería de arduino en la cual está la información para la configuración de la tarjeta.

[http://www.oomipood.ee/arduino/TFT-LCD-3.5/UTFT\\_datasheet.pdf](http://www.oomipood.ee/arduino/TFT-LCD-3.5/UTFT_datasheet.pdf)

### **Parámetros de Configuración.**

```
#include "DHT.h" // sensor de temperatura

#define DHTPIN 8    /// pin de conexión del sensor

#define DHTTYPE DHT11 // sensor de temperatura

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE); // sensor de temperatura

#include <UTouch.h> /// tactil

#include <UTouchCD.h>/// tactil

#include <UTFT.h> /// pantalla TFT

#include "EmonLib.h" /// sensor de corriente

EnergyMonitor emon1; // sensor de rpm
```

### **Definimos los pines en donde ira conectado la pantalla tft y el touch.**

```
UTFT myGLCD(ILI9486,38,39,40,41);
```

```
UTouch tactil( 6, 5, 4, 3, 2);
```

### **Definimos las variables que se van a utilizar, el tamaño de las letras y en donde se almacenara los datos.**

```
extern uint8_t BigFont[];
```

```
extern uint8_t SmallFont[];
```

```
extern uint8_t SevenSegNumFont[];
```

```
int pantalla;
```

```
int rede = 110.0;
```

```
int pino_sct = 0;
```

```
volatile byte rpmcount;
```

```
unsigned int rpm;
```

```
unsigned long timeold;
```

**SE establece la comunicación a 9600 baudios, y los datos se enceran en 0**

```
void setup() {Serial.begin(9600);
```

```
dht.begin(); ///////////////
```

```
attachInterrupt(2, rpm_fun, FALLING);
```

```
rpmcount = 0;
```

```
rpm = 0;
```

```
timeold = 0;
```

**Ingresamos el texto de presentación**

```
myGLCD.fillScr(VGA_NAVY);
```

```
myGLCD.InitLCD();
```

```
myGLCD.clrScr();
```

```
tactil.InitTouch();
```

```
tactil.setPrecision(PREC_HI);
```

```
pantalla = 1;
```

```
emon1.current(1, 29);
```

**confirma si la pantalla fue tocada o no para pasar a la siguiente pantalla**

```
if(pantalla == 1) {myGLCD.setFont(BigFont); //lcd.setColor(RED);
```

```
myGLCD.print("UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI", CENTER, 10);
```

```
myGLCD.print("CIYA", CENTER, 40);
```

```
myGLCD.print("INGENIERIA ELECTROMECHANICA", CENTER, 70);
```

```
myGLCD.print("MAQUINAS ELECTRICAS", CENTER, 100);
```

```
myGLCD.print("ANGEL MONGA - HENRY VITERI", CENTER, 130);
```

```
myGLCD.drawRect(0,220,479,220);//LINEA FIN SALIR
```

```
myGLCD.print("MEDICIONES", CENTER, 240);
```

**SI la pantalla fue oprimida pasa a la segunda imagen**

```
if(pantalla == 2)
```

Realiza los cálculos e indica los datos y las unidades

```
double Irms = emon1.calcIrms(1480);//formula del irms
```

```
float t = dht.readTemperature(); ////////////////
```

```
rpm = 30*1000/(millis() - timeold)*rpmcount;//VALOR ORIGINAL rpm =  
30*1000/(millis() - timeold)*rpmcount;
```

```
timeold = millis();
```

```
rpmcount = 0;
```

```
detachInterrupt(2);
```

```
attachInterrupt(2, rpm_fun, FALLING);//interrupcion 2 pin 21 ////////////  
  
//Serial.print(Irms); // Irms  
  
myGLCD.setFont(BigFont);  
  
myGLCD.print("A.", 230 , 50);  
  
myGLCD.print("V.", 230 , 100);  
  
myGLCD.print("RPM", 230 , 150);  
  
myGLCD.print("oC", 230 , 200);  
  
myGLCD.printNumF(Irms,2,90, 50);  
  
myGLCD.printNumF(Irms*7.3,2,90, 100);  
  
myGLCD.printNumF(rpm,0,90, 150);// imprime rpm  
  
myGLCD.printNumF(t,2,90, 200);// imprime temperatura  
  
Serial.println(Irms);  
  
Serial.println(Irms*7.3);  
  
Serial.println(rpm);  
  
Serial.println(t);  
  
myGLCD.drawRect(0,220,479,240);//myGLCD.drawRect(0,166,479,166);//LINEA  
FIN SALIR  
  
myGLCD.print("REGRESAR A LA PRESENTACION", CENTER, 270);  
  
delay(1000);}
```

### **Programa en donde se ejecuta el salto de pantalla**

```
if(pantalla == 1){
```

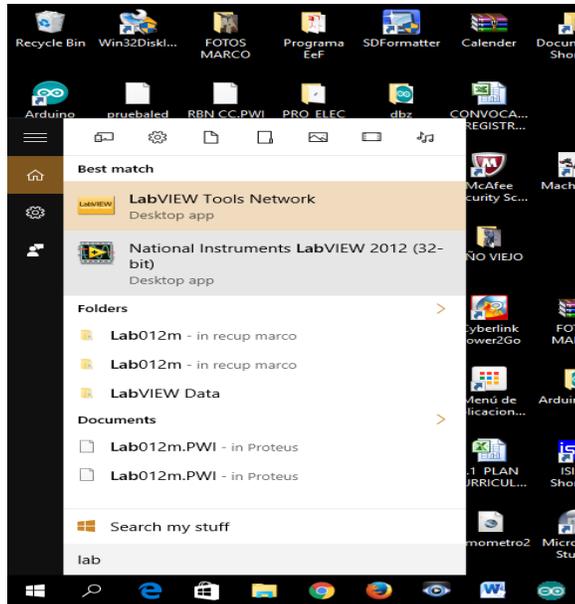
```
while(tactil.dataAvailable() == HIGH){  
  
if(tactil.getX() < 160){pantalla = 2;  
  
myGLCD.fillScr(VGA_NAVY);  
delay(250);}}//.....  
  
//-----Tactil P2-----  
  
if(pantalla == 2){while(tactil.dataAvailable() == HIGH){  
  
if(tactil.getX() < 160){pantalla = 1;  
  
myGLCD.fillScr(VGA_NAVY);  
  
delay(250);}}}
```

## ANEXO N° 6

### EJECUCIÓN DEL PROGRAMA LABVIEW

Paso 1:

Abrimos el programa



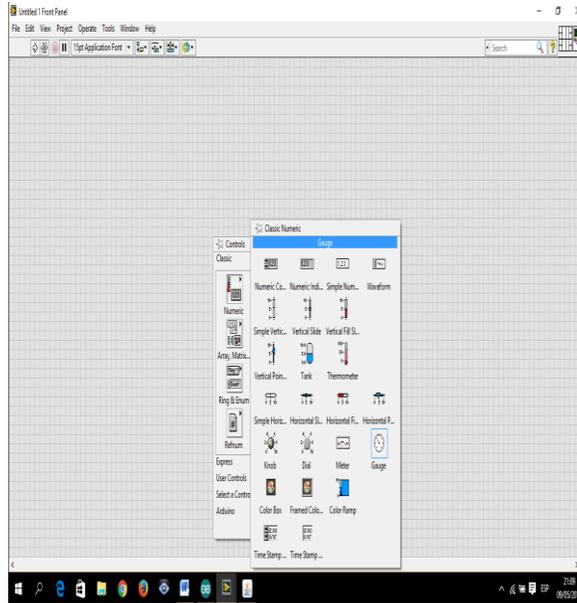
Paso 2:

El programa comienza a ejecutarse



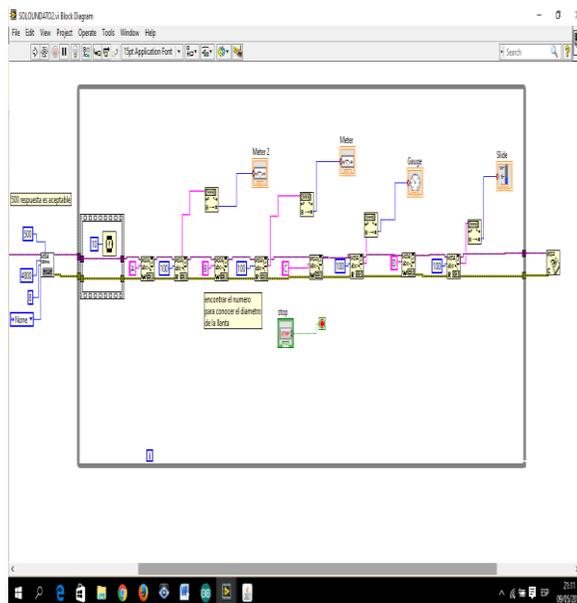
Paso 3:

Para iniciar la programación se debe crear el panel frontal

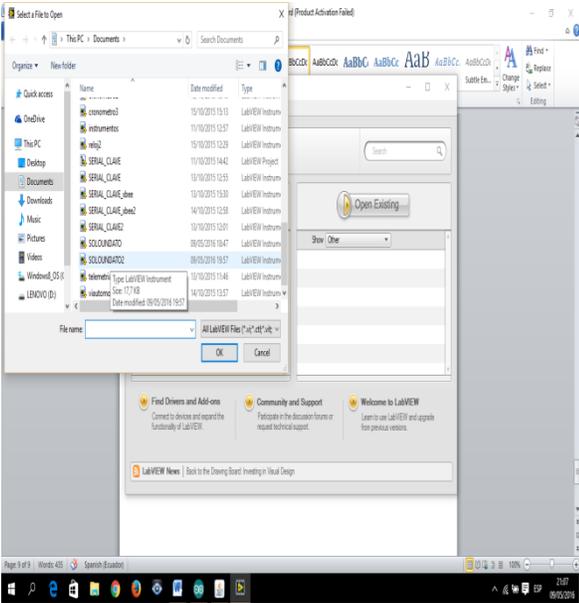


Paso 4:

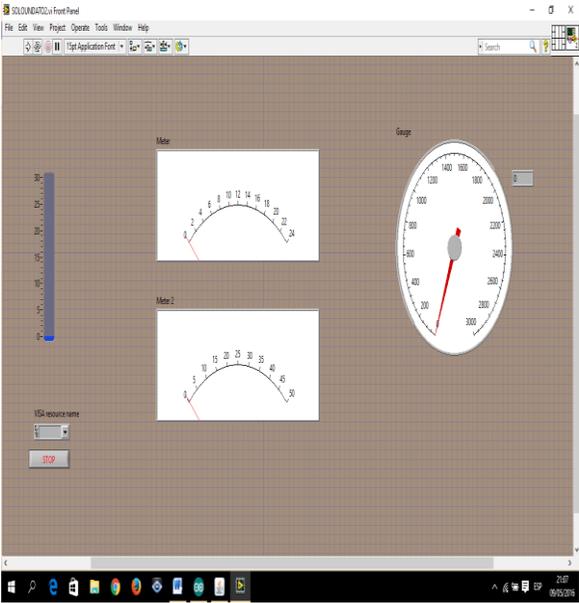
El programa se crea en el diagrama de bloques



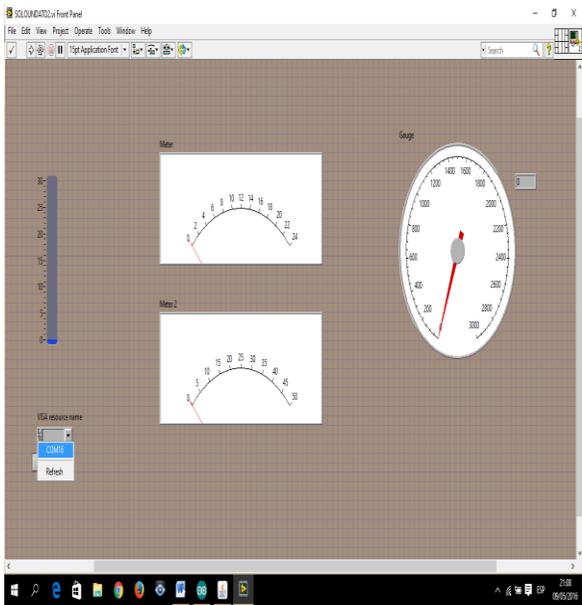
Para la interface virtual, seleccionamos el programa



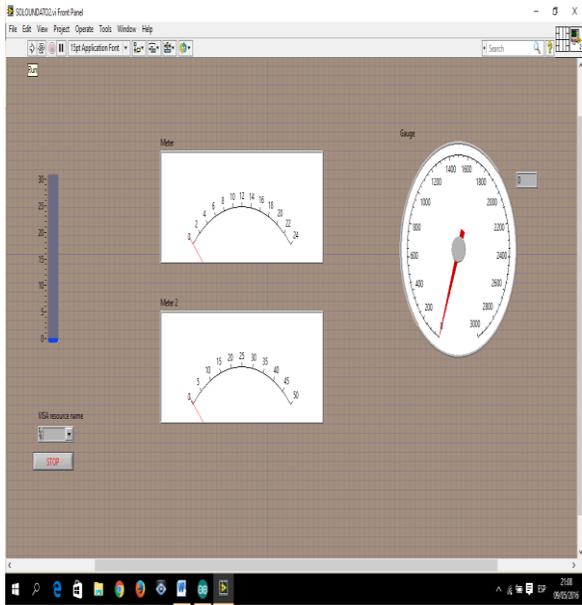
Ejecutamos el programa



Configuramos el puerto Xbee



Y obtenemos la transmisión de datos para la ejecución del programa



## **ANEXO N° 7**

### ***ELABORACIÓN BANCO DE PRUEBAS PARA UN GENERADOR DE CORRIENTE CONTINUA***

#### **CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURA DEL BANCO DE PRUEBAS**



#### **DISEÑO Y CORTE**



**Elaborado por:** Los Investigadores



### **INSTALACIÓN DE PULSADORES Y CANALETAS**



### **INSTALACIÓN CONTACTORES Y VARIADOR**



### **CONEXIONES Y CABLEADO**

**Elaborado por:** Los Investigadores

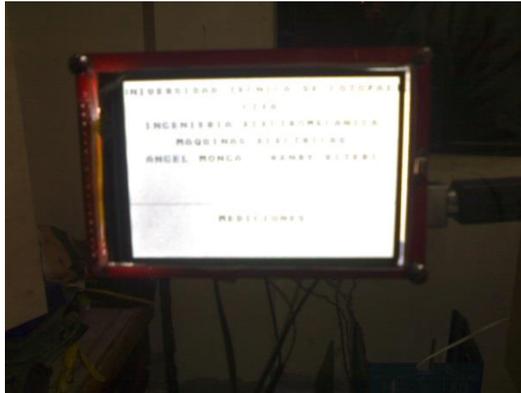


## CONEXIÓN GENERADOR Y MOTOR



Elaborado por: Los Investigadores

## INSTALACIÓN PANTALLA TFT TARJETA ARDUINO



## CONEXIÓN CON PC



## COMPROBACIÓN DE DATOS



Elaborado por: Los Investigadores

## ***ANEXO N° 8***

### ***MANUAL DE OPERACIONES***

Las descripciones, procedimientos de prueba y especificaciones detallados en esta publicación permiten instalar, operar y mantener la correcta aplicación y funcionamiento del banco de pruebas.

Además se incluirán normas de precaución y emergencia, con el propósito de evitar lesiones en el personal y daños en los equipos, algunas de estas normas corresponden a procesos regulados dentro de las áreas destinadas para la operación de equipos y componentes mecánicos y eléctricos.



#### **Señal de Riesgo o Precaución General**

En todo lugar donde se operen, trabajen o investiguen con equipo electromecánico debe existir siempre un equipo de primeros auxilios y el personal debe estar capacitado para utilizarlo.

Los efectos fisiológicos de la energía eléctrica son de suma importancia, ocasionando en muchas ocasiones hasta la muerte.

#### ***3.3.4.1 Normas generales***

Todos aquellos que trabajen en montaje, operación o mantenimiento de instalaciones eléctricas, deberán ser informados permanentemente sobre normas o prescripciones de seguridad y acatarlas rigurosamente.

Antes de iniciar el trabajo el responsable debe percatarse de todo fue debidamente observado y alertar al personal sobre el peligro inherente a la tarea a realizar.

#### ***3.3.4.2 Personal Calificado.***

Se entiende por personal calificado aquel que por su entrenamiento, experiencia, nivel de instrucción, normas de seguridad, prevención de accidentes y conocimiento de las condiciones de operación, hayan sido autorizados para la realización de trabajos realizados y evitar posibles peligros.

#### ***3.3.4.3 Reglas fundamentales de operación***

- ✓ Antes de empezar a trabajar con equipo eléctrico verifique que este desconectado del suministro eléctrico.
- ✓ No confíe en ningún dispositivo de seguridad como interruptores, fusibles y relevadores. Verifique que la línea de tierra del equipo esté conectada, por lo general debe permanecer constantemente.
- ✓ Trabajar siempre sobre pisos aislados, nunca sobre piso mojado o húmedo.
- ✓ Nunca trabajar solo, es importante tener una persona que pueda prestar primeros auxilios y preparado a cortar la línea.
- ✓ Evite la desorganización en los circuitos y elementos, esto aumenta la posibilidad de choque eléctricos
- ✓ Mientras trabaje no se distraiga hablando con otras personas.
- ✓ Nunca haga conexiones cuando el suministro o equipos eléctricos estén conectados.

#### ***3.3.4.4 Límites de operación***

- ✓ No se puede aplicar cualquier carga eléctrica al generador , deben aplicarse cargas eléctricas que vayan en función de los parámetros de diseño y tolerancias establecidas en las condiciones nominales del generador de corriente continua.
- ✓ No puede trabajar como motor eléctrico por la disposición requerida en este banco de pruebas
- ✓ El no mantener la velocidad requerida incidirá en no sostener Una correcta generación de voltaje.

#### ***3.3.4.5 Modo de operación***

La manera de llevar a cabo una práctica de laboratorio en el banco de pruebas antes descrito debe conllevar a que se sigan una serie de pasos con la finalidad de obtener un resultado satisfactorio, para todos los implicados en este proceso.

1. Entonces ponemos a continuación una lógica que consideramos la adecuada a usar: Verificar que el equipo esté conectado al suministro de energía eléctrica.
2. El asistente del laboratorio antes de poner el interruptor principal en posición ON deberá confirmar que:
  - ✓ Selector del variador en posición OFF.
  - ✓ Potenciómetro del variador de frecuencia en mínima posición.
  - ✓ Conexiones del motor asincrónico verificadas.
3. Una vez verificado esto, colocar en posición ON el interruptor principal del banco de pruebas.
4. Operar el switch del variador de frecuencia a posición ON.

5. Confirmar que en la pantalla del variador de frecuencia aparezca la palabra (Ready).
6. Enciende el motor asincrónico, por ende empieza el proceso de generación de corriente continua.
7. Continuar en orden la operación del banco de pruebas dependiendo de la práctica a realizarse.
8. Al concluir la práctica se deben seguir los siguientes pasos:
  - ✓ Desconectar las distintas cargas aplicadas al generador.
  - ✓ Presionar el botón STOP del variador de frecuencia, esperar a que se detenga el grupo Motor – Generador.
  - ✓ Potenciómetro del variador de frecuencia a mínima posición.
  - ✓ Presionar el interruptor de paro general del banco de pruebas.
  - ✓ Retirar del banco de pruebas el suministro de energía eléctrica.

## ***ANEXO N° 9***

### **MANUAL DE MANTENIMIENTO**

Un programa adecuado de mantenimiento para motores y generadores eléctricos incluye las siguientes recomendaciones:

Mantener limpios el motor, el generador y los equipos asociados.

Medir periódicamente la resistencia de aislamiento de los devanados.

Medir constantemente las temperaturas de los devanados y cojinetes.

Verificar eventuales desgastes, funcionamiento del sistema de lubricación y la vida útil de los cojinetes

Medir los niveles de vibración del motor y generador.

Inspeccionar los equipos asociados

Inspeccionar todos los accesorios, protecciones y conexiones del motor, garantizando su correcto funcionamiento.



#### **ATENCIÓN**

El no seguimiento de las recomendaciones anteriores puede resultar en paradas no deseadas del equipo.

La frecuencia con que estas inspecciones deben ser hechas de acuerdo en las condiciones locales de la aplicación de los equipos.

### **Limpieza General**

Mantener la carcasa limpia, sin acumulación de aceite o polvo en su parte externa, para facilitar el intercambio de calor con el medio.

También el interior del motor debe ser mantenido limpio, exento de polvo, residuos y aceites.

Para la limpieza utilice escobillas o paños limpios de algodón. Si el polvo no es abrasivo, la limpieza debe ser hecha con una aspiradora de polvo industrial. La suciedad de la tapa deflectora, así como el polvo acumulado en las paletas del ventilador y en la carcasa;

Los residuos impregnados con aceite o humedad pueden ser removidos con un solvente adecuado.

Efectuar la limpieza de las cajas de conexión.

Los bornes y conectores deben mantenerse limpios y sin oxidación.

### **Limpieza del Compartimiento de las Escobillas**

El polvo del compartimiento de las escobillas debe realizarse con una aspiradora de polvo, hacia fuera del motor.

Los anillos colectores se debe limpiar con una paño limpio y seco que no suelte pelusas, sin ningún solvente.

Los espacios entre los anillos colectores se deben limpiar con una aspiradora de aire.

### **Inspecciones y Limpieza en los Devanados**

Su inspección debe ser anualmente, deberán ser sometidos a una inspección visual completa, anotando y reparando cualquier daño o defecto observando.

Para obtener una operación más satisfactoria, así como una vida más prolongada de los devanados aislados, se recomienda mantenerlos libres de suciedad, aceite, polvo metálico, contaminantes etc.

### **ATENCIÓN**

#### **Vibración**

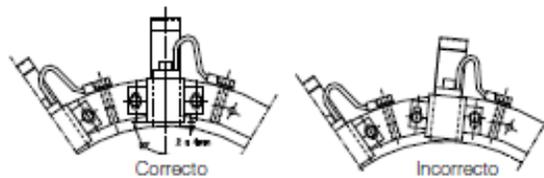


Antes de recolocar el motor o el generador en operación, es imprescindible medir la resistencia de aislamiento de los devanados y garantizar que los valores medidos respeten las especificaciones.

Cualquier evidencia de aumento de desbalance o vibración del motor y generador debe ser investigado y corregido inmediatamente.

### **Porta escobillas y Escobillas**

Deben permanecer en sentido radial con relación a los anillos colectores, y apartados un máximo de 4mm de la superficie de contacto, evitando ruptura o daños en las escobillas.



### **ATENCIÓN**

Las escobillas deben ser inspeccionadas semanalmente para garantizar su libre deslizamiento en el alojamiento de la porta escobillas. Las escobillas que estén desgastadas deberán ser sustituidas. La sustitución de las escobillas deben ser originales.

### **Mantenimiento de los Cojinetes**

#### **Cojinetes de rodamiento a grasa**

#### **Instrucciones para lubricación**

El sistema de lubricación fue proyectado de tal modo que durante la lubricación de los rodamientos, la grasa vieja es removida de las pistas de los rodamientos e impide la entrada de polvo u otros contaminantes nocivos para el rodamiento.

Es aconsejable inyectar aproximadamente la mitad de la cantidad total de la grasa prevista y operar el motor o generador durante aproximadamente 1 minuto a plena rotación, parar el motor e inyectar el resto de grasa.

La inyección de toda la grasa, con el motor parado, puede causar la penetración de parte del lubricante hacia el interior del motor, a través del sellado interno del anillo del rodamiento.

Los planes de mantenimientos para motores o generadores están planteados anual semestral o mensualmente, para equipos que operan constantemente en el campo industrial.

En este caso los equipos son destinados para uso didáctico, queda sujeto a la experiencia del personal de mantenimiento determinar cuándo es necesario realizar un mantenimiento o remplazo de accesorios internos, como son rodamientos, escobillas, etc.

### **Mantenimiento del Contactador**

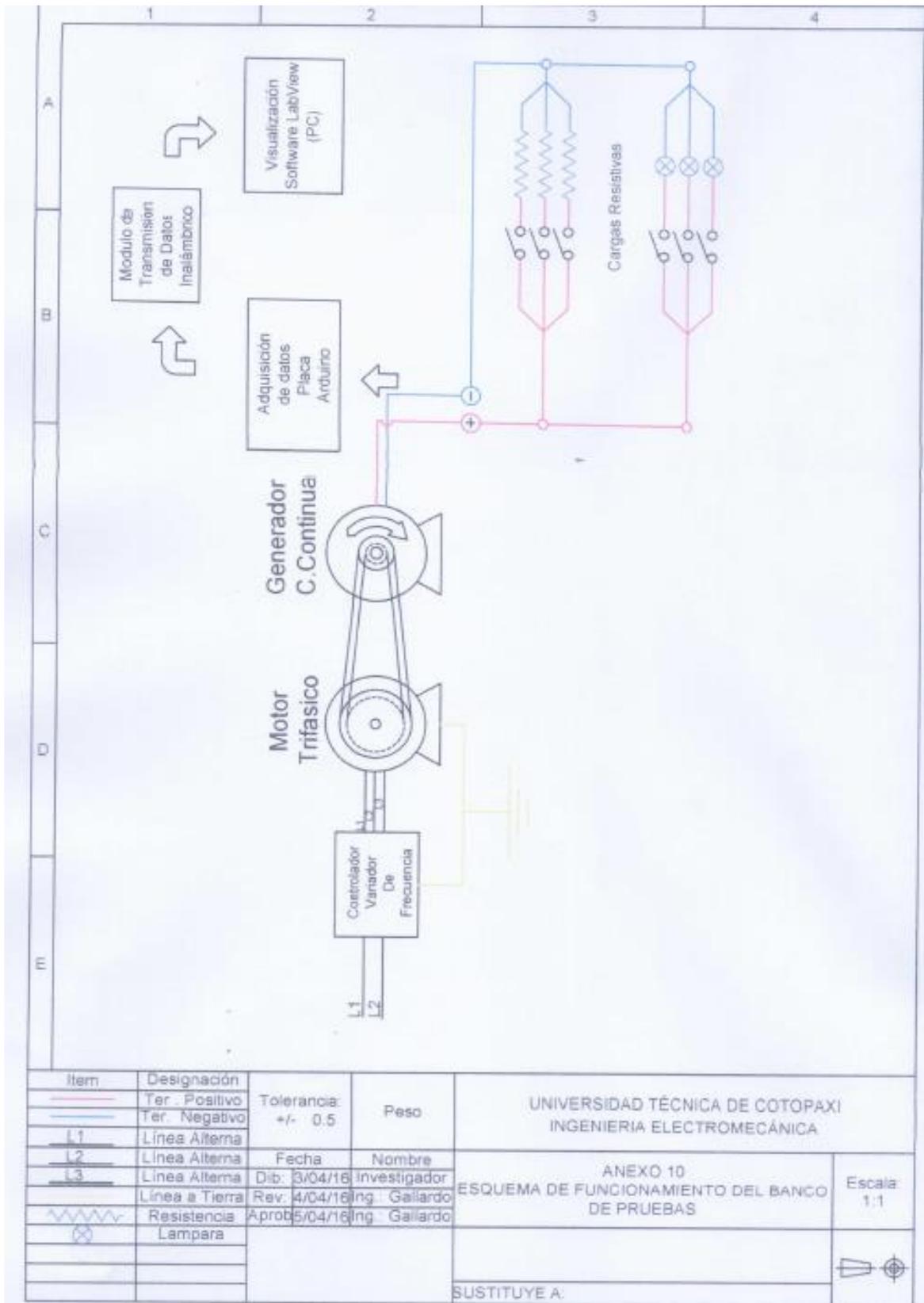
En los Contactores de pequeña potencia donde no es posible observar el deterioro de los contactos sin desmontarlos queda sujeto al criterio del personal de mantenimiento, sugerir cuando es necesario reemplazar los contactos o el contactor.

Cuando el usuario tiene una correcta planificación de mantenimiento preventivo, puede determinar la fecha de inspección o cambio del contactor, de acuerdo a la cantidad de maniobras prácticas de funcionamiento.

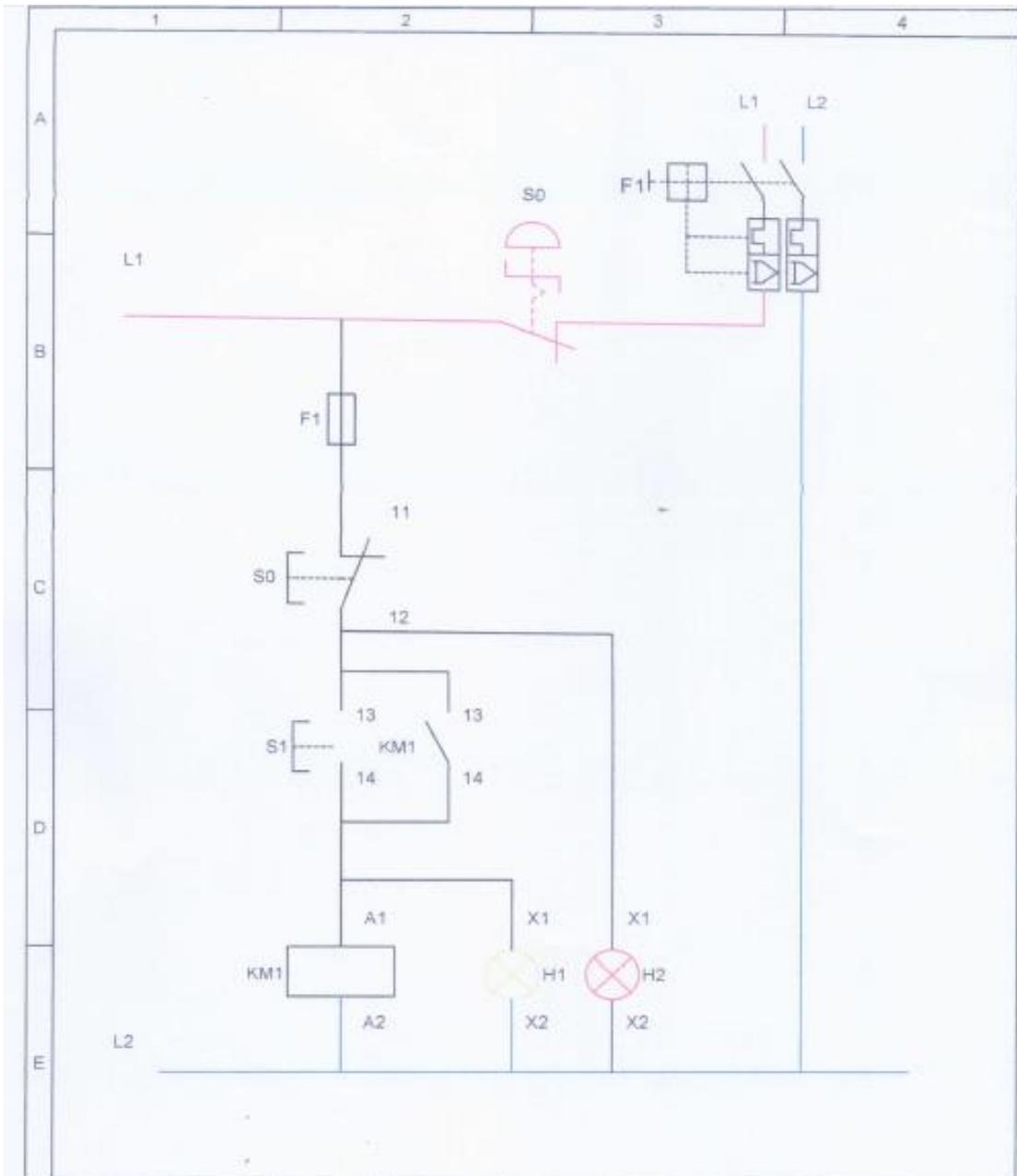
### **Mantenimiento del Variador**

Se recomienda siempre mantener el Variador en un lugar seco y libre de polvo, ya que estos factores pueden ocasionar daños internos dentro del variador.

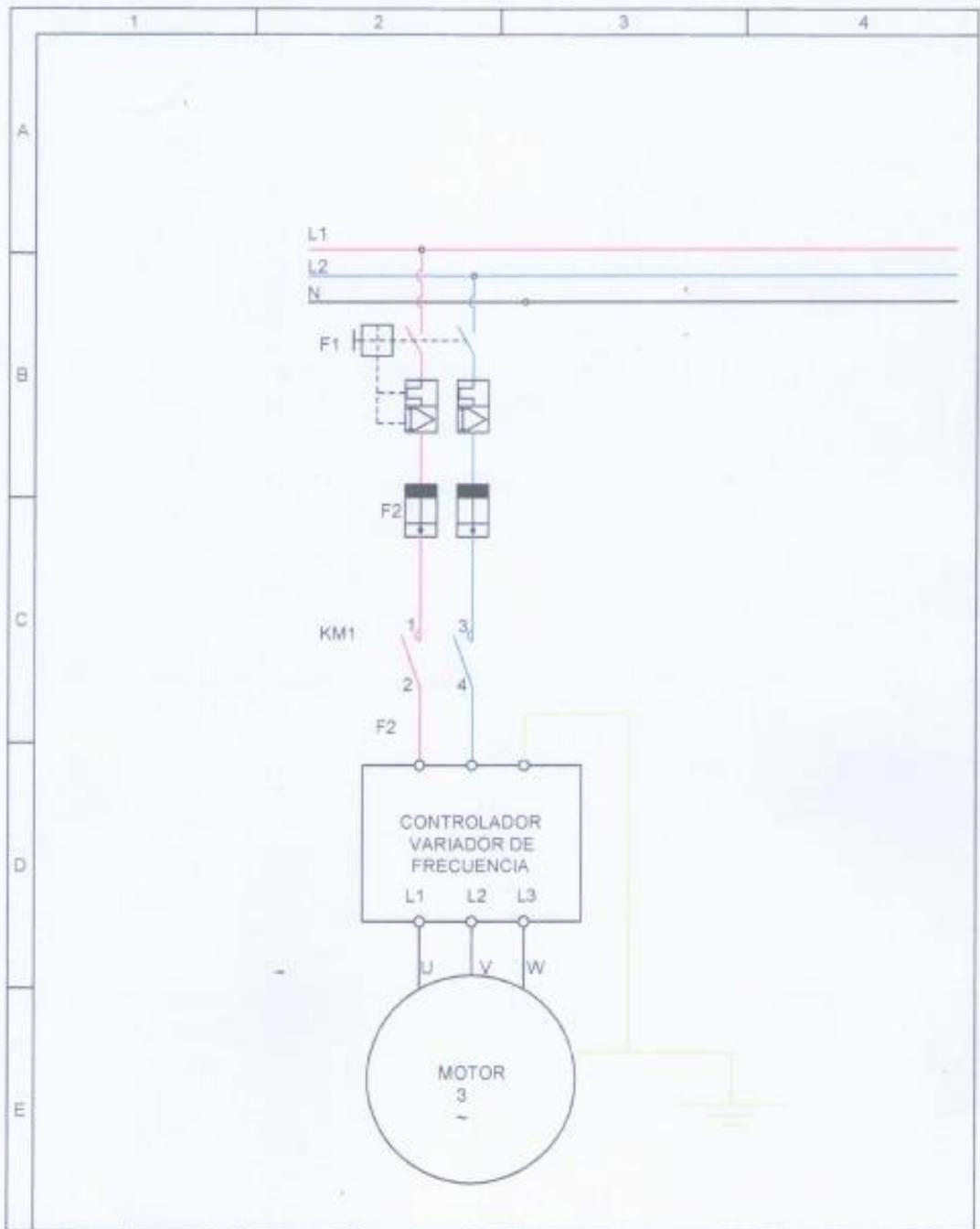
Se debe realizar una inspección del reajuste de los terminales de los conductores.



Item	Designación	Tolerancia:	Peso	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA	
—	Ter. Positivo	+/- 0.5		ANEXO 10 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DEL BANCO DE PRUEBAS	
—	Ter. Negativo				
L1	Línea Alterna	Fecha	Nombre		
L2	Línea Alterna	Dib: 3/04/16	Investigador		
L3	Línea Alterna	Rev: 4/04/16	Ing. Gallardo	SUSTITUYE A:	
	Línea a Tierra	Aprob: 5/04/16	Ing. Gallardo		
	Resistencia				
	Lampara				

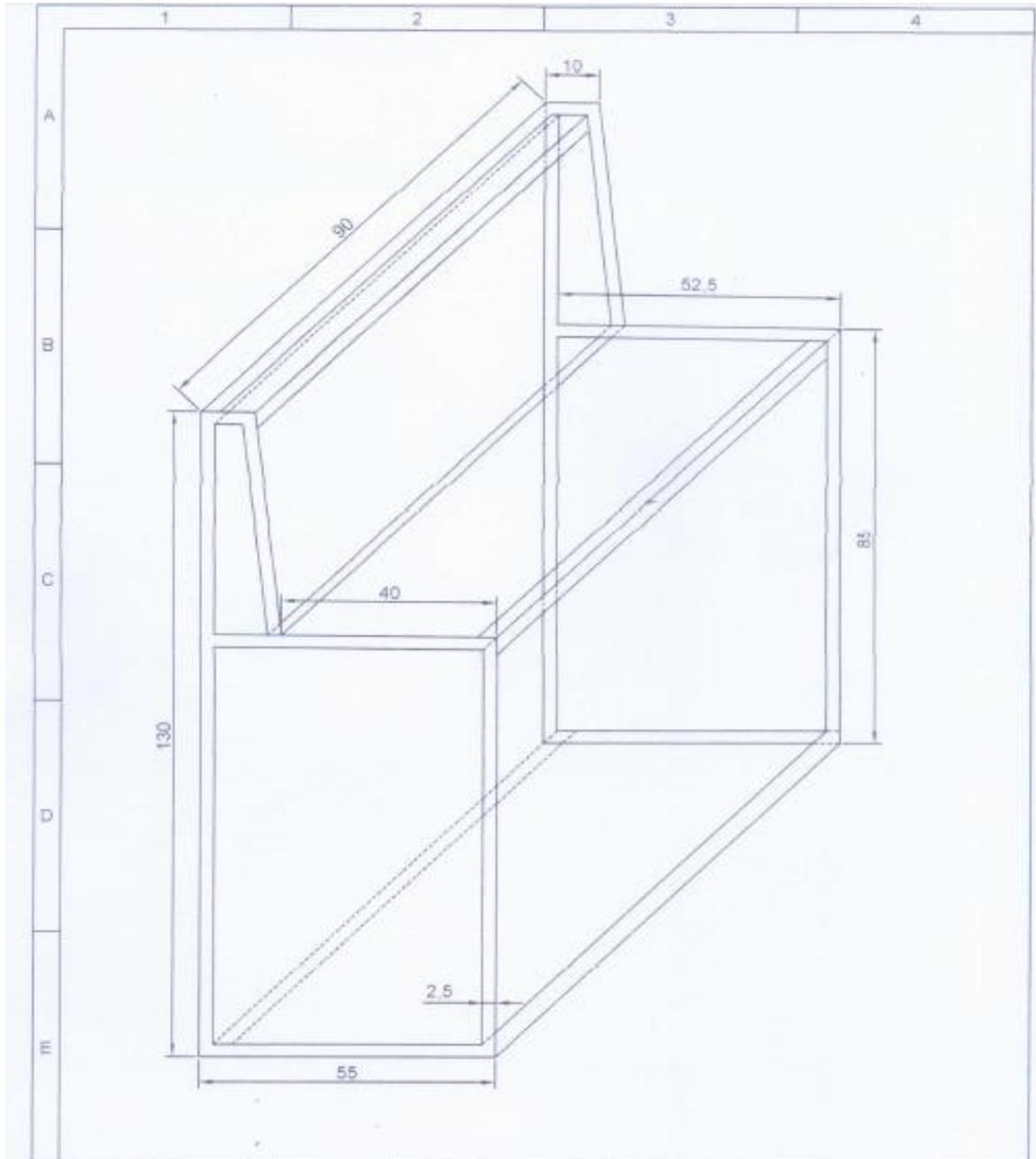


Item	Designación	Tolerancia ±0.5	Peso	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA	
—	Línea 1				
—	Línea 2				
S0	N.Cerrado				
S1	N.Abierto				
F1	Disyuntor	Fecha	Nombre		
KM1	Contacto	Dib: 5/04/16	Investigador		
		Rev: 8/04/16	Ing. Gallardo		
		Aprob: 8/04/16	Ing. Gallardo		
F1	Fusible				
⊗	Luz Parada				
				Escala: 1:1	
				SUSTITUYE A.	



Item	Designación	Tolerancia: *1-0.5	Peso	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA	
—	Línea 1				
—	Línea 2				
	Línea a Tierra				
F1	Disyuntor	Fecha	Nombre	ANEXO 11 CONTROL DE POTENCIA	Escala: 1:1
KM1	Contactor	Dib: 8/04/16	Investigador		
F2	Fusible Rápido	Rev: 8/04/16	Ing.: Gallardo		
		prob: 8/04/16	Ing.: Gallardo		
				SUSTITUYE A:	





Item	Designación	Tolerancia	Peso	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA	
<input type="checkbox"/>	Tubo Estructural	*±0.5			
		Fecha	Nombre		
		Dib: 5/04/16	Investigador	ANEXO 12	
		Rev: 8/04/16	Ing. Gallardo	ESTRUCTURA DEL BANCO DE PRUEBAS	
		Aprob: 8/04/16	Ing. Gallardo	Escala: 1:1	
				SUSTITUYE A.	

