



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MULTIPLICADOR DE FUERZAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, PARA EL CUARTO DE MÁQUINAS DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA COTOPAXI, PERIODO 2016”

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Electromecánico

Autores:

TAIPE MORA NÉSTOR DANIEL

CAIZA GALARZA LUIS DARWIN

Director:

MgC. MOREANO MARTÍNEZ EDWIN HOMERO

Latacunga – Ecuador

2016



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Trabajo de
Grado
CIYA

COORDINACIÓN
TRABAJO DE GRADO

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, 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, el o los postulantes: Taípe Mora Néstor Daniel, Caiza Galarza Luis Darwin, con el título de Proyecto de Investigación: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MULTIPLICADOR DE FUERZAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, PARA EL CUARTO DE MÁQUINAS DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA COTOPAXI, PERIODO 2016”**. Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación del Proyecto.

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

Latacunga, abril 2016

Para constancia firman:

.....
Ing. Mauro Dario Albarracín Álvarez

LECTOR 1

.....
Ing. Cristian Fabián Gallardo Molina

LECTOR 2

.....
Ing. Carlos Alfredo Espinel Cepeda

LECTOR 3



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Trabajo de
Grado
CITA

COORDINACIÓN
TRABAJO DE GRADO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Nosotros **TAIPE MORA NÉSTOR DANIEL, CAIZA GALARZA LUIS DARWIN**, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MULTIPLICADOR DE FUERZAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, PARA EL CUARTO DE MÁQUINAS DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA COTOPAXI, PERIODO 2016**, siendo el MgC. **MOREANO MARTÍNEZ EDWIN HOMERO** director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

.....
TAIPE MORA NÉSTOR DANIEL
C.I. 1714097783-0

.....
CAIZA GALARZA LUIS DARWIN
C.I. 172236589-5



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Trabajo de
Grado
CITA

COORDINACIÓN
TRABAJO DE GRADO

AVAL DE DIRECTOR DE TESIS

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el tema: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MULTIPLICADOR DE FUERZAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, PARA EL CUARTO DE MÁQUINAS DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA COTOPAXI, PERIODO 2016”, de, TAÍPE MORA NÉSTOR DANIEL, CAIZA GALARZA LUIS DARWIN de la carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, mayo 2016

El Director

Firma

MgC. Edwin Homero Moreano Martínez

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, al permitirme culminar otra etapa en mi formación académica en esta prestigiosa institución, primero doy gracias a Dios por acompañarme y bendecirme cada día en esta etapa de mi vida estudiantil.

Doy gracias a mi madre en especial por tener el amor, el coraje, la dedicación, el valor, la paciencia y sobre todo por su fortaleza para no rendirse en la vida me dio valor y confianza para superar los retos y dificultades que me trajo esta etapa estudiantil.

Gracias a mis hermanos, mi sobrina y toda mi familia por creer siempre en mí, donde ellos me inspiraron día a día la confianza y valentía para cumplir mis objetivos y metas.

A mi Director de Tesis el Ing. Edwin Moreano porque aparte de ser nuestro guía, ha llegado a ser un amigo durante nuestra formación académica al impartirnos sus conocimientos.

Luis.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, por haberme acogido de manera incondicional en sus aulas para poder recibir la cátedra necesaria, con la cual elevare las expectativas de crecimiento social y personal de la provincia y mi familia. A Dios por guiar mi camino al darme paciencia y constancia para continuar en mi vida académica.

A mis padres porque con su esfuerzo y ejemplo han sabido guiarme para poder sobresalir en todos los ámbitos de mi vida dándome el don de la humildad y la perseverancia. A mis hermanos, que mi pasión por darles el ejemplo ha sido motivación a no decaer, entre ellos a mi querido hermano Estuardo Taipe que siempre ha creído en mí.

Al Ing. Edwin Moreano que como director de tesis ha llegado a ser un gran maestro, guía y aún más un amigo.

A la luz de mi vida Sandra Galarza que es una más de las razones para alcanzar las metas propuestas.

Néstor.

DEDICATORIA

Le dedico este proyecto de grado a mi madre por ayudarme a salir en adelante de una u otra forma para llegar a ser un profesional siendo mi luz y guía en mi largo camino de formación académica.

A mi querido hermano Edison que donde se encuentre me ha bendecido para llegar a cumplir la meta que me propuse.

A mi familia por ser la inspiración en el camino de mi formación académica gracias a sus grandes consejos que me impartieron pude lograr mis objetivos y metas.

A mis amigos que me ayudaron a superarme en esos momentos difíciles de esta etapa estudiantil con el apoyo, la paciencia y sobre todo sus consejos.

Luis

DEDICATORIA

A Dios ante todas las cosas, a mis compañeros, amigos y profesores que de una u otra forma han llegado a ser apoyo fundamental para el desarrollo de mi vida estudiantil.

La mayor dedicatoria es para mi padre que con amor, humildad y perseverancia me ayudaron a cumplir uno más de mis sueños, por todo su apoyo incondicional, sus consejos comprensión y amor y ayuda en cada uno de los a lo largo de la carrera.

Al cuerpo docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi en especial a los de la unidad académica de CIYA.

Néstor.

INDICE

1.- INFORMACIÓN GENERAL (Título del Proyecto; Tipo de Proyecto)	2
Resumen del Proyecto:.....	2
Abstract de Proyecto:	3
2.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	7
3.- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	7
4.- .BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	8
5.- EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:	9
6.- FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	10
MOTOR ELÉCTRICO.	10
ESTRUCTURA DE UNA MÁQUINA ELÉCTRICA	10
GENERADOR ELÉCTRICO.	11
VOLANTE DE INERCIA	12
ELEMENTOS DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA	13
Transmisión de potencia.....	13
PROGRAMACIÓN LABVIEW	16
ADQUISICIÓN DE DATOS	18
7.- OBJETIVOS:	20
General	20
Específicos	20
8.- OBJETIVOS ESPECIFICOS, ACTIVIDADES Y METODOLOGÍA	21
9.- PRESUPUESTO DEL PROYECTO	22
10.- DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS	24
IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA AUTOMÁTICO.	24
HIPÓTESIS	35
OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES:	35
VARIABLE INDEPENDIENTE	35
VARIABLE DEPENDIENTE	35
COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS	36
11.- CONCLUSIONES	36
12.-RECOMENDACIONES	36

13.- BIBLIOGRAFIA.....	37
14.- ANEXOS.....	39

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 MAQUINA ELÉCTRICA.....	10
FIGURA 2 CONVERSIÓN A UN GENERADOR DE CORRIENTE ALTERNA	11
FIGURA 3 VOLANTE DE INERCIA.....	12
FIGURA 4 TRANSMISIÓN POR ENGRANAJES	14
FIGURA 5 SISTEMA DE POLEAS CON CORREA.....	15
FIGURA 6 TRANSMISIÓN POR CORREA	16
FIGURA 7 PANEL FRONTAL DE UN INSTRUMENTO VIRTUAL.	17
FIGURA 8 DIAGRAMA DE BLOQUES DE UN INSTRUMENTO VIRTUAL.....	18
FIGURA 9 ADQUISICIÓN DE DATOS	19
FIGURA 10 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA	25
FIGURA 11 ESQUEMA ELÉCTRICO.	26
FIGURA 12 PROGRAMACIÓN DEL DIAGRAMA DE BLOQUES.....	34
FIGURA 13 PANEL FRONTAL	34

INDICE DE TABLAS

TABLA 1 CLASIFICACIÓN DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA.....	15
TABLA 2 TIPOS DE ENGRANAJES.....	15
TABLA 3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
TABLA 4 PRESUPUESTO	24
TABLA 5 PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN	29
TABLA 6 PARÁMETROS DEL ANALIZADOR	30
TABLA 7 EVALUACIÓN CONSUMO DE POTENCIA	31
TABLA 8 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS CONDUCTORES ELÉCTRICOS...31	
TABLA 9 INTENSIDADES NOMINALES NORMALIZADAS DE LOS FUSIBLES	32

1.- INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MULTIPLICADOR DE FUERZAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, PARA EL CUARTO DE MÁQUINAS DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA COTOPAXI, PERIODO 2016”.

Tipo de Proyecto:

Se desarrolla una investigación aplicada ya que busca la generación de conocimiento con la aplicación directa a los problemas de la sociedad en este caso es el diseño e implementación de un multiplicador de fuerzas para la optimización de energía eléctrica, para el cuarto de máquinas de energías alternativas de la carrera de ingeniería electromecánica de la Universidad Técnica Cotopaxi, periodo 2016 en la que permite la optimización el uso de la energía eléctrica y así incrementar la potencia eléctrica de aplicación.

Propósito:

Con la implementación de un multiplicador de fuerzas, para el laboratorio de la carrera de ingeniería electromecánica para la optimización de la energía eléctrica, y así poder incrementar la potencia eléctrica de aplicación.

Fecha de inicio: 2 de marzo del 2016.

Fecha de finalización: 13 de abril del 2016.

Lugar de ejecución:

El Ejido-San Felipe-Eloy Alfaro-Latacunga-Cotopaxi- Zona 3-Universidad técnica de Cotopaxi. Bloque B.

Unidad Académica que auspicia.

CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

|Carrera que auspicia:

Ingeniería Electromecánica

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MULTIPLICADOR DE FUERZAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, PARA EL CUARTO DE MÁQUINAS DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA COTOPAXI, PERIODO 2016”

Autor/es:

TAIPE MORA NÉSTOR DANIEL

CAIZA GALARZA LUIS DARWIN

RESUMEN

Los dispositivos de almacenamiento de energía permiten mejorar la calidad y seguridad del suministro eléctrico. En este trabajo se presenta el dispositivo basado en una masa girante, denominada volante de inercia, conectada a una máquina eléctrica con el propósito de transformar la energía eléctrica en cinética rotacional y viceversa. Se presenta como objetivo principal implementar de un multiplicador de fuerzas para la optimización en la generación de la energía eléctrica, para el laboratorio de la carrera de ingeniería electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Para alcanzar el objetivo, el trabajo se divide en dos partes; en la primera parte se realiza el diseño e implementación del sistema donde se analiza su comportamiento ante distintas condiciones iniciales y perturbaciones, demostrando que el sistema de almacenamiento de energía volante tiene una respuesta rápida, precisa y robusta, en la segunda parte es la visualización gráfica mediante el software labview de comportamiento del voltaje y corriente en la generación eléctrica. Su evaluación económica es favorable dado que el generador con costos variables bajos presenta una mayor venta de energía dado el aumento de potencia por la instalación del mismo. El presente proyecto fue factible de realizarlo debido a que se contó con los conocimientos, la información necesaria y la apertura a las instalaciones, los mismos que fueron de utilidad para su desarrollo, el objetivo fue alcanzado satisfactoriamente, además se propone como trabajo futuro estudiar la parte mecánica del dispositivo como también realizar estudios relativos a la optimización del sistema de almacenamiento de energía volante, tanto en su control como en su conexión a la red

Palabras Claves: Generación eléctrica, incremento de potencia, visualización de magnitudes eléctricas.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

ACADEMIC UNIT OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCE

TITLE: “DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A FORCE MULTIPLIER FOR ACHIEVING A POWER OPTIMIZATION OF ELECTRICAL ENERGY TO THE ALTERNATIVE ENERGY MACHINE ROOM AT ELECTROMECHANICAL ENGINEERING CAREER IN THE TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI, 2016 PERIOD”

Author / s:

TAIPE MORA NÉSTOR DANIEL

CAIZA GALARZA LUIS DARWIN

ABSTRACT

The energy storage devices afford to improve the quality and security of electricity supply. This paper is based on a whirling mass device, called flywheel which is connected to an electrical machine in order to transform electrical energy into rotational kinetic energy and vice versa. As the main objective is presented to deploy a force multiplier for optimization the electricity generation process at Electromechanical Engineering Career Laboratory in the Technical University of Cotopaxi. To achieve the objective, this research is divided into two parts; in the first part, the design and implementation of the system where its behavior to different initial conditions and perturbations is analyzed, showing that the storage system flywheel energy has a quick, accurate and robust response; in the second part, the graphical visualization by LabVIEW software using voltage and current behavior in electricity generation is detailed. Its economic assessment is favorable because the generator with low variable costs has higher energy sales thus, the increased power given by its installation. This project was feasible to do it because the researchers had the knowledge, the necessary information, and openness to the facilities, which were useful for its development, the objective was achieved satisfactorily; also, it is proposed as future research to study the mechanical part of the device as well as to do studies related to the optimization of the storage system flywheel energy, both control, and connection to the network.

Key words: electric generation, power increase, display of electrical quantities.



AVAL DEL DOCENTE DE INGLES

Yo, Wilmer Patricio Collaguazo Vega, Licenciado en Ciencias De la Educación Especialidad Ingles, Docente del Centro de Idiomas, después de haber revisado el Abstract del presente proyecto de tesis: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MULTIPLICADOR DE FUERZA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, PARA EL CUARTO DE MÁQUINAS DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, PERIODO 2016”**, de Luis Darwin Caiza Galarza y Néstor Daniel Taipe Mora, postulantes de Ingeniería Electromecánica, considero que el presente trabajo de tesis reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal.

Latacunga, abril de 2016

Lic. Wilmer Patricio Collaguazo Vega
C.I. 172241757-1

Equipo de Trabajo:

Ing. MgC. Edwin Moreano

Sr. Néstor Daniel Taipe Mora

Sr. Luis Darwin Caiza Galarza

Coordinador del Proyecto:

NOMBRES: EDWIN HOMERO
APELLIDOS: MOREANO MARTÍNEZ
TELÉFONO: 0984568934
NUMERO DE CEDULA: 05026075000
DIRECCIÓN: LATACUNGA, SAN. FELIPE
ESTUDIOS.
PRIMARIOS: ESCUELA FISCAL “SIMÓN BOLÍVAR”
SECUNDARIOS: INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR “VICENTE
LEON”
SUPRIORES: Ing. Electrónico de la escuela Politécnica ESP.

FIRMA

NOMBRES: LUIS DARWIN
APELLIDOS: CAIZA GALARZA
TELÉFONO: 022389697/0981870767
NUMERO DE CEDULA: 1722365895

DIRECCIÓN: CANTÓN MEJÍA, ALOAG, BARRIO EL CORAZÓN
ESTUDIOS.
PRIMARIOS: ESCUELA FISCAL MIXTA “COLOMBIA”
SECUNDARIOS: COLEGIO NACIONAL TECNICO "ALOAG"

FIRMA

NOMBRES: NESTOR DANIEL
APELLIDOS: TAIPE MORA
TELÉFONO: 2728-926/0996172029
NUMERO DE CEDULA: 171497783-0
DIRECCIÓN: GUILLERMO PACHECO Y LEÓN GARCÉS
ESTUDIOS.
PRIMARIOS: ESCUELA FISCAL “GONZÁLES SUÁREZ”
ESCUELA FISCAL “DOCTOS CAMILO GALLEGOS”
SECUNDARIOS: COLEGIO NACIONAL EXPERIMENTAL "SALCEDO"

FIRMA

Área de Conocimiento: Electromecánica

El área de conocimiento obedece a las ramas del saber de la profesión en función de la cual se hacen los aportes fundamentales del proyecto.

Línea de investigación:

Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protecciones ambientales

2.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Esta investigación se llevó a cabo en el laboratorio de la carrera de ingeniería electromecánica de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, el estudio plantea una implementación de un multiplicador de fuerzas para la optimización de la energía que tiene por objetivo incrementar la potencia eléctrica de aplicación. Primero; se analiza las condiciones que al momento se encuentra a la entrada del motor, y se determina los problemas que se presentan durante el consumo de energía eléctrica en la carga asignada, los mismos que pueden ser superados con la implantación de este sistema. De la misma manera se analizará la funcionalidad del sistema para mejorar en función de su actividad. Por medio de la evaluación obtenida se planteará la ingeniería del sector, que comprende la implementación de un multiplicador de fuerzas mediante un motor, volante de inercia, un generador y la visualización de las magnitudes eléctricas mediante labview; de esta manera se incrementa la potencia eléctrica de aplicación. Esta implementación consta de dos sistemas: el de generación eléctrica y el de la visualización de magnitudes eléctricas, para el sistema generación consiste en la instalación de un motor y un generador conectado a un volante de inercia mediante bandas, y para el sistema de visualización se realiza por medio de una computadora a través del software labview que está conectada a una tarjeta de adquisición de datos.

3.- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El desarrollo sustentable y amigable con el medio ambiente es un tema cada vez más importante en todo ámbito de la sociedad humana. En los sistemas eléctricos de potencia, esto obliga a tener redes inteligentes que permitan el uso de la energía eléctrica de forma más eficiente.

La ausencia regulatoria de los sistemas complementarios ha atrasado el desarrollo del ecuatoriano de estos equipos debido a que mediante las actuales leyes su evaluación económica es desfavorable. Sin embargo se espera que sean proyectos necesarios por el continuo desarrollo hacia fuentes de generación renovables, sumado a la necesidad de continuar la calidad del suministro eléctrico, la producción de energía eléctrica en el Ecuador durante la última década ha experimentado elevadas tasas de crecimiento por la demanda que esta genera, debido al crecimiento poblacional e industrial en los últimos años en la que generamos energía eléctrica la cual nos proporciona independencia, autosuficiencia y sostenibilidad. Una de las formas de generar energía eléctrica autosuficiente, sostenible y más efectiva, cuando se combinan diferentes fuentes para obtenerlas o también se puede optimizar la energía eléctrica ya obtenida antes de ser utilizada. Sin embargo, a pesar de las formas de generación y al existir métodos de almacenamiento de energía no explotados, actualmente se ven como uno de los elementos indispensables para lograr este desarrollo, ayudando además a la calidad y seguridad del suministro eléctrico

Es por esta preocupación que surgió la idea de recurrir a la alternativa que permita incrementar la potencia eléctrica. Como alternativa eficaz se recurrió a la implementación de un multiplicador de fuerzas para la optimización de la energía eléctrica.

En la actualidad el desarrollo de proyectos con un enfoque distinto y novedoso, permite que se abra las puertas a la explotación de nuevas áreas, logrando así contar con mano de obra especializada que será de utilidad cuando se requiera realizar una aplicación relacionada.

El presente proyecto fue factible de realizarlo debido a que se contó con los conocimientos, la información necesaria y la apertura a las instalaciones, los mismos que fueron de utilidad para el desarrollo del mismo.

4.- .BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los beneficiarios directos de este proyecto es la comunidad universitaria de la carrera de Ingeniería Electromecánica.

5.- EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

Hoy en día, el uso de la energía eléctrica forma parte de nuestro estilo de vida cotidiana donde cuanto más desarrollada esta una sociedad mayor es su consumo. Donde el incremento de la demanda, el consumo de energía eléctrica y las dificultades que existen para satisfacer esta demanda con las fuentes disponibles, están prefigurando un escenario de crisis energética global.

En el Ecuador durante los últimos años ha pasado por múltiples etapas en cuanto se refiere a las diversas formas de generación de energía eléctrica, donde el problema con los métodos actuales de producción de casi toda la energía eléctrica no solo es que son contaminantes, sino que, la electricidad que se produce a mayor escala y esta es enviada a grandes distancias genera costos adicionales, debido a que el sistema de transmisión es muy costoso, generamos energía eléctrica la cual no proporciona independencia, autosuficiencia y sostenibilidad, además no se combinan sistema de almacenamiento de energía volante para optimizar la energía eléctrica ya obtenida antes de ser utilizada.

Uno de los inconvenientes de la carrera de ingeniería electromecánica es que no se aplica los sistemas de almacenamiento de energía volante ya sea en los proyectos de pico centrales o en la utilización del suministro eléctrico nos permita incrementar la potencia, contribuye a que no se verifique el incremento dicha magnitud

En esta investigación corresponde optar por implementación de un multiplicador de fuerzas, dentro del cuarto de máquinas de energía alternativas de la carrera de Ingeniería electromecánica, vamos a coadyuvar con el desarrollo de la carrera, aportando a la optimización en la generación de la energía eléctrica.

Adicionalmente la aportación que este proyecto otorgará a los estudiantes, docentes o personas interesadas, será de gran apoyo para la realización de futuros proyectos de similares características y para el desarrollo de nuevas técnicas que mejoren el servicio eléctrico requerido por la universidad.

6.- FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

MOTOR ELÉCTRICO.

Según (GARCIA, 2009) Sostiene que “una maquina eléctrica es el mecanismo destinado a producir, aprovechar o transformar la energía eléctrica”.

Entonces podemos 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.

ESTRUCTURA DE UNA MÁQUINA ELÉCTRICA

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

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.

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.

FIGURA 1 Maquina Eléctrica



Fuente: Juan Pablo Morales (2010 - 2011).

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.

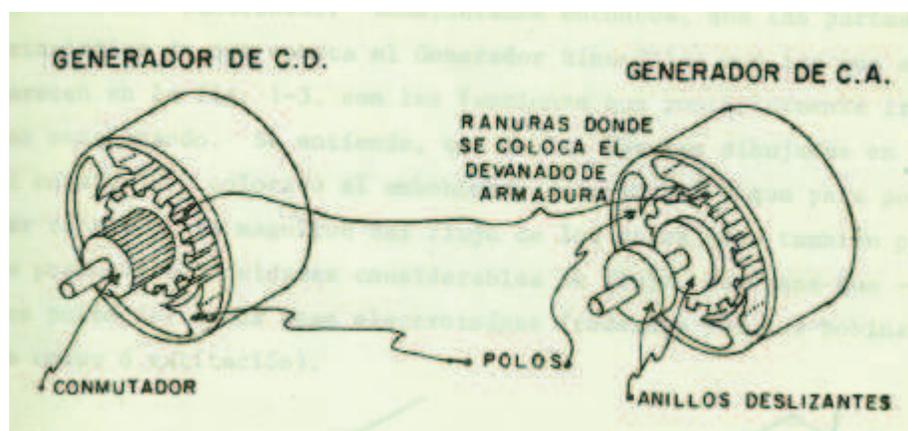
El flujo de la armadura y del rotor gira sincrónicamente, por lo tanto giran a la misma frecuencia. Hay que indicar que la velocidad de giro es menos que la velocidad sincrónica, esto implica que las corrientes inducidas en el rotor tiene una frecuencia menor que las corrientes en el estator.

GENERADOR ELÉCTRICO.

Según http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1020082595/1020082595_002.pdf, establece que el estudio de los transformadores y de las máquinas de corriente continua, se toma cuenta de que lo fundamental para inducirle voltaje a una bobina está en hacer variar la magnitud del flujo magnético enlazado por ella. Es decir, en el generador de corriente directa al darle un movimiento al rotor, hacemos que las bobinas en él colocadas giren dentro del flujo magnético provocado por los polos del estator para llevar a cabo la inducción del voltaje.

El voltaje inducido en las bobinas de esta manera es sin duda un voltaje alterno. Sin embargo en las escobillas aparece voltaje directo debido a que el arreglo conmutador- escobilla, permitiendo rectificarlo, de tal manera para obtener un generador de corriente alterna solo basta cambiar el conmutador por anillos rosantes y logramos ese objetivo como se puede observar en la figura 2.

FIGURA 2 Conversión a un generador de corriente alterna



Fuente: http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1020082595/1020082595_002.pdf

Si lo que deseamos, es producir flujo variable dentro de las bobinas de armadura podemos, por otra parte, colocar dichas bobinas fijas en el estator y los polos en el rotor obteniendo resultados semejantes al generador de la figura 2 pero con las ventajas que nos significa fijar el embobinado armadura en el estator.

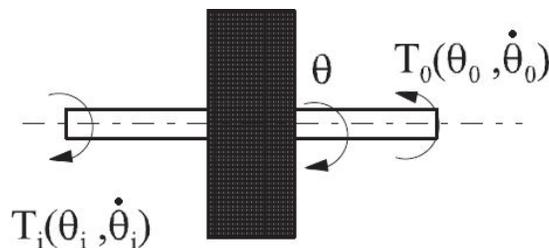
VOLANTE DE INERCIA

Según (http://e-ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio//1000/1103/html/4_volantes_de_inercia.html) manifiesta que es un elemento pasivo, que únicamente aporta al sistema una inercia adicional de modo que le permite almacenar energía cinética. Este volante continúa su movimiento por inercia cuando cesa el par motor que lo propulsa. De este modo, el volante de inercia se opone a las modificaciones violentas de un movimiento rotativo. Así se consiguen amortiguar las variaciones de velocidad angular. Es decir, su misión es suavizar el flujo de energía entre una fuente de potencia y su carga.

Entonces el volante de inercia es un elemento mecánico capaz de almacenar energía cinética, usando la inercia restante en un sistema.

El volante de inercia se resiste a los cambios en su velocidad de rotación, donde reduce velocidad angular suaviza aceleraciones bruscas como se muestra en la figuras 3, cada día se usan numerosos aparatos o máquinas sin saber cómo funcionan o el mecanismo que lleva desde un simple juguete, hasta un coche. Su principal característica frente a otros sistemas es la capacidad de absorber y ceder energía en poco tiempo. Es básicamente, un sistema de almacenamiento de energía mecánica.

FIGURA 3 Volante de inercia



Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Volante_de_inercia

Sea:

I el momento de inercia del volante.

θ la coordenada de posición del volante.

T_i el momento de torsión de entrada correspondiente a una coordenada θ_i .

T_o el momento de torsión de salida correspondiente a una coordenada θ_o .

$\dot{\theta}_i$ la velocidad angular de entrada correspondiente a una coordenada θ_i .

$\dot{\theta}_o$ la velocidad angular de salida correspondiente a una coordenada θ_o .

Tomando arbitrariamente T_i como positivo y T_o como negativo, obtendremos la siguiente ecuación 1 para el movimiento del volante:

$$M = T_i (\theta_i, \dot{\theta}_i) - T_o (\theta_o, \dot{\theta}_o) - I\ddot{\theta} = 0 \quad \text{Ecu. 1.}$$

ELEMENTOS DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA

Transmisión de potencia

Se denomina transmisión mecánica a un mecanismo encargado de transmitir potencia entre dos o más elementos dentro de una máquina. Son parte fundamental de los elementos u órganos de una máquina. Los cuales se encuentran divididos de la siguiente manera. Como se muestra en la tabla 1.

Una transmisión mecánica de potencia es aquella que transmite de una fuente de potencia a otra máquina mecánica, incrementando, manteniendo, o decreciendo la velocidad y el torque. En estos sistemas la potencia NO cambia a menos que se utilicen métodos eléctricos o electrónicos de variación.

TABLA 1 Clasificación de transmisión de potencia

Clasificación de transmisión de potencia					
Órganos flexibles	Por correa	Por cadena			otros mecanismos
Órganos directos	Engranajes	Ruedas de fricción	Piñón - Cremallera		
Órganos rígidos	Biela-Manivela	Excéntrica	Levas	Tornillo-Tuerca	

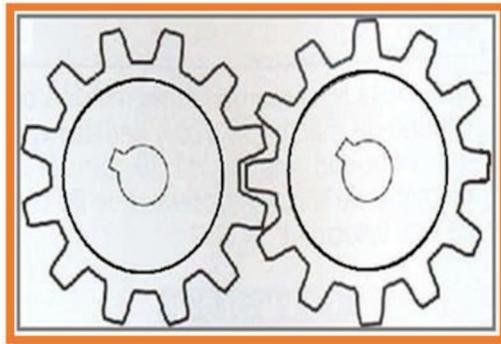
Elaborado: Investigador

Por engranajes

MURILLO, 2010 argumenta que “Una transmisión por engranajes está formada por el acoplamiento de dos o más ruedas dentadas las cuales se denomina una motriz y otra conducida”.

La rueda motora, arrastra el conducido diente a diente produciendo así el movimiento. Ver figura 4.

FIGURA 4 Transmisión por engranajes



Fuente: http://www.portaleso.com/portaleso/trabajos/tecnologia/mecanica/elementos_de_maquinas/engranajes.htm

Este sistema de transmisión es más utilizado, en el diseño industrial, se caracterizan por una transmisión de fuerza sin deslizamiento, independiente de la potencia transmitida es un sistema muy seguros de bajo mantenimiento y alto rendimiento.

En diseños donde intervienen transmisiones engranadas, normalmente se conocen las velocidades de giro del piñón y del engrane y la potencia que debe transmitir el impulsor. La principal clasificación de los engranajes se efectúa según la disposición de sus ejes de rotación y según los tipos de dentado. Según estos criterios existen los siguientes tipos de engranajes, como se muestra en la tabla 2.

TABLA 2 Tipos de engranajes

TIPOS DE ENGRANAJES		
EJES PARALELOS	EJES QUE SE CORTAN	EJES QUE SE CRUZAN
Engranajes helicoidales sencillos	Cónicos de dientes rectos	De tornillo sinfin
Engranajes de doble helicoide	Cónicos de dientes helicoidales	Hipoide
Engranajes cilíndricos		

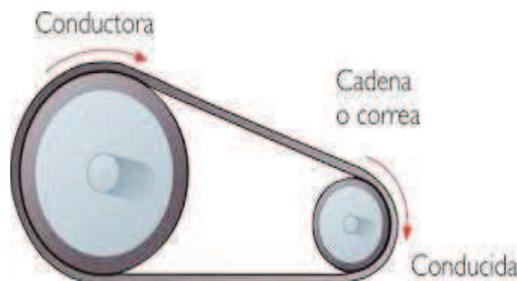
Elaborado: Investigadores

Por poleas con correas

La función de una transmisión de correa es transmitir movimiento giratorio y torque de un eje a otro suavemente, sin ruido y de manera económica.

Son mecanismos de transmisión circular en estos casos transmiten el giro desde un elemento a otro. Donde el elemento que posee el movimiento inicial se lo conoce como elemento motriz y el elemento que recibe el movimiento se lo conoce como conducido, ver figura 5.

FIGURA 5 Sistema de poleas con correa



Fuente: <http://juangarciaiearm.blogspot.com/2011/09/mecanismos-para-transformacion-de.html>

Este tipo de sistemas en la mayoría de los casos son utilizados para aumentar o disminuir la velocidad desde la polea conductora hacia la conducida, pero también son utilizadas para transmitir movimiento circular manteniendo la velocidad desde la conductora a la conducida

por rozamiento manteniendo el sentido de giro como se muestra en la figura 6. La velocidad de giro de las poleas va a depender de la relación que exista entre el tamaño de ellas. Para la velocidad angular aplicando la ecuación

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{D_2}{D_1} \quad \text{Ecu. 1}$$

Relación de velocidad nominal

$$n = \frac{W_1}{W_2}$$

Donde:

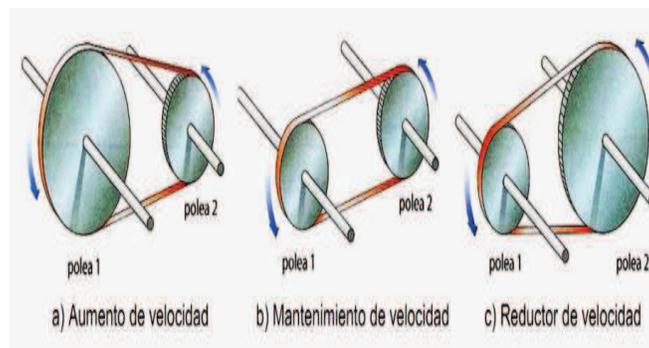
W1 = Velocidad rotacional polea motriz

W2= Velocidad rotacional polea conducida

D1= Diámetro de la polea motriz

D2= Diámetro de la polea conducida

FIGURA 6 Transmisión por correa



Fuente: <http://www.tecnosjulo.com/1eso/2012/02/04/mecanismos-de-transmision-circular/>

PROGRAMACIÓN LABVIEW

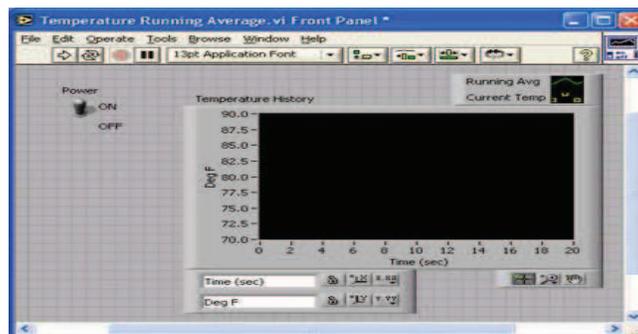
Según (LAJARA, 2007), manifiesta que es una plataforma de desarrollo para diseñar sistemas, con un lenguaje de programación visual gráfico, recomendado para sistemas hardware y software de pruebas, control y diseño, simulado o real, pues acelera la productividad.

Se puede considerar que 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 (Figura 7) y otra que soportará el nivel de programación llamada diagrama de bloques (Figura 8). 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 7 Panel frontal de un instrumento virtual.

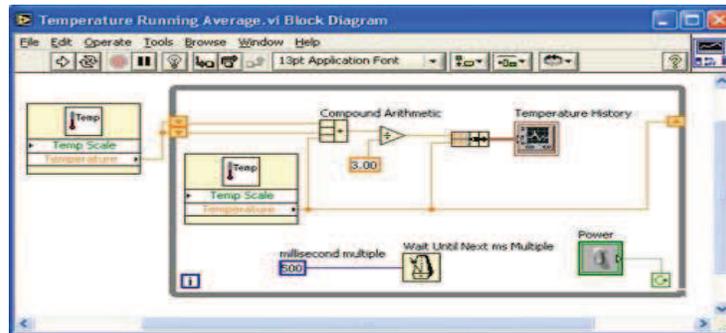


Fuente: <http://www.etitudela.com/entrenadorcomunicaciones/downloads/labviewtutorialuniversidadfranciscocaldas.pdf>

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 8 Diagrama De Bloques De Un Instrumento Virtual



Fuente: <http://www.etitudela.com/entrenadorcomunicaciones/downloads/labviewtutorialuniversidadfranciscodecaldas.pdf>

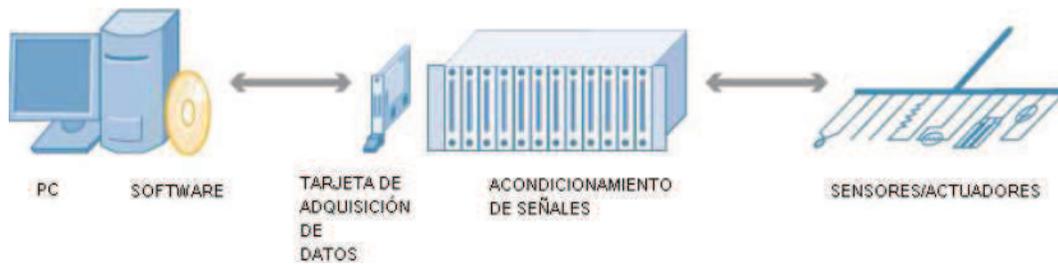
ADQUISICIÓN DE DATOS

La adquisición de datos (DAQ) es el proceso de medir con una PC un fenómeno eléctrico o físico como voltaje, corriente, temperatura, presión o sonido. Un sistema DAQ consiste de sensores, hardware de medidas DAQ y una PC con software programable como se muestra en la figura 9. Comparados con los sistemas de medidas tradicionales, los sistemas DAQ basados en PC aprovechan la potencia del procesamiento, la productividad, la visualización y las habilidades de conectividad de las PCs estándares en la industria proporcionando una solución de medidas más potente, flexible y rentable.

Componentes de un sistema de adquisición de datos:

- Ordenador personal
- Sensores y actuadores
- Acondicionamiento de señal
- Hardware de adquisición de datos
- Software

FIGURA 9 Adquisición de datos



Fuente: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/altamirano_c_a/ capitulo3.pdf

Protecciones eléctricas.

Para el cálculo de las protecciones eléctricas aplicamos la ecuación 2.

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad \text{Ecu. 2}$$

Dónde:

I_b : corriente de diseño del circuito correspondiente.

I_n : corriente nominal del fusible

I_z : corriente máxima admisible del conductor protegido

Intensidad para una línea monofásica

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\phi} \quad \text{Ecu. 3.}$$

Dónde:

P = potencia total

U = tensión considerada entre fase y neutro

$\cos\phi = 1$ Factor de potencia

Velocidad angular

Para la obtención de la velocidad angular ω aplicamos la ecuación 3.

$$\omega = \frac{v}{r} \quad \text{Ecu. 4}$$

Dónde:

w = velocidad angular

v = velocidad lineal

r = radio volante

Potencia del motor

$$P = f * v$$

Ecu.5

Dónde:

P = potencia del motor

f = fuerza necesaria romper la inercia del volante

v = velocidad lineal

7.- OBJETIVOS:

General

- Diseñar e implementar de un multiplicador de fuerzas para la optimización de la energía eléctrica, para el cuarto de máquinas de energías alternativas de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica De Cotopaxi en el periodo 2016.

Específicos

- Definir el tipo de mecanismo a utilizar y calcular los parámetros que definan su funcionamiento.
- Visualizar las magnitudes eléctricas de entrada y de salida del sistema con y sin el volante de inercia para comparar su incremento la potencia eléctrica
- Determinar el incremento de potencia en la generación eléctrica al aplicar el volante de inercia.

8.- OBJETIVOS ESPECIFICOS, ACTIVIDADES Y METODOLOGÍA

TABLA 3 Objetivos específicos

Objetivo	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la metodología por actividad
Definir el tipo de mecanismo a utilizar y calcular los parámetros que definan su funcionamiento	calcular los parámetros necesarios para el volante de inercia	Determinar los resultados deseados para la selección de los mecanismos	De Campo se basa en la toma de datos de la velocidad lineal, angular y el diámetro del volante de inercia
Visualizar las magnitudes eléctricas de entrada y de salida del sistema con y sin el volante de inercia para comparar su incremento la potencia eléctrica	Visualizar las magnitudes eléctricas	Determinar las magnitudes eléctricas antes y después del volante de inercia	De Campo se basa en la visualización de las magnitudes eléctricas
Determinar el incremento de potencia en la generación eléctrica al aplicar el volante de inercia	Comparar la potencia inicial y de salida en la aplicación	Las medidas	De Campo se basa en la toma de datos de la potencia generada con el volante de inercia

Elaborado: Investigadores

9.- PRESUPUESTO DEL PROYECTO

TABLA 4 Presupuesto

RECURSO	UNIDAD	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	VALOR TOTAL
HUMANO				
HUMANO	U	20	1	20
TORNO				
SUELDA	U	30	1	30
SUBTOTAL : \$				50
TECNOLÓGICOS				
SOFTWARE LABVIEW	U	100	1	100
ANALIZADOR DE REDES, COMUNICACIÓN RS-4B5	U	100	1	100
CONTROLADOR LOGICO, ANALIZADOR -PC	U	200	1	200
SUBTOTAL : \$				400
MATERIALES				
ORDENADOR (CPU, TECLADO, MOUSE)	U	300	1	300
MOTOR 2 HP MONOFASICO	U	110	1	150
GENERADOR 1200W MONOFACICO	U	190	1	190
VOLANTE DE INERCIA, SOPORTES, CHUMACERAS	U	90	1	90
POLEAS SIMPLES	U	20	2	40
POLEAS DOBLES	U	25	1	25
BANDA DE TRANSMICIÓN	3	15	3	45

ESCRUCTURA DE SOPORTE DEL VOLANTE, MOTOR, GENERADOR.	U	110	1	110
BREAKER MONOFASICO PARA RIEL DIN 10A.	U	15	1	15
TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 100A A 5A	U	20	1	20
CONTACTOR TRIFASICO, CON CONTACTOR AUX	U	40	1	40
BOTON DE MARCHA-PARO	U	5	1	5
BOTON TIPO HONGO DE EMERGENCIA	U	5	1	5
LUZ PILOTO VERDE	U	2	1	2
FUSIBLES, BORNERA DE CONTROL	U	12	1	12
FUENTE DE PODER 110VAC-5VDC	U	24	1	24
CAJA PLASTICA PARA BREAKER RIEL DIM MONOFASICO	U	16	1	16
ENCHUFE MONOFASICO 16A/250V 2P+T	U	4	1	4
TOMA SEMIEMPOTRABLE 16A/250V 2P+T	U	4	2	8
RIEL DIN, CANALETA, CABLE DE CONECCION Y FUERZA	U	5	1	5
ESTRUCTURA METALICA DEL MODULO DIDACTICO	U	200	1	200
SUBTOTAL : \$				1306
OTROS				
MOVILIZACIÓN	U	300	1	300

ASESORAMIENTO	U	500	1	500
FOTOCOPIAS E IMPRESIONES	U	200	1	200
INPREVISTOS	U	100	1	100
VARIOS				1100
SUBTOTAL : \$				
TOTAL:				2856

Elaborado: Investigadores

10.- DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA AUTOMÁTICO.

Requerimientos necesarios del sistema

El diseño eléctrico de monitorización se realiza de manera que los equipos trabajen de forma asociada con el fin de que la información de los parámetros eléctricos en estudio se pueda visualizar de la mejor manera. El equipamiento a usar se diseña con tecnología moderna que garantice la protección de las personas y equipos relacionados para brindar un servicio continuo del proceso y operación del proyecto.

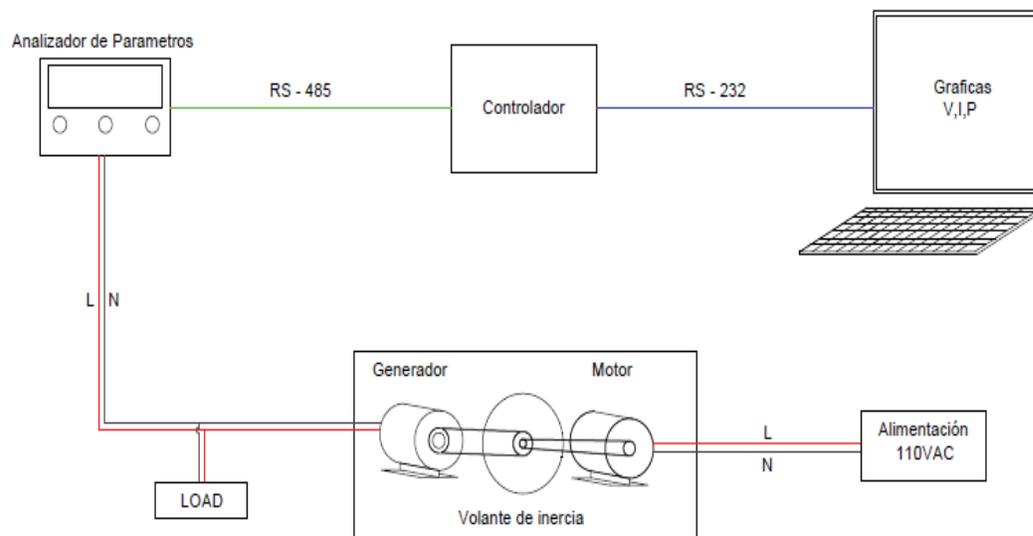
Con la realización de la ingeniería básica se define un listado de materiales y especificaciones técnicas de los equipos con lo cual se dimensionan los dispositivos en base a requerimientos mínimos del proyecto, para ser usados tanto para la generación del multiplicador de fuerza como en la visualización de los parámetros eléctricos de interés.

El equipamiento electromecánico principal dentro del diseño contemplará entre sus elementos más importantes: equipos de supervisión, comunicación, motor, generador, volante de inercia, elementos de protección y control.

Especificaciones

El sistema inicia el proceso al encender el motor, el modulo didáctico permite realizar la práctica de la multiplicación de la fuerza con la colocación del volante de inercia. Para poder observar la práctica el analizador de parámetros adquiere los datos de interés del proyecto y mediante el protocolo de comunicación RS-485 envía los datos al controlador para poder visualizar las gráficas en el ordenador, como se muestra en la Figura 10.

FIGURA 10 Diagrama de bloques del sistema



Elaborado: Investigadores.

ARQUITECTURA

Una vez seleccionado y dimensionado los elementos que van a intervenir en el multiplicador de fuerza se desarrolla en detalle la arquitectura, partimos del volante de inercia el cual se fundamenta en la primera ley de Newton, dicho volante adquiere movimiento mediante un motor, logrando así trasladar el movimiento rotacional del volante hacia el generador donde está conectada la carga. El analizador de parámetros eléctricos adquiere las variables de importancia para el estudio (voltaje, corriente), el voltaje se adquiere de la línea de alimentación del generador y la corriente a través de un transformador de corriente, como se puede observar en la figura 2. El sistema inicia cuando se ha presionado el botón de Start poniendo en marcha al motor. Las adquisiciones de datos del

analizador hacia el micro controlador se realiza mediante el protocolo RS-485, para la visualización de las gráficas y tendencias de las variables de interés en el proceso se envía desde el micro controlador hacia el ordenador los datos usando el protocolo de comunicación RS-232

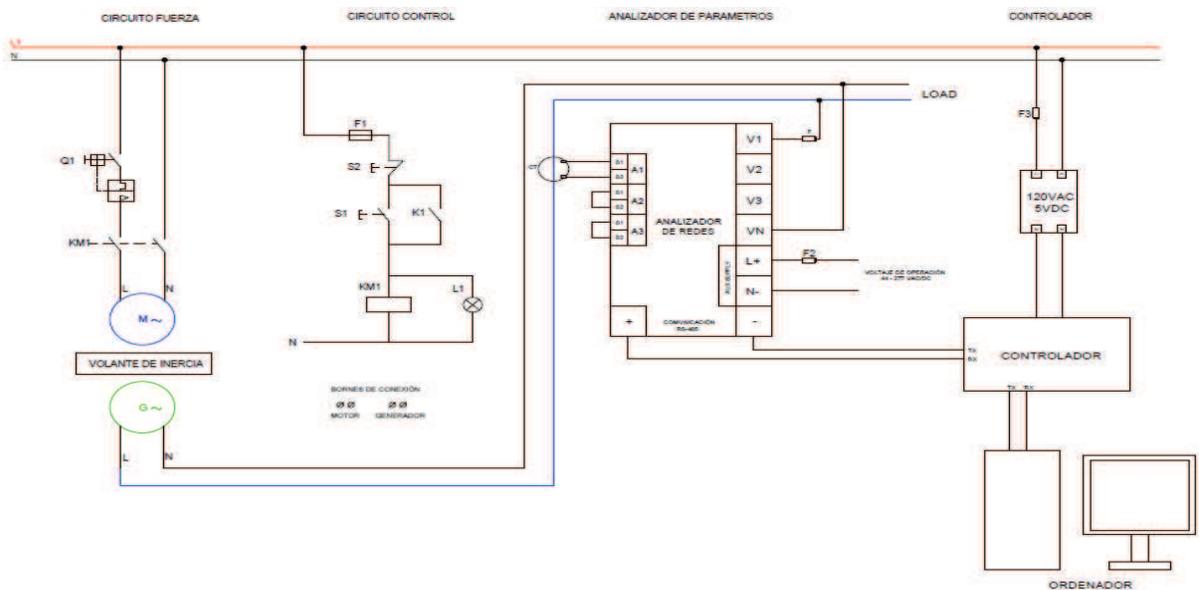
DIAGRAMA ELÉCTRICO

En el diagrama eléctrico se muestra la relación entre los diferentes componentes que forman parte del sistema, lo cual permite ubicar estos componentes dentro de un circuito.

El sistema eléctrico de control permitirá la operación de los equipos y estará en su parte importante compuesto de: elementos de protección de voltaje para la alimentación del módulo didáctico, un motor monofásico, un generador monofásico, un controlador provisto de su propia protección y fuente de poder de 120 VAC a 5 VDC.

Un elemento importante dentro del sistema es el analizador de parámetros eléctricos, este dispositivo permite adquirir los datos en la parte del generador eléctrico, para poder observar de mejor manera el multiplicador de fuerza, los datos también son enviados mediante el protocolo modbus hacia un ordenador para poder observar las gráficas, tendencias de los valores.

FIGURA 11 Esquema eléctrico.



Elaborado: Investigadores

Sistema de adquisición de datos RS-485

El sistema está constituido por un controlador, un analizador de parámetros eléctricos y un ordenador. La arquitectura del sistema se basa en el protocolo de comunicación Modbus RS-485, para adquirir los datos del analizador de parámetros eléctricos al ordenador.

Comunicación modbus RS-485

Es un protocolo estándar dentro de la industria que tiene mayor disponibilidad para la conexión de dispositivos industriales, entre los dispositivos que lo utilizan podemos mencionar: PLC, HMI, RTU, drivers, sensores y actuadores remotos.

El protocolo que establece, se maneja en base al intercambio de mensajes en forma ordenada. Es un sistema del tipo maestro/esclavo el cual tiene un nodo maestro que es encargado de enviar los comandos explícitos a cada uno de los nodos esclavos los cuales procesaran la respuesta requerida.

Una característica de este tipo de bus de campo es que los nodos no transmiten información sin una petición del nodo maestro y además no se comunican con los demás nodos esclavos dentro de la red.

En el protocolo de comunicación MODBUS se intercambia la información con los dispositivos de la red como se muestra en la tabla 5.

TABLA 5 Protocolo de investigación

N° Esclavo (00-3F _H)	Código de Operación	Sub funciones Datos	CRC(P16) H L
--	------------------------	------------------------	----------------------------

Elaborado: Investigadores

Tabla modbus del analizador de parámetros eléctricos

El analizador de parámetros utiliza registros para almacenar datos de valor individual, la dirección del dispositivo, la dirección de inicio del bloque, el número de registros, debe estar configurado para realizar las encuestas a los diferentes registros, en la

siguiente tabla de muestra las diferentes direcciones de los parámetros del analizador como se muestra en la tabla 6 .

TABLA 6 Parámetros del analizador

PARAMETRO	DESCRIPCION	DIRECCION	TIPO
A	Corriente promedio	3913	Float
A1	Corriente Fase 1	3929	Float
VLN	Voltaje L-N	3911	Float
V1	Voltaje F1-N	3927	Float
W	Potencia activa total	3903	Float
W1	Potencia activa F1	3919	Float
VAR	Potencia reactiva total	3905	Float
VAR1	Potencia reactiva F1	3921	Float
VA	Potencia aparente total	3901	Float
VA1	Potencia aparente F1	3917	Float
PF	Factor de potencia	3907	Float
PF1	Factor de potencia F1	3923	Float

Elaborado: Investigadores

SISTEMA ELECTRICO

ANALISIS DE CONSUMO DE CORRIENTE

PARTE DE CONTROL

Para la protección de los diferentes componentes que conforman la parte eléctrica y electrónica se realiza un análisis del consumo de corriente para determinar el fusible y el número de conductor a implementar, para lo cual se realiza una tabla en la que se detalla las variables a considerar para el respectivo análisis como se muestra en la tabla 7.

TABLA 7 Evaluación consumo de potencia

	Consumo de corriente (A)	Voltaje (V)	Potencia (W)	Detalle
Fuente 120 VAC - 5VCD	2,5	120	300	Fuente
Luz piloto	0,01	120	1,2	On/Off
Bobina contactor	0,3	120	36	On/Off
CPU y Monitor	2,8	120	336	Proceso de datos
Analizador de parámetros	1,5	120	180	Adquisición de datos

Elaborado: Investigadores

Donde:

Potencia total = 853,2 Watts

El Conductor de fase preseleccionado: cobre 2.08 mm² intensidad en amperios 14 A como se muestra en la tabla 8.

TABLA 8 Características técnicas conductores eléctricos.

Calibre A.W.G	Diámetro mm	Sección mm ²	Intensidad en amperios			
			Aire libre		3 conductores en tubo	
			TW	desnudo	TW	asbesto
0000	11.58	107.20	300	370	195	340
000	10.38	85.00	260	320	165	285
00	9.36	67.42	225	275	145	250
0	8.25	53.48	195	235	125	225
2	6.54	33.62	140	175	95	165
4	5.18	21.15	105	130	70	120
6	4.11	13.29	80	100	55	95
8	3.26	8.32	55	70	40	70
10	2.59	5.29	40	55	30	55
12	2.05	3.29	25	40	20	40
14	1.62	2.08	20	30	15	30
16	1.29	1.29	12	16	8	16
18	1.02	0.85	8	12	6	12

Elaborado: Investigadores

Para el cálculo del fusible aplicamos la ecuación 1, indica que el fusible debe dejar pasar la corriente necesaria para que la instalación funcione según la demanda prevista, pero no debe permitir que se alcance una corriente que deteriore el cable, asegurando la protección del sistema.

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad \text{Ecu. 2}$$

Y para la intensidad para una línea monofásica la ecuación 2.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\phi} \quad \text{Ecu. 3}$$

Dónde:

P= 853,2 W (potencia total)

U= 120 V tensión considerada entre fase y neutro

Cosφ = 1 Factor de potencia

Remplazando

$$I = \frac{853.2}{120 \cdot 1} = 7.11A \quad \text{Resp. 1}$$

Remplazando el valor de la ecuación 2 en la ecuación 1 tenemos

$$7.11 \leq 10 I_n \leq 14 \quad \text{Resp. 2}$$

Para seleccionar el fusible adecuado véase la tabla 9, esta indica el valor estándar de los fusibles que se encuentran en el mercado. Por lo tanto, se ha seleccionado un fusible de 10 A. el cual garantizara que al momento de producirse un cortocircuito el cable no sufra daño y soporte hasta que el fusible se funda por el efecto Joule ocasionado por el incremento de corriente.

TABLA 9 Intensidades nominales normalizadas de los fusibles

2	4	6	10	16	20	25	35
40	50	63	80	100	125	160	200
250	315	400	425	500	630	800	1000

Elaborado: Investigadores

Parte De Potencia

En la parte de potencia se ha colocado un breaker de 63 A para proteger el motor ya que este consume 35 en arranque

PRUEBAS DE CAMPO

Se ha realizado algunas pruebas de campo para determinar el valor de ciertos parámetros, de estos se obtendrá principalmente el valor de la potencia del motor necesario para mover el volante de inercia, la cual es necesario calcular la velocidad angular aplicando la ecuación 3.

$$w = \frac{v}{r} \quad \text{Ecu. 4}$$

Dónde:

w = dato a conocer

v = 58,905 m/s esta velocidad se la obtuvo realizando pruebas de campo

r = el radio estimado que se le ha otorgado al volante es de 125mm

Remplazando valores se tiene:

$$w = \frac{58905\text{mm/s}}{125\text{mm}}$$

$$w = 471,24 \text{ rad/s} \quad \text{Resp. 3}$$

Para obtener en rpm se realiza la siguiente transformación

$$471,24 \text{ rad/s} \left| \frac{1 \text{ rev}}{2\pi \text{ rad}} \right| \frac{60\text{s}}{1\text{min}}$$

$$4500 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \quad \text{Rep. 4}$$

El valor necesario para que el generador realice la transformación de energía mecánica a energía eléctrica es de 4500 rpm, por lo tanto se dimensiona la medida del diámetro del volante de inercia el cual será de 250mm, con este valor aseguramos que el volante de inercia soportare dicha velocidad

Una vez obtenida los valores anteriores procedemos calcular la potencia del motor aplicando la ecuación 4.

$$P = f * v \quad \text{Ecu.5}$$

Datos:

F= 25,46 [N] fuerza necesaria para romper la inercia del volante fue realizado mediante pruebas de campo

$$v = 58.905 \text{ m/s}$$

Remplazando valores se tiene

$$P = 25,46 * 58.905$$

$$P = 1499,7 \text{ watts} \quad \text{Resp. 5}$$

El valor que tiene relación en el mercado es de un motor de 2hp = 1.5KW

SISTEMA MECÁNICO

Sistema De Trasmisión

En consecuencia, a que la velocidad angular requerida en el generador es de 4500rpm para lograr obtener un voltaje estable entre 120 VAC y el motor que se tiene es de 1720 rpm se realiza una relación de trasmisión mediante polea y banda como se muestra en la figura 5.

Calculamos la velocidad angular aplicando la ecuación 1.

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{D_2}{D_1} \quad \text{Ecu.1}$$

Datos:

$$W1 = 1720$$

$$W2 = 4500$$

$$D1 = 18 \text{ cm}$$

D2 = Diámetro de la polea conducida?

Reemplazo de datos en la ecuación 1.3

$$n = \frac{W1}{W2}$$
$$\frac{1720}{4500} = 0.38 \quad \text{Resp. 6}$$

Por lo cual para satisfacer la velocidad deseada se necesita una relación de 0.38:1 entre motor y generador.

El tamaño de la polea motriz la cual va estar colocada en el motor se calcula empleando la ecuación 1.3

$$\frac{W1}{W2} = \frac{D2}{D1}$$

Despejando la ecuación se tiene

$$W1 * D1 = W2 * D2$$

$$D2 = \frac{W1 * D1}{W2}$$

$$D2 = \frac{1720 * 18}{4500}$$

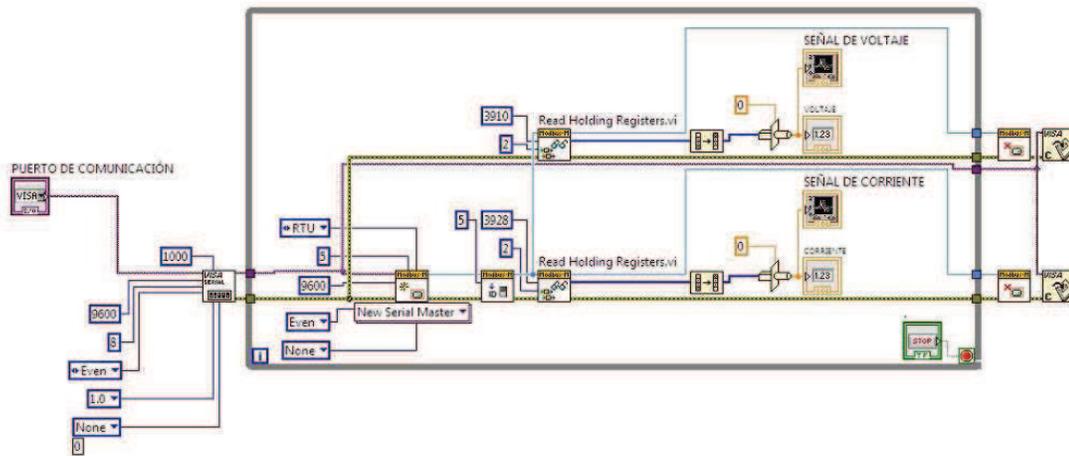
$$D2 = 6.87 \text{ cm} \quad \text{Resp. 7}$$

En el mercado las poleas se encuentran por pulgadas por lo cual la equivalente a la encontrada es una polea de 3 pulgadas.

Visualización de magnitudes.

Para la visualización de las variables eléctricas utilizamos el software labview mediante la programación grafica como se indica la figura 12.

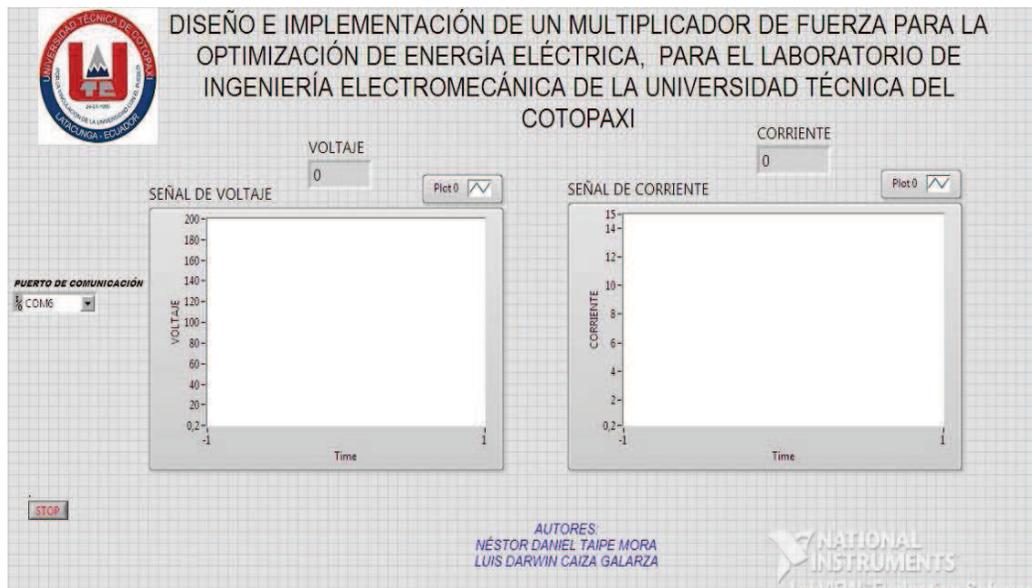
FIGURA 12 Programación del diagrama de bloques



Elaborado: Investigadores

Y mediante el panel frontal podemos observar la gráfica en función del tiempo de las magnitudes eléctricas como se observa en la figura 13.

FIGURA 13 Panel frontal



Elaborado: Investigadores

HIPÓTESIS

¿La implementación de un multiplicador de fuerzas para el cuarto de máquinas de energías alternativas de la carrera de ingeniería electromecánica de la Universidad Técnica del Cotopaxi optimizara la generación de la energía eléctrica?

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES:

VARIABLE INDEPENDIENTE: Implementación de un multiplicador de fuerzas

VARIABLE	CATEGORÍAS	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Elemento pasivo, que únicamente aporta al sistema una inercia adicional de modo que le permite almacenar energía cinética.	Motor generador	Medidas eléctricas	Voltaje Corriente	Medición	Multímetro
	Volante de inercia	Diámetro	Centímetros	Medición	Flexo metro

VARIABLE DEPENDIENTE: generación de la energía eléctrica

VARIABLE	CATEGORÍAS	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
consiste en transformar alguna clase de energía (química, cinética, térmica o lumínica, nuclear, solar entre otras), en energía eléctrica	Voltaje	Voltios	V	Medición	Multímetro
	Corriente	Amperios	A	Medición	Multímetro

COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.

Antes que se implemente este sistema la potencia de generación es 54 WA y una vez implementado el volante de inercia la potencia es 1.44 kWA.

Como se puede observar con los datos obtenidos se comprueba la hipótesis que es la implementación de un multiplicador de fuerzas para el laboratorio de la carrera de ingeniería electromecánica de la Universidad Técnica del Cotopaxi incrementara la potencia eléctrica.

11.- CONCLUSIONES

- Para determinar los distintos parámetros del modelo de forma acertada utilizaron criterios de diseño junto a los parámetros típicos encontrados en la literatura.
- El punto que más beneficia su aplicación en sistemas eléctricos de potencia es su robustez, su elevada vida útil y mínimo mantenimiento.
- Con la implementación de este sistema se logró incrementar la potencia de entrada sin alterar su funcionamiento el cual cumple con nuestro requerimiento de aumento de potencia de salida al generador de 54 W a 1.4kW.

12.- RECOMENDACIONES

- Se propone como trabajo futuro estudiar la parte mecánica del dispositivo como también realizar estudios relativos a la optimización del FESS, tanto en su control como en su conexión a la red.
- Se realiza un modelo detallado del FESS, diseñando y ajustando para éste un control de potencia activa mediante el programa Matlab Simulink para el análisis de su comportamiento ante distintas condiciones iniciales y perturbaciones
- Realizar investigaciones acerca de sistema mecánico de conservación de inercia aplicados a la generación eólica

13.- BIBLIOGRAFIA

La bibliografía citada.

- A. GARCIA José, Electrotecnia (2009) Pág. 171
- B. http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1020082595/1020082595_002.pdf,
- C. http://e-educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio//1000/1103/html/4_volantes_de_inercia.html
- D. MURILLO J. y Otros , Maquinas eléctricas, primera edición, editorial universal, 2010
- E. LAJARA José y PELEGRÍ José, LabVIEW Entorno gráfico de programación, (2007).

Bibliografía Consultada

- A. WILDI Theodore, Máquinas Eléctricas y Sistemas de Potencia, 6ta Edición, México, (2007).
- B. CHAPMAN J. Stephen, Máquinas Eléctricas Quinta Edición, Mc Graw Hill (2000).
- C. MORA, Fraile Jesús, Maquinas Eléctricas, 5ta Edición Mc Graw- Hill, (2003).
- D. CAMPOS OCAMPO, Melvin, Métodos y Técnicas de Investigación, 1era Edición Costa Rica, (2009).
- E. MOLINA José Miguel y JIMÉNEZ Manuel, Programación Gráfica para Ingenieros (2012). 1era Edición, Colombia, (2001).

INTERNET

- A. <http://www.esi2.us.es/~asun/LCPC06/TutorialLabview.pdf>
- B. <http://www.etitudela.com/entrenadorcomunicaciones/downloads/labviewtutorialuniversidadfranciscodecaldas.pdf>

- C. http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/altamirano_c_a/capitulo_3.pdf
- D. <http://www.electrosector.com/wp-content/ftp/revista40/gene.pdf?3e6e2bgenerador>
- E. http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1020082595/1020082595_002.pdf

A N E X O S

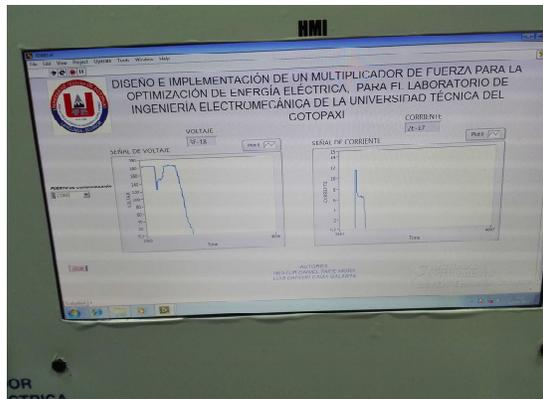


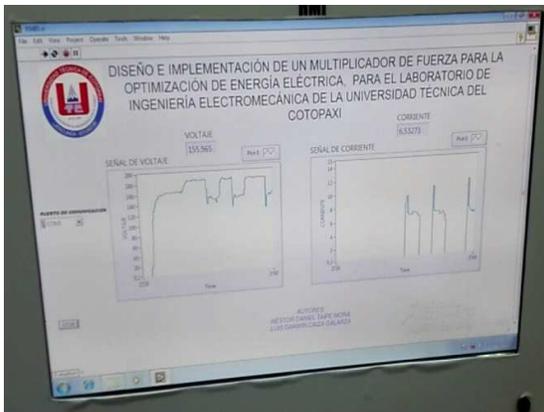
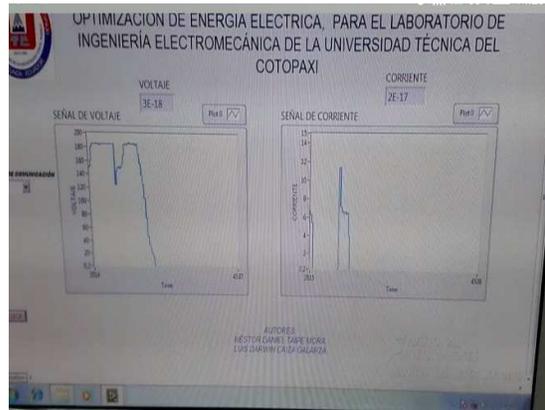
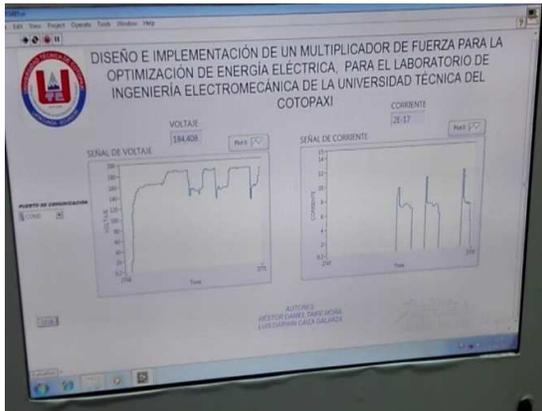
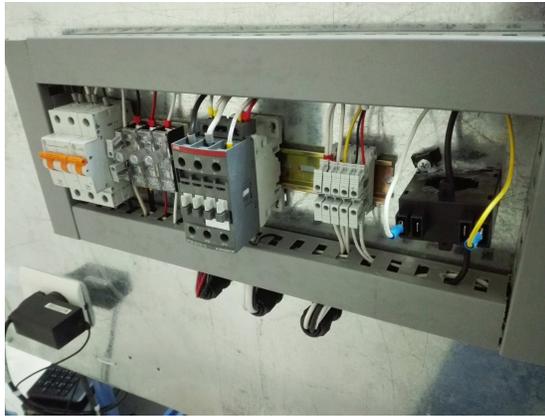












MANUAL DE FUNCIONAMIENTO

Título del Proyecto:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MULTIPLICADOR DE FUERZAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, PARA EL CUARTO DE MÁQUINAS DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA COTOPAXI, PERIODO 2016”.

Principio de Operación:

- a) Verificar que las tomas tengan resistencias dimensionadas para 30 A.
 - La toma debe tener protecciones dimensionadas para 30 A ya que la carga (motor) es de 2 HP el cual utiliza de 25 a 30 A de encendido.



- b) Como medida de seguridad asegurarse que los dos botones de paro de emergencia estén oprimidos antes de proceder a la energización.
 - Los botones de paro de emergencia en este caso están cumpliendo con una doble función que vendría siendo el desenclavar el motor por cualquier emergencia y a su vez al mantenerlos oprimidos es un modo de seguridad adicional.



- c) Activar los tacos térmicos.

- Verificar que los 3 tacos térmicos se encuentren energizados.



- d) Encender la computadora para realizar la visualización de magnitudes.

- Realizar el encendido correspondiente para la computadora.



- e) Dar inicio al programa de visualización de magnitudes (mediante el software LABVIEW) con el nombre de archivo RS485.

- La programación para la aplicación de visualización de magnitudes se encuentra en el escritorio del monitor.
- Realizar doble clic para proceder a abrirlo.
- Dar clic en el botón play que se encuentra en la parte superior izquierda en la barra de herramientas para correr el programa.



f) Montar la banda de acuerdo a la aplicación que vamos a utilizar (con o sin volante de inercia).

- Para el montaje de las bandas verificamos que el perno de ajuste se encuentre flojo, para mantener la holgura y proceder al montaje de las bandas con o sin el volante de inercia.



g) Proceder con la aseguración de la jaula de protección.

- En la parte inferior de la mesa se encuentra un perno para la sujeción de la jaula de protección mediante una tuerca.



h) Desenclavar los botones de paro instalados en serie (botón A superior, botón B inferior).

- Procedemos a girar los botones de paro en sentido horario, para desenclavar los botones.



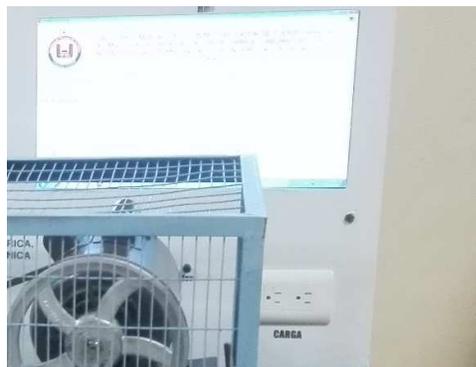
i) Dar inicio a la práctica oprimiendo el botón de arranque.



- Una vez energizada la maquina proceder a realizar el ajuste del perno situado en la parte inferior derecha del motor, para de este modo darle fijeza a las bandas.



- Procedemos a colocar una carga en el tomacorriente del generador situado en la parte inferior derecha del panel.

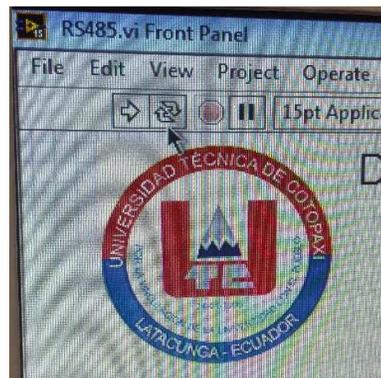
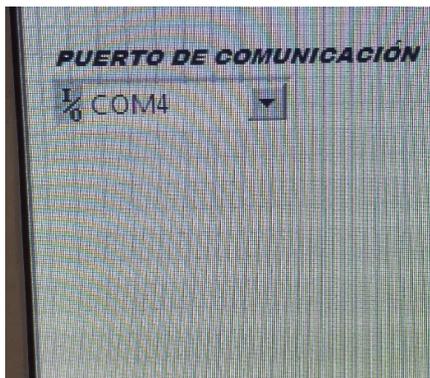
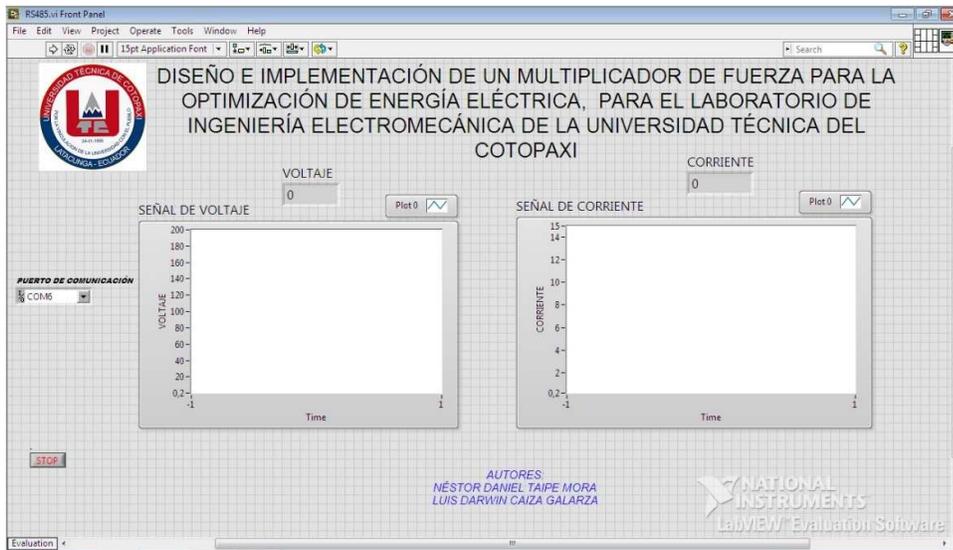


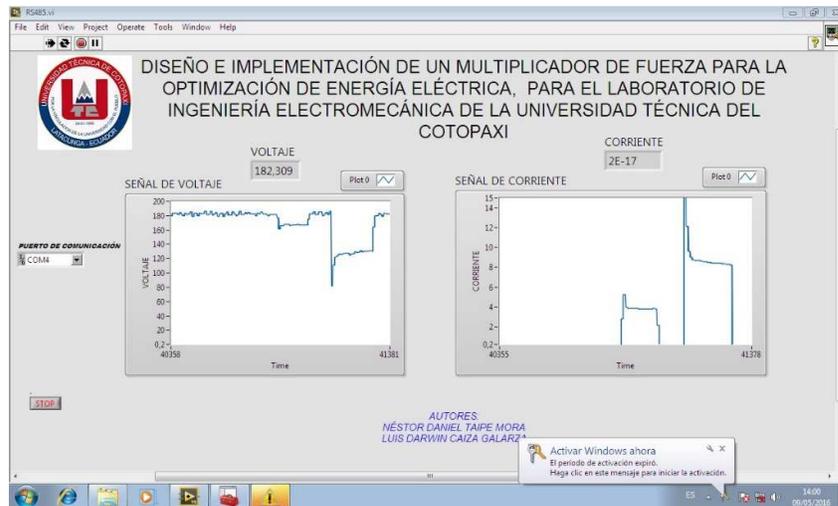
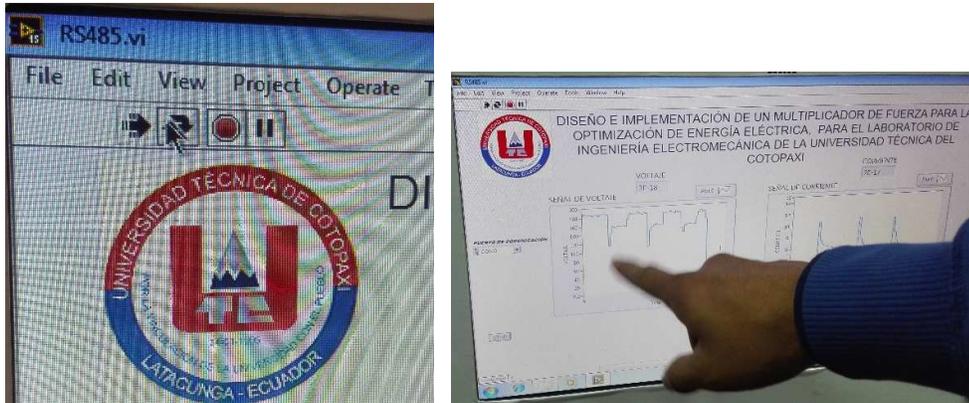
j) Visualizar mediante el analizador de parámetros el voltaje en la F1.

- El analizador de parámetros se encuentra configurado de tal manera que permite visualizar los parámetros de la L1 (Corriente y Voltaje), mediante la manipulación de los cursores superior e inferior.

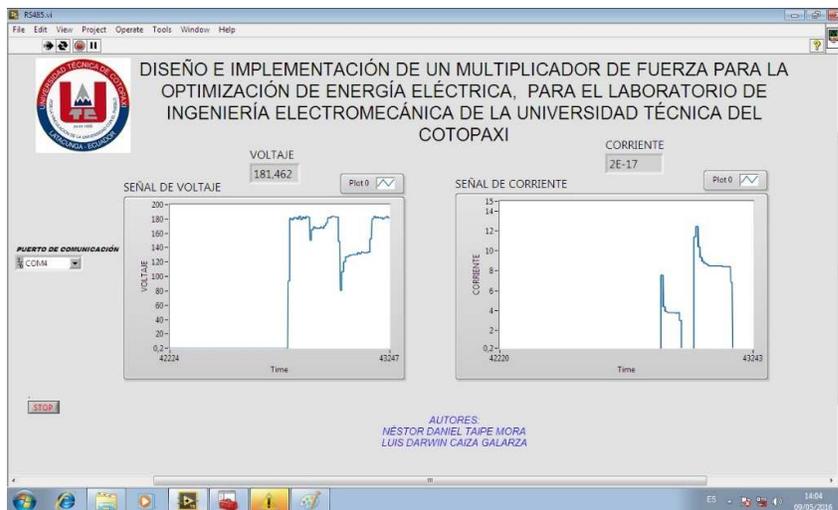


k) Verificar lecturas de voltaje a través de la pantalla HMI (Interacción Hombre-Máquina).





Practica realizada sin el volante de inercia (Visualización de Magnitudes en Voltaje y Corriente).



Practica realizada con el volante de inercia (Visualización de Magnitudes en Voltaje y Corriente).