

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

PROYECTO DE TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN ELECTROMECÁNICA.

TEMA:

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS
PARA MOTORES DE INDUCCIÓN TRIFÁSICO PARA EL
LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS EN LA
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE INGENIERÍA Y
APLICADAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE
COTOPAXI.**

POSTULANTES:

- CALDERÓN VIERA VÍCTOR HUGO
- VILLALVA BARRIGA VÍCTOR ALFONSO.

DIRECTOR: ING. EDWIN MOREANO.

ASESOR: LIC. LIBIA ALMEIDA LARA

LATACUNGA – ECUADOR

2010

AUTORÍA

Las ideas y opiniones emitidas en el presente proyecto de tesis son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.



Víctor Hugo Calderón Viera

C.I. 0502684368



Víctor Alfonso Villalva Barriga

C.I. 0502679004

CERTIFICACIÓN

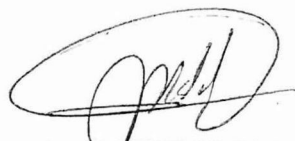
HONORABLE CONSEJO ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA
DE COTOPAXI

De mi consideración:

Cumpliendo con lo estipulado en el capítulo IV,(art.9 literal f), del reglamento del curso profesional de la universidad técnica de Cotopaxi, informo que los postulantes: Víctor Hugo Calderón Viera y Víctor Alfonso Villalva Barriga , han desarrollado su tesis de grado de acuerdo al planteamiento formulado en el plan de tesis con el tema: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA MOTORES DE INDUCCIÓN TRIFÁSICO PARA EL LABORATORIO DE MAQUINAS ELÉCTRICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”**, cumpliendo sus objetivos respectivos.

La claridad y veracidad de su contenido a más del desempeño y dedicación puesta por sus autores en cada etapa de su realización, merece especial atención y su consideración como trabajo de calidad.

En virtud de lo antes expuesto considero que la presente tesis se encuentra habilitada para presentarse al acta de la defensa de tesis.



ING. EDWIN MOREANO

DIRECTOR DE TESIS

AGRADECIMIENTO

Nuestro profundo agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi, quien nos brindo la oportunidad de formar parte de su institución y poder cumplir nuestras metas e ideales y ser útiles en la sociedad.

También queremos agradecer a todos los docentes y compañeros quienes nos apoyaron e impartieron todos sus conocimientos y consejos durante toda nuestra carrera y vida estudiantil en la Universidad, de quienes nos llevamos los mejores recuerdos.

Al culminar con el desarrollo de este trabajo queremos dar un agradecimiento por el esfuerzo realizado al Ing. Edwin Moreano nuestro director de tesis, ala Lic. Libia Almeida nuestra asesora y todas las personas que directa o indirectamente estuvieron con nosotros en la realización de este proyecto.

Victor Villalva, Victor Calderón

DEDICATORIA

Al llegar a cumplir una etapa y objetivo más de mi vida y carrera universitaria dedico este trabajo a Dios quien con su bendición e inmenso amor hizo posible llegar a culminar con éxito todo el proceso estudiantil y lograr todos mis anhelos, sueños e ideales trazados al inicio de mi carrera.

De manera especial quiero dedicar y agradecer este logro alcanzado:

A mis padres ya que con su sacrificio y mucho esfuerzo me dieron la herencia más grande que es la educación.

Esposa quien supo darme todo su amor, cariño y apoyo incondicional en todo momento para lograr en objetivo de ser un profesional.

Hermanos quienes con su apoyo incondicional y buenos consejos me supieron motivar día a día, hoy queda por mi parte brindar el apoyo a todos y quienes de una u otra forma estuvieron siempre junto a mí.

Víctor V.

DEDICATORIA

Al alcanzar una meta más en mi vida estudiantil dedico este trabajo a Dios, mi madre y mi familia.

A **DIOS** por darme la fuerza y habilidades necesarias para cumplir con mi objetivo trazado.

A mi familia por brindarme sus consejos en procura de alcanzar un sueño y seguir en adelante ya que al culminar con este proyecto será uno más de los retos propuestos y alcanzados de los muchos que a futuro se presentaran en mi vida.

De manera especial dedico este triunfo a mi madre GLORIA y mi tío JUAN ANTONIO quienes me encaminaron y apoyaron en todo momento durante todos los años de formación, ya que con su ayuda incondicional pude alcanzar la meta propuesta con dedicación y sacrificio.

Victor Hugo.

ÍNDICE GENERAL

PRELIMINARES

CONTENIDO	PÁGINAS
Portada	i
Autoría	ii
Certificación	iii
Agradecimiento	iv
Dedicatoria	v
Índice general	vii
Resumen	xv
Abstract	xvi
Certificado	xvii
Introducción	xviii

CAPÍTULO I

CONTENIDO	PÁGINA
1 MARCO TEÓRICO	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.1.1.1 MOTOR DE INDUCCIÓN TRIFÁSICO	2
1.1.1.2 Definición	2
1.1.1.3 Principio de funcionamiento	2
1.1.1.4 Creación del campo giratorio	3
1.1.1.5 Circuito equivalente del motor de inducción	5
1.1.2 CARACTERÍSTICAS	5
1.1.2.1 Potencia	6
1.1.2.2 Voltaje	6
1.1.2.3 Corriente	7
1.1.2.4 Corriente Nominal	7
1.1.2.5 Corriente de vacío	8
1.1.2.6 Corriente de arranque	8
1.1.2.7 Corriente a rotor bloqueado	8
1.1.2.8 Revoluciones por minuto (RPM)	8
1.1.2.9 Factor de potencia	9
1.1.2.10 Factor de servicio	10
1.1.2.11 Par o torque	10
1.1.2.12 Par nominal	10
1.1.2.13 Par de arranque	11
1.1.2.13 Par máximo	11
1.1.2.14 Par de aceleración	11
1.1.2.15 Par de desaceleración	11
1.1.2.16 Par a rotor bloqueado	11
1.1.2.17 Frecuencia	11
1.1.2.18 Eficiencia	12
1.1.2.19 Curvas características	13

1.1.3 ESTRUCTURA	13
1.1.3.1 Estator	14
1.1.3.2 Rotor	15
1.1.3.2.1 Rotor de jaula de ardilla	15
1.1.3.2.4 Rotor bobinado	16
1.1.3.3 Carcasa	16
1.1.3.4 Caja de conexiones	17
1.1.3.5 Cojinetes	17
1.2 CONTACTARES	18
1.2.1 Introducción	18
1.2.2 Características	19
1.2.3 Descripción física del contactor	19
1.2.3.1 Carcasa	19
1.2.3.2 Electroimán	19
1.2.3.3 Bobina	20
1.2.3.4 Contactos	20
1.2.3.5 Contactos principales	20
1.2.3.6 Contactos secundarios	20
1.2.4 Aplicaciones	21
1.3 MEDIDOR DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS	21
1.3.1 Introducción	21
1.3.2 Generalidades	22
1.3.3 Variables eléctricas a visualizar	22
1.3.4 Medidor de parámetros eléctricos T LTM MODBUS	23
1.3.4.1 Funciones de medición y supervisión	24
1.3.4.2 Funciones de protección del motor	24
1.3.4.3 Funciones de control del motor	25
1.3.4.4 Descripción física del controlador LTMR	25
1.3.4.5 Panel frontal	25
1.3.4.6 Descripción física del modulo de expansión LTME	27
1.4 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN	28
1.4.1 Introducción	28

1.4.2	Protocolo de comunicación MODBUS	28
1.4.3	Estructura de MODBUS	30
1.4.4	Sistemas externos de adquisición de datos	32
1.5	DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE	33
1.5.1	Introducción labview	33
1.5.2	Características principales	34
1.5.3	Areas de aplicación	35
1.5.4	Instrumentos virtuales	35
1.5.5	Panel frontal	36
1.5.6	Diagrama de bloques	37
1.5.7	Paletas	38
1.5.8	Paletas de herramientas	38
1.5.9	Paletas de funciones	39
1.5.10	Estructuras	39
1.5.11	Arquitectura básica de programación	40
1.5.12	Arquitectura de VI simple	41
1.5.13	Arquitectura de VI general	42
1.5.14	Ejecución de un VI	43
1.5.15	Flujo de datos	44
1.6	FACTORES DE RIESGO ELÉCTRICO	45
1.6.1	Introducción	45
1.6.2	Riesgo eléctrico	45
1.6.3	Factores que intervienen en el contacto eléctrico	46
1.6.4	Contactos eléctricos directos	46
1.6.5	Contactos eléctricos indirectos	47
1.6.6	Choque eléctrico	47
1.6.7	Efectos directos de la corriente eléctrica	47
1.6.8	Localización de riesgos eléctricos	48
1.6.9	Conexión a tierra	48
1.6.10	Interruptor diferencial	49
1.6.11	Normas básicas de seguridad	49

CAPÍTULO II

CONTENIDO	PÁGINA
2.1 INTERPRETACIÓN GRAFICACIÓN Y ANÁLISIS	51
DE RESULTADOS	
2.1.1 Encuesta aplicada a los estudiantes de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Industrial de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas	51
2.1.2 Tabla general de la encuesta aplicada a los estudiantes de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Industrial de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas	62
2.2 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA REALIZADA A LOS DOCENTES DE LAS CARRERAS DE INGENIERÍA E ELÉCTRICA INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA, INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS	63
2.2.1 Tabla general de la encuesta aplicada a los estudiantes de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Industrial de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas	69

2.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

2.3.1 Enunciado	70
2.3.2 Argumentación	70
2.3.3 Decisión	70

CAPÍTULO III

CONTENIDO

PÁGINA

3.1 PROPUESTA	72
3.1.1 Presentación	72
3.1.2 Factibilidad	73
3.2 DESARROLLO DEL PROYECTO	74
3.2.1 Selección de Elementos	74
3.2.2 Diseño del Módulo	78
3.2.3 Elección del programa más idóneo para la adquisición de datos	83
3.2.4 Adquisición de datos	84
3.2.5 Diseño de simbología de control	85
3.2.3 Construcción del módulo	85
3.2.3.1 Rotulación en la lámina acrílica	85
3.2.3.2 Ubicación temporal de equipos	86
3.2.3.3 Perforación de lámina acrílica	87
3.2.3.4 Sujeción de riel dim al acrílico	87

3.2.3.5 Ubicación temporal de los equipos	88
3.2.3.6 Perforación del acrílico para ubicación de plups	88
3.2.3.7 Colocación de plups	89
3.2.3.8 Perforación de bajantes para los terminales de los diferentes equipos	89
3.2.3.9 Conexiones internas y puentes entre equipos	90
3.2.4 Revisión y ajuste de terminales externos de los equipos	90
3.2.4.1 Revisión y ajuste de cableado interno	91
3.2.4.2 Revisión de equipos y cableado exterior	91
3.2.5 Desarrollo del software	92
3.2.6 Pruebas	100
3.2.7 Módulo terminado	102
3.2.8 Descripción económica del proyecto	103
3.3 PLANTEAMIENTO DE PRÁCTICAS	104
3.3.1 Practica n.-1	105
3.3.1 Practica n.-2	111
3.4 CONCLUSIONES	116
3.5 RECOMENDACIONES	118
3.6 BIBLIOGRAFÍA	119
3.7 ANEXOS	
3.7.1 MANUAL DE FUNCIONAMIENTO	

- 3.7.2 DIFERENTES TIPOS DE CONEXIONES PARA EL MÓDULO**
- 3.7.3 FORMULARIO DE ENCUESTAS ESTUDIANTES**
- 3.7.4 FORMULARIO DE ENCUESTAS DOCENTES**

RESUMEN

El presente proyecto de Investigación constituye el diseño y construcción de un banco de pruebas para motores de inducción trifásico, con el cual se podrá complementar de mejor forma el laboratorio de maquinas eléctricas ayudando tanto a docentes como estudiantes a realizar una mejor formación encaminada en la realización de prácticas que ayuden a entender de mejor forma el funcionamiento de un motor trifásico

Además será un aporte importante para las Carreras técnicas que reciben la asignatura de máquinas eléctricas ya que se podrá realizar una explicación teórica por parte de los docentes acerca del funcionamiento y principales variables de operación de un motor trifásico para luego poder realizar las distintas prácticas en las cuales los estudiantes estarán en la capacidad de desarrollar habilidades en el manejo de los distintos equipos existentes en el modulo didáctico complementando su formación práctica.

La construcción del módulo didáctico implica la utilización de nuevos equipos con tecnología moderna destinados para el control, monitoreo y detección de fallos de un proceso industrial utilizando un protocolo de comunicación que permite visualizar en tiempo real el funcionamiento de un motor de inducción trifásico.

Finalmente la elaboración de este el módulo didáctico permitirá al estudiante de la Universidad Técnica de Cotopaxi capacitarse adecuadamente realizando prácticas reales que ayudaran en lo posterior a un mejor desenvolvimiento en el campo industrial.

ABSTRACT

This research project is the design a questionnaire for three phase motors, so it'll be a practical guide for supplementing their technical knowledge in this subject of electrical machines.

Further more. It will be an important complement in the electrical machines laboratories because will help to get new methodologies and techniques of research. In order, the purpose to development a training module is taking part to understand the operation of a three phase motor during the handle of the different electrical variable present in it.

Also this training module will help for that teachers and students combine their theoretical and practical knowledge at the same time the students will familiarize with the use of the new machines for handling of industrial process that they are being constantly updating.

Finally it suggest a complete research not only of a three phase motor, but it has a special approach about the different elements that helps to the project such as: way of communication uses several option in connection with its accessories and electrical variables that they will be control and obviously to achieve all this work was based to know three phase motor thoroughly which has a number of alternatives for its research

CERTIFICADO

Por el presente tengo a bien certificar, que la traducción del idioma ingles del resumen de la tesis “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA MOTORES DE INDUCCIÓN TRIFÁSICO PARA EL LABORATORIO DE MAQUINAS ELÉCTRICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**” De los señores egresados: Víctor Hugo Calderón Viera y Víctor Alfonso Villalva Barriga, lo realizaron bajo mi supervisión y se encuentra correctamente traducido bajo la estructura del lenguaje ingles.

Es todo cuanto puedo decir con honor a la verdad. El interesado puede hacer uso de este certificado como mejor convenga a su interés.

Atentamente



LIC. MISHELLE VELÁSTEGUI

Profesora de Ingles

INTRODUCCIÓN

El avance tecnológico en el sector industrial es cada vez más creciente, es así que las industrias buscan mejorar continuamente sus procesos de producción. Para este fin actualmente las grandes y medianas industrias siguen implementando sistemas de control y monitoreo de toda una línea de producción con el único propósito de obtener un rendimiento eficiente y tomar las decisiones adecuadas en las situaciones diarias de trabajo.

En la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, surge la necesidad de adecuar el laboratorio de Maquinas Eléctricas, dotándoles con proyectos técnicos-prácticos con una visión acorde al avance tecnológico que ayude a complementar de mejor forma la formación integral del futuro ingeniero.

El presente proyecto de tesis está conformado por tres capítulos: Capítulo I se describirá la fundamentación teórica para el desarrollo investigativo de cada uno de los elementos utilizados que fueron las bases para el desarrollo del proyecto.

Capítulo II: contiene la interpretación graficación y análisis de resultados de la investigación realizada a docentes y alumnos inmersos en las diferentes Carreras Técnicas, cuyos resultados indican la necesidad de implementar un banco de pruebas para motores trifásicos.

Capítulo III: se presenta la propuesta donde se detalla la construcción de un banco de pruebas para motores trifásicos en cada una de sus etapas de elaboración y pruebas para el mismo, conjuntamente se tendrá una guía de prácticas de funcionamiento.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES

En la elaboración del presente proyecto de tesis se enfocara a cubrir una necesidad latente que se presenta en nuestra institución como es la de seguir equipando el laboratorio de máquinas eléctricas con novedosos proyectos técnico-prácticos, fundamentalmente direccionándolos a conocer de una más real el entorno industrial y los equipos que frecuentemente están tecnificándose acorde al avance tecnológico.

Es evidente de acuerdo a la investigación realizada previamente, basada en algunas metodologías y técnicas, que arrojaron como resultados preponderantes la necesidad de seguir ampliando nuestro conocimiento técnico-investigativo con la ayuda de los diversos elementos tanto humanos como materiales inmersos dentro de nuestra área de estudio, lo cual hace factible el realizar nuestro proyecto.

Conjuntamente en los pertinentes capítulos se describirán una serie de conceptos fundamentales, todos ellos basados en los distintos elementos con los cuales se conformara nuestro módulo práctico, además conoceremos la metodología utilizada y los recursos utilizados,

Con lo cual expondremos un resultado final el cual estará sujeto a una serie de requerimientos técnicos, los mismos que serán justificados en cada una de las pruebas a realizarse y la utilidad que prestara en el ámbito académico y de desarrollo investigativo-científico que se presentara en un modulo de pruebas para motores de inducción trifásico.

1.1.1.1 MOTOR DE INDUCCIÓN TRIFÁSICO

1.1.1.2 DEFINICIÓN.

De acuerdo a <http://www.bunca.org/FasciculoMotores>. explica:

“Se llama motor de inducción o asíncrono a una máquina de corriente alterna, basada en el accionamiento de una masa metálica por la acción de un campo giratorio. Está formada por dos armaduras con campos giratorios coaxiales, la una es fija y la otra es móvil. También se les llama, respectivamente, rotor y estator, por consiguiente los motores asíncronos de inducción, son prácticamente motores trifásicos.”

Estos motores eléctricos convierten la electricidad en energía mecánica apta para mover los accionamientos de una variedad de equipos, son utilizados en tornos, ventiladores, extractores, bandas transportadoras, bombas de agua, compresores, taladros y en múltiples aplicaciones en las industrias. Estos artefactos se han convertido en los principales consumidores de energía eléctrica, representando hasta un 50% del consumo en los sectores comercial e industrial. Los motores asíncronos trifásicos de jaula se encuentran entre los más utilizados para el accionamiento de máquinas. El uso de estos motores se impone en la mayoría de las aplicaciones debido a las ventajas que conllevan: robustez, sencillez de mantenimiento, facilidad de instalación y bajo coste.

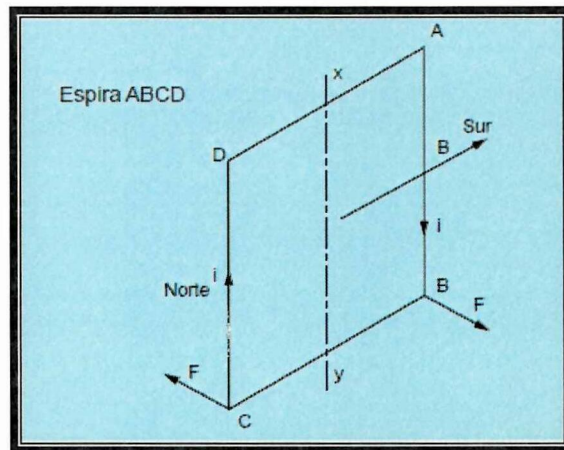
1.1.1.3 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Según: SCHNEIDER ELECTRIC ESPAÑA, S.A; Manual Electrotécnico, “Telesquemario Tecnologías de Control Industrial”. Junio 1999: pág. 68 explica:

“El principio de funcionamiento de un motor asíncrono se basa en la creación de corriente inducida en un conductor cuando éste corta las líneas de fuerza de un campo magnético, de donde proviene el nombre **“motor de inducción”**. Imagine una espira **ABCD** en cortocircuito situada en un campo magnético **B** y móvil alrededor de un eje

xy. Si se hace girar el campo magnético en el sentido de las agujas del reloj, la espira queda sometida a un flujo variable y se convierte en el soporte de una fuerza electromotriz inducida que origina una corriente inducida i (ley de Faraday). Ver figura 1.

FIGURA 1 CREACIÓN DE UNA CORRIENTE INDUCIDA EN UNA ESPIRA EN CORTOCIRCUITO.



Fuente: SCHNEIDER ELECTRIC ESPAÑA, S.A; Manual Electrotécnico, "Telesquemario Tecnologías de Control Industrial". Junio 1999; pág. 69

Es posible definir el sentido de la corriente de los conductores activos **AB** y **CD** mediante la aplicación de la regla de los tres dedos de la mano izquierda. La corriente inducida circula de **A** a **B** en el conductor **AB** y de **C** a **D** en el conductor **CD**. Según la ley de Lenz, el sentido de la corriente es tal que se opone por su acción electromagnética a su causa de origen. Cada uno de los dos conductores se somete por tanto a una fuerza **F**, en sentido opuesto a su desplazamiento relativo con respecto al campo inductor.”

1.1.1.4 CREACIÓN DEL CAMPO GIRATORIO

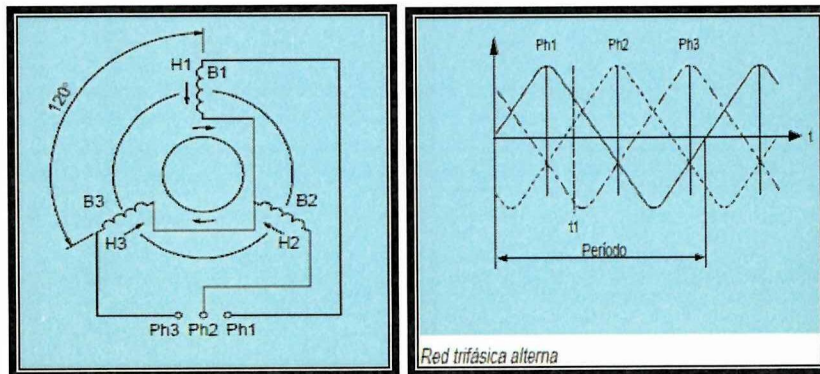
Según: SCHNEIDER ELECTRIC ESPAÑA, S.A; Manual Electrotécnico, "Telesquemario Tecnologías de Control Industrial". Junio 1999; pág. 69 explica:

“Tres devanados, con un decaído geométrico de 120° , se alimentan de sendas fases de una red trifásica alterna. Los devanados reciben corrientes alternas de idéntico

decalado eléctrico que producen un campo magnético alterno sinusoidal. Dicho campo, siempre dirigido en base al mismo eje, alcanza el máximo cuando la corriente del devanado es máxima.

El campo que genera cada devanado es el resultado de dos campos que giran en sentido inverso y cuyo valor constante equivale a la mitad del valor del campo máximo como indica la figura 2.

FIGURA 2 PRINCIPIO DE UN MOTOR ASINCRÓNICO TRIFÁSICO.



Fuente: SCHNEIDER ELECTRIC ESPAÑA, S.A; Manual Electrotécnico, “Telesquemario Tecnologías de Control Industrial”. Junio 1999: pág. 68

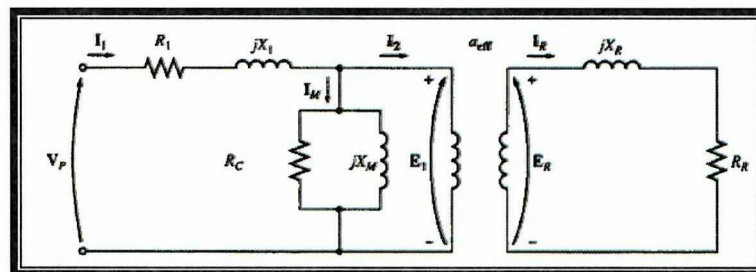
En un momento dado t_1 del período, los campos que produce cada devanado pueden representarse de la siguiente manera:

- El campo **H1** disminuye. Los 2 campos que lo componen tienden a alejarse del eje **OH1**.
- El campo **H2** aumenta. Los 2 campos que lo componen tienden a aproximarse al eje **OH2**.
- El campo **H3** aumenta. Los dos campos que lo componen tienden a aproximarse al eje **OH3**.”

1.1.1.5 CIRCUITO EQUIVALENTE DEL MOTOR DE INDUCCIÓN

El circuito equivalente de un motor de inducción es muy similar al de un transformador, debido a la acción de transformación que ocurre al inducirse corrientes en el rotor, desde el estator. En la figura 3 se muestra un circuito equivalente transformador, por fase, de un motor de inducción. La resistencia del estator es R_1 y la reactancia de dispersión es X_1 . E_1 es el voltaje primario del estator, acoplado al secundario E_R mediante un transformador ideal con relación de vueltas a_{eff} . El voltaje E_R producido en el rotor ocasiona un flujo de corriente en el rotor. R_C es el componente de pérdidas en el núcleo y jX_M se refiere a la reactancia de magnetización, R_R y jX_R son las impedancias del rotor. Así mismo, I_1 constituye la corriente de línea, I_M la corriente de magnetización. I_R es el flujo de corriente en el rotor e I_2 es la corriente rotorica.

FIGURA 3 MODELO TRANSFORMADOR DE UN MOTOR DE INDUCCIÓN CON EL ROTOR Y EL ESTATOR CONECTADOS POR UN TRANSFORMADOR IDEAL DE RELACIÓN DE VUELTAS AEEF.



Fuente: Motores Trifásicos, documento pdf, pág. 4-5

1.1.2 CARACTERÍSTICAS.

Según: ANDRÉS VIDELA FLORES; Manual de Motores Eléctricos, documento pdf, pág. 8- 9- 10- 12. explica:

“Los parámetros de operación de un motor designan sus características, es importante determinarlas, ya que con ellas conoceremos los parámetros determinantes para la operación del motor.

Las principales características de los motores de C.A. son:

1.1.2.1 POTENCIA

Es la rapidez con la que se realiza un trabajo; en física la Potencia = 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 usan el kilowatt (kW) y el caballo de fuerza (HP) que se definen como:

$$1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$$

$$1 \text{ HP} = 747 \text{ W} = 0.746 \text{ kW}$$

$$1 \text{ kW} = 1.34 \text{ HP}$$

1.1.2.2 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:

$$E = [V_A - V_B]$$

Donde:

E = Voltaje o Tensión

V_A = Potencial del punto A

V_B = Potencial del punto B

La diferencia de tensión es importante en la operación de un motor, ya que de esto dependerá la obtención de un mejor aprovechamiento de la operación. Los voltajes empleados más comúnmente son: 127 V, 220 V, 380 V y 440 V.

1.1.2.3 CORRIENTE

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

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

Donde:

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.

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

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

- Corriente nominal.
- Corriente de vacío.
- Corriente de arranque.
- Corriente a rotor bloqueado.

1.1.2.4 CORRIENTE NOMINAL

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

1.1.2.5 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.

1.1.2.6 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.

1.1.2.7 CORRIENTE A ROTOR BLOQUEADO

Es la corriente máxima que soportara el motor cuando su rotor esté totalmente detenido.

1.1.2.8 REVOLUCIONES POR MINUTO (R.P.M.) 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 para referirse, la letra: "N" o simplemente las siglas **R.P.M.**

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

Donde:

W=N = Revoluciones por minuto o velocidad angular

π = Constante [3.14]

F = Frecuencia

t = Tiempo

Las unidades de la velocidad son los radianes por segundo (rad/s), 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:

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

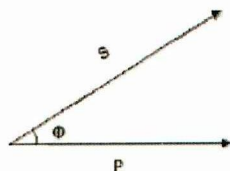
Donde:

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

F= Frecuencia

1.1.2.9 FACTOR DE POTENCIA

El factor de potencia [$\cos \Phi$] 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:



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

Donde:

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.

1.1.2.10 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:

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

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

Donde:

P = Potencia

η = 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 $\sqrt{3} = 1.732$.

1.1.2. 11 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 fuerzas o torque, se representa por un vector perpendicular al plano del par.

1.1.2.12 PAR NOMINAL

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

1.1.2.13 PAR DE ARRANQUE

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

1.1.2.14 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.

1.1.2.15 PAR DE ACELERACIÓN

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

1.1.2.16 PAR DE DESACELERACIÓN

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

1.1.2.17 PAR A ROTOR BLOQUEADO

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

1.1.2.18 FRECUENCIA

Es el número de ciclos o repeticiones del mismo movimiento durante un segundo, su unidad es el segundo ⁻¹ que corresponde a un Hertz [Hz] también se llama ciclo [**seg**⁻¹ = Hertz = Ciclo]. La frecuencia y el periodo están relacionados inversamente:

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

Donde:

T = Tiempo o periodo

F = Frecuencia

1.1.2.19 EFICIENCIA

La eficiencia [η] de una máquina 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:

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

Donde:

η = Eficiencia.

Ps = Potencia de salida.

Ts = Trabajo de salida.

Pe = Potencia de entrada.

Te = 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.”

1.1.2.20 CURVAS CARACTERÍSTICAS

Las curvas características de una máquina relacionan entre sí diferentes magnitudes de la misma y permiten analizar su comportamiento en distintos regímenes de funcionamiento de manera precisa.

VALLEJO, Jesús (Motores de Corriente Alterna, documento pdf pág. 4) enumera:

“Para la máquina asíncrona las curvas características más importantes son:

- Curva par-velocidad.
- Curva corriente-velocidad
- Característica de velocidad.
- Característica de factor de potencia.
- Característica de rendimiento.”

1.1.3 ESTRUCTURA.

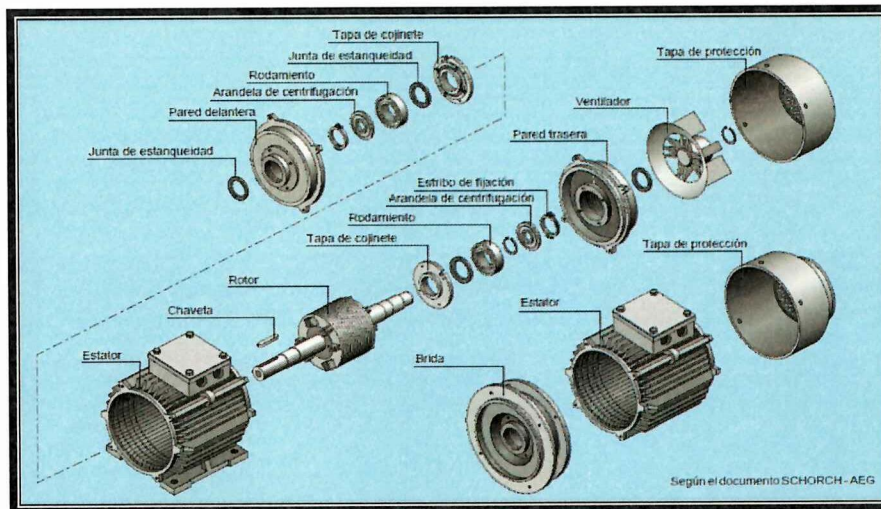
Los motores de inducción están provistos de puestas en marcha por rotación que se utilizan en aparatos monofásicos (de una [1] fase) o trifásicos (de [3] fases).

En principio el número de fases utilizadas podrá crecer sin limitación, pero no existen ventajas prácticas cuando se excede de tres (3).

Dentro de la estructura de los motores eléctricos, éstos se hallan formados por varios elementos, sin embargo, las partes principales son:

El estator, la carcasa, la base, el rotor, la caja de conexiones, las tapas y los cojinetes. Véase figura 4.

FIGURA 4 COMPONENTES DE UN MOTOR ASINCRÓNICO TRIFÁSICO.

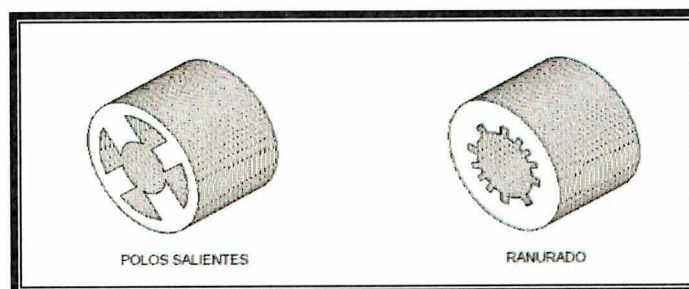


Fuente: SCHNEIDER ELECTRIC ESPAÑA, S.A; Manual Electrotécnico, “Telesquemario Tecnologías de Control Industrial”. Junio 1999: pág. 70

1.1.3.1 EL ESTATOR

El estator es el elemento que opera como base, permitiendo que desde ese punto se lleve a cabo la rotación del motor. El estator no se mueve mecánicamente, pero si magnéticamente. En la figura 5 se puede apreciar dos tipos de estatores utilizados principalmente como es estator de polos salientes y el estator ranurado.

FIGURA 5 TIPOS DE ESTADORES.



Fuente: ANDRÉS VIDELA FLORES; Manual De Motores Eléctricos, documento pdf, pág. 6

El estator está constituido principalmente de un conjunto de láminas de acero al silicio (y se les llama “paquete”), que tienen la habilidad de permitir que pase a

través de ellas el flujo magnético con facilidad, la parte metálica del estator y los devanados proveen los polos magnéticos. Los polos de un motor siempre son pares (pueden ser 2, 4, 6, 8, 10, etc.,) por ello el mínimo de polos que puede tener un motor para funcionar es dos (un norte y un sur).

1.1.3.2 ROTOR

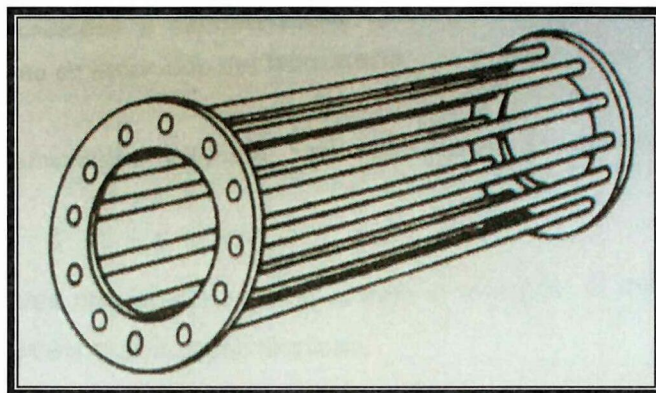
El rotor es el elemento de transferencia mecánica, ya que de él depende la conversión de energía eléctrica a mecánica. Los rotores, son un conjunto de láminas de acero al silicio que forman un paquete, y pueden ser básicamente de dos tipos:

- Rotor jaula de ardilla.
- Rotor devanado.

1.1.3.2.1 ROTOR JAULA DE ARDILLA

El rotor jaula de ardilla está formado por varillas conductoras alojadas en ranuras que existen en el hierro del propio rotor y cortocircuitadas en ambos extremos mediante dos anillos planos conductores dispuestos en cada lado del rotor, según se puede apreciar en la figura 6.

FIGURA 6 ROTOR JAULA DE ARDILLA.



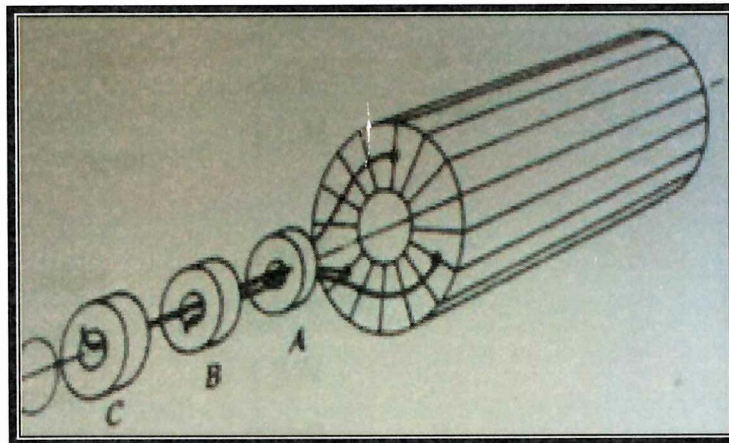
Fuente: www.wikipedia.org/wiki/Motoreléctrico.

1.1.3.2.2 ROTOR BOBINADO.

El rotor bobinado está compuesto de un devanado polifásico similar al del estator y con el mismo número de polos que él.

Los terminales del devanado del rotor se conectan a anillos rozantes aislados, montados sobre el eje, en los que se apoyan escobillas de carbón, de manera que dichos terminales resultan accesibles desde el exterior, según se aprecia en la figura 7.

FIGURA 7 ROTOR DEVANADO.



Fuente: www.wikipedia.org/wiki/Motoreléctrico.

1.1.3.3 CARCASA

La carcasa es la parte que protege y cubre al estator y al rotor, el material empleado para su fabricación depende del tipo de motor, de su diseño y su aplicación. Así pues, la carcasa puede ser:

- Totalmente cerrada
- Abierta
- A prueba de goteo
- A prueba de explosiones

1.1.3.4 CAJA DE CONEXIONES

Por lo general, en la mayoría de los casos los motores eléctricos cuentan con caja de conexiones. La caja de conexiones es un elemento que protege a los conductores que alimentan al motor, resguardándolos de la operación mecánica del mismo, y contra cualquier elemento que pudiera dañarlos.

1.1.3.5 COJINETES

También conocidos como rodamientos, contribuyen a la óptima operación de las partes giratorias del motor.

Se utilizan para sostener y fijar ejes mecánicos, y para reducir la fricción, lo que contribuye a lograr que se consuma menos potencia.

Los cojinetes pueden dividirse en dos clases generales:

Cojinetes de deslizamiento.- Operan en base al principio de la película de aceite, esto es, que existe una delgada capa de lubricante entre la barra del eje y la superficie de apoyo.

Cojinetes de rodamiento.- Se utilizan con preferencia en vez de los cojinetes de deslizamiento por varias razones:

- Tienen un menor coeficiente de fricción, especialmente en el arranque.
- Son compactos en su diseño.
- Tienen una alta precisión de operación.
- No se desgastan tanto como los cojinetes de tipo deslizante.
- Se remplazan fácilmente debido a sus tamaños estándares.

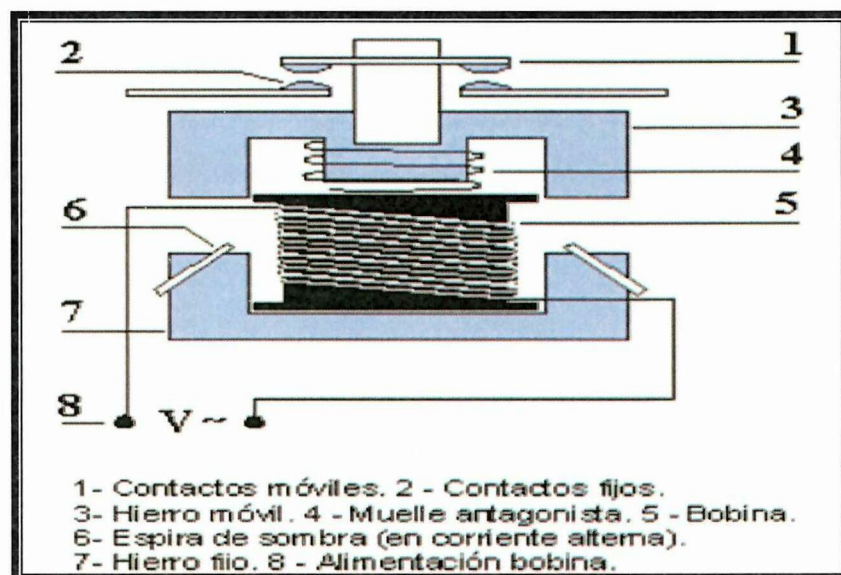
1.2 CONTACTORES

1.2.1 INTRODUCCIÓN

Podemos definir un 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.

Las energías utilizadas para accionar un contactor pueden ser muy diversas: mecánicas, magnéticas, neumáticas, etc.. Los contactores corrientemente utilizados en la industria son accionados mediante la energía magnética proporcionada por una bobina. Un contactor accionado por energía magnética, consta de un núcleo magnético y de 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, también magnética, solidaria al dispositivo encargado de accionar los contactos eléctricos. Ver figura 8.

FIGURA 8 DESCRIPCION DEL CONTACTOR.



Fuente: Teoría de contactores, documento pdf, pág. 2

1.2.2 CARACTERÍSTICAS

La característica importante de un contactor será la tensión a aplicar a la bobina de accionamiento, así como su intensidad ó potencia. Según sea el fabricante, dispondremos de una extensa gama de tensiones de accionamiento, siendo las más comúnmente utilizadas 127 y 220 Vac. La intensidad y potencia de la bobina, naturalmente dependen del tamaño del contador. El tamaño de un contactor, depende de la intensidad que es capaz de establecer, soportar e interrumpir, así como del número de contactos de que dispone (normalmente cuatro).

El tamaño del contactor también depende de la tensión máxima de trabajo que puede soportar, pero esta suele ser de 660 V, para los contactores de normal utilización en la industria. Referente a la intensidad nominal de un contactor, sobre catálogo y según el fabricante, podremos observar contactores dentro de una extensa gama, generalmente comprendida entre 5 amperios y varios cientos de amperios.

1.2.3 DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL CONTACTOR.

1.2.3.1 CARCAZA.

La carcasa es el elemento en el cual se fijan todos los componentes conductores del contactor, para lo cual es fabricada en un material no conductor con propiedades como la resistencia al calor, y un alto grado de rigidez. Uno de los más utilizados materiales es la fibra de vidrio pero tiene un inconveniente y es que este material es quebradizo y por lo tanto su manipulación es muy delicada.

1.2.3.2 ELECTROIMÁN.

Está compuesto por una serie de elementos cuya finalidad es transformar la energía eléctrica en un campo magnético muy intenso mediante el cual se produce un

movimiento mecánico aprovechando las propiedades electromagnéticas de ciertos materiales.

1.2.3.3 BOBINA.

Consiste en un arrollamiento de alambre de cobre con unas características muy especiales con un gran número de espiras y de sección muy delgada para producir un campo magnético. El flujo magnético produce un par magnético que vence los pares resistentes de los muelles de manera que la armadura se puede juntar con el núcleo estrechamente.

1.2.3.4 CONTACTOS.

El objeto de estos elementos es permitir o interrumpir el paso de la corriente, son elementos conductores, los cuales se accionan tan pronto se energiza o se desenergiza la bobina por lo que se les denomina **contactos instantáneos**. Esta función la cumplen tanto en el circuito de potencia como en el circuito de mando.

1.2.3.5 CONTACTOS PRINCIPALES.

Son los encargados de permitir o interrumpir el paso de la corriente en el circuito principal, es decir que actúa sobre la corriente que fluye de la fuente hacia la carga.

1.2.3.6 CONTACTOS SECUNDARIOS.

Estos contactos secundarios se encuentran dimensionados para corrientes muy pequeñas porque estos actúan sobre la corriente que alimenta la bobina del contactor o sobre elementos de señalización. Dado que en ocasiones deben trabajar con los PLC estos contactos deben tener una confiabilidad muy alta.

1.2.4 APLICACIONES.

Para establecer la categoría de empleo se tiene en cuenta el tipo de carga controlada y las condiciones en las cuales se efectúan los cortes.

Las categorías más usadas en AC son:

- **AC1:** Cargas no inductivas (resistencias, distribución) o débilmente inductivas, cuyo factor de potencia sea por lo menos 0.95.
- **AC2:** Se refiere al arranque, al frenado en contracorriente y a la marcha por impulso permanente de los motores de anillos.
- **AC3:** Para el control de motores jaula de ardilla (motores de rotor en cortocircuito) que se apagan a plena marcha.
- **AC4:** Se refiere al arranque, al frenado en contracorriente y a la marcha por impulso permanente de los motores de jaula.

1.3 MEDIDORES DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS

1.3.1 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 permiten localizar las causas de una operación defectuosa en aparatos eléctricos en los cuales, como es bien conocido, no es posible apreciar su funcionamiento en una forma visual, como en el caso de un aparato mecánico. 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.

1.3.2 GENERALIDADES.

Según, http://autolog.uclm.es/Docencia/WebInstrumentacion/Tema4/Tema_04.pdf expresa:

“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. El contar con un sistema de medición permanente lleva a los usuarios tarde o temprano a lograr mejoras en el sistema eléctrico y a la obtención de ahorros de energía sustentados en una base real de comparación. Estos sistemas son desarrollados de acuerdo a las necesidades de cada usuario con el fin de que este pueda llevar una administración de la energía y que dé resultados en el corto plazo.”

En general, algunas de las ventajas más importantes de un sistema de medición de parámetros eléctricos son las siguientes:

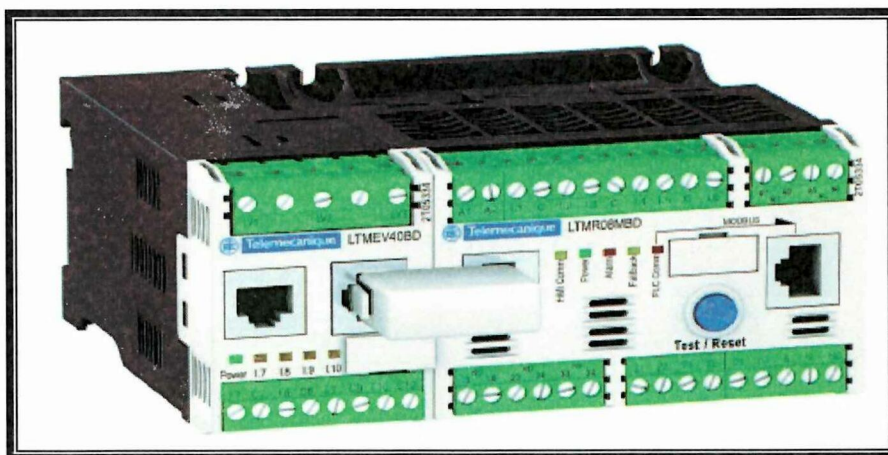
- Determinar la eficiencia con la que se utiliza la energía eléctrica.
- Calcular los índices energéticos y compararlos con los niveles recomendados.
- Detección de problemas relacionados con regulación y desbalance de voltaje.
- Identificar procesos en los que se subutilicen motores.
- Determinar el estado de los bancos de capacitores.
- Identificar aquellas cargas que contribuyen en mayor medida al consumo de energía, demanda máxima y/o bajo factor de potencia.

1.3.3 VARIABLES ELÉCTRICAS A VISUALIZAR

- Tensión instantánea eficaz.
- Corriente instantánea eficaz.
- Potencia activa instantánea.
- Potencia reactiva instantánea.
- Potencia aparente instantánea.
- Factor de potencia.

Los parámetros eléctricos anteriormente enunciados pueden obtenerse a partir de un medidor de energía destinado para el propósito como se puede apreciar en la figura 9.

FIGURA 9 MEDIDOR DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS.



TeSys® T LTM R Modbus® Controlador de gestión de motores

Fuente: www.schneiderelectric.com/Analizador/tesysT

1.3.4 MEDIDOR DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS T LTM R MODBUS

El controlador LTM R basado en microprocesador, es el componente principal del sistema que gestiona las funciones de control, protección y supervisión de los motores de inducción CA monofásicos y trifásicos. El controlador LTM R está diseñado para trabajar a través de diversos protocolos de bus de campo. Al tratarse de un sistema modular y flexible, se puede configurar para satisfacer las necesidades de las aplicaciones industriales.

El sistema está diseñado para satisfacer las necesidades de los sistemas de protección integrados con comunicaciones abiertas y arquitectura global. Las completas funciones de supervisión permiten analizar las condiciones de funcionamiento del motor y reaccionar de forma más rápida para impedir la parada del sistema. El sistema también ofrece funciones de diagnóstico y estadística, así como advertencias y fallos configurables, lo que permite predecir de forma más

óptima el mantenimiento de los componentes, y proporciona datos para mejorar continuamente todo el sistema. El controlador LTM R cumple con las funciones de medición y supervisión, protección y control del motor.

1.3.4.1 FUNCIONES DE MEDICIÓN Y SUPERVISIÓN

El controlador LTM R utiliza las siguientes mediciones para llevar a cabo funciones de protección, control, supervisión y lógicas.

- Corrientes de línea.
- Corriente de tierra.
- Corriente media.
- Desequilibrio de corrientes de fase.
- Nivel de capacidad térmica.
- Sensor de temperatura del motor.
- Frecuencia.
- Tensiones línea a línea.
- Desequilibrio de tensión de red.
- Tensión media.
- Factor de potencia.
- Potencia activa y potencia reactiva.
- Consumo de potencia activa y consumo de potencia reactiva.

1.3.4.2 FUNCIONES DE PROTECCIÓN DEL MOTOR

Entre estas tenemos las más importantes.

- Funciones de protección térmica y de corriente del motor.
- Funciones de protección de la tensión del motor.
- Funciones de protección de alimentación del motor.

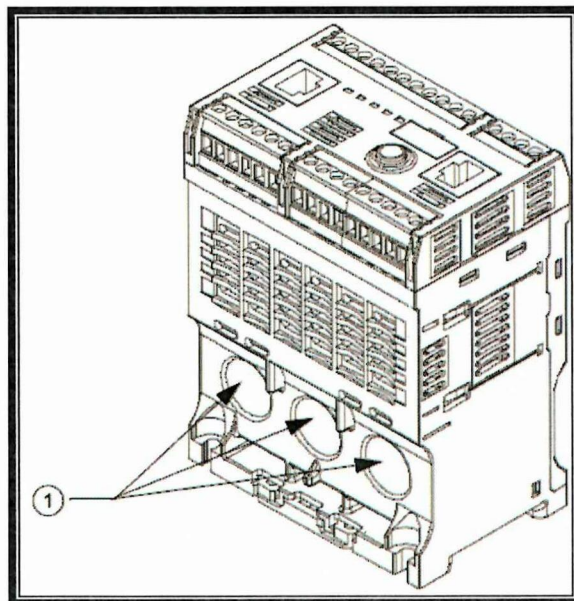
1.3.4.3 FUNCIONES DE CONTROL DEL MOTOR

- Canales de control (selección de origen de control local/a distancia).
- Modos de funcionamiento.
- Gestión de fallos.

1.3.4.4 DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL CONTROLADOR LTM R

El controlador LTM R incluye transformadores de corriente interna para medir la corriente de la fase de carga del motor directamente a partir de los cables de alimentación de carga del motor o de secundarios de transformadores de corriente externa como se puede apreciar en la figura 10.

FIGURA 10 TRANSFORMADORES DE CORRIENTE INCORPORADOS.

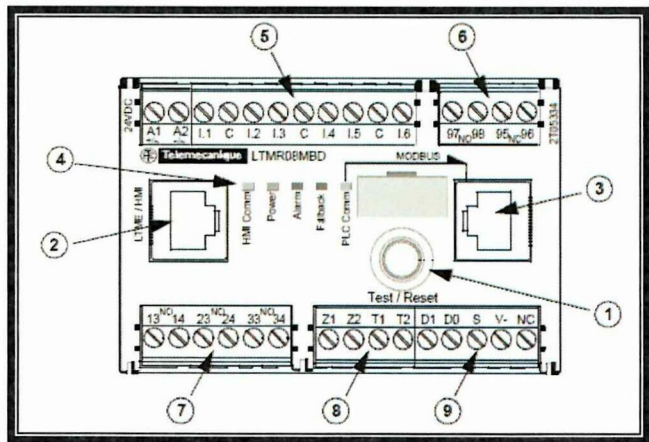


Fuente: www.schneiderelectric.com/Analizador/tesysT

1.3.4.5 PARTE FRONTAL

La parte frontal del controlador (figura 11) incluye las siguientes características:

FIGURA 11 PANEL FRONTAL DEL TLMR.



Fuente: www.schneiderelectric.com/Analizador/tesysT

- 1 Botón Test / Reset.
- 2 Puerto HMI(Interfaz Hombre Maquina) con conector RJ45 para la conexión del controlador LTM R a un HMI, PC o un módulo de expansión LTM E.
- 3 Puerto de red con conector RJ45 para la conexión del controlador LTM R a una redModbus.
- 4 LED (indicadores de estado).
- 5 Bornero enchufable: alimentación de control, entradas lógicas y comunes.
- 6 Bornero enchufable: relé de salida unipolar/bipolar.
- 7 Relé de salida de bornero enchufable.
- 8 Bornero enchufable: entrada de defecto a tierra y entrada de sensor de temperatura.
- 9 Bornero enchufable: Red Modbus.

TABLA 1 DESCRIPCIONES DE LOS LED DEL CONTROLADOR LTM R

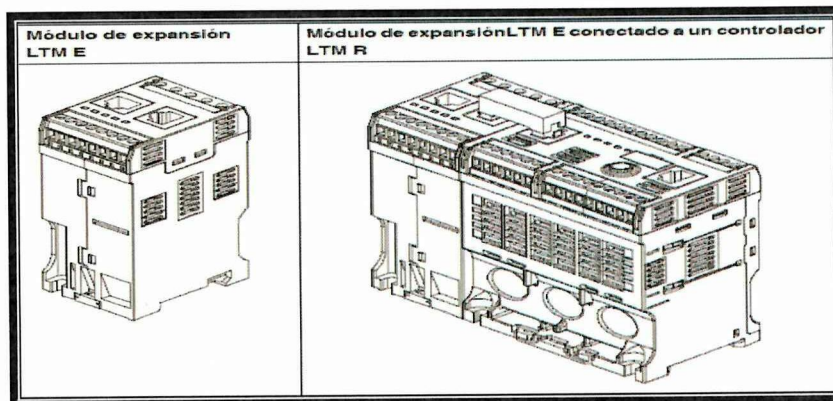
Nombre de LED	Descripción
HMI Comm	Comunicación entre el controlador LTM R y un dispositivo HMI, un PC o un módulo de expansión
Potencia	Condición de alimentación o fallo interno del controlador LTM R
Alarm	Advertencia o error de protección, o fallo interno
Fallback	Pérdida de comunicación entre el controlador LTM R y la red o el origen de control HMI
PLC Comm	Actividad de la red

Fuente: www.schneiderelectric.com/Analizador/tesysT

1.3.4.6 DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL MÓDULO DE EXPANSIÓN LTM E

El módulo de expansión LTM E amplía la funcionalidad del controlador LTM R al proporcionar supervisión de la tensión y conexiones de entrada adicionales como se indica en la figura 12.

FIGURA 12 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MÓDULO.

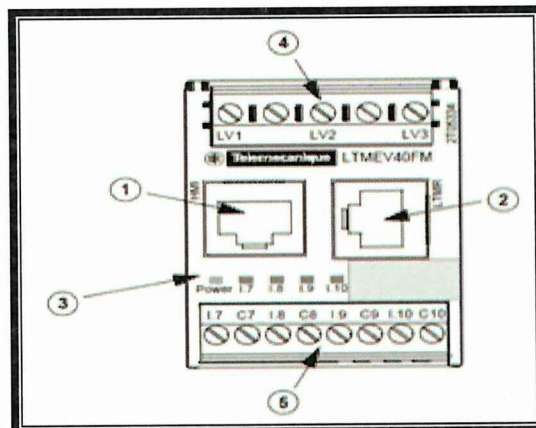


TeSys® T LTM R Modbus® Controlador de gestión de motores

Fuente: www.schneiderelectric.com/Analizador/tesysT

La cara frontal del módulo de expansión LTM E (Ver figura 13) incluye las siguientes características:

FIGURA 13 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MÓDULO LTM E.



Fuente: www.schneiderelectric.com/Analizador/tesysT

- 1 Puerto con conector RJ45 al dispositivo HMI o al PC.
- 2 Puerto con conector RJ45 al controlador LTM R.
- 3 LED indicadores de estado.
- 4 Bornero enchufable: entradas de tensión.
- 5 Bornero enchufable: entradas lógicas y comunes.

Cuando se conecta a un módulo de expansión LTM E, el controlador LTM R proporciona además funciones de medición de tensión y potencia.

1.4 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN

1.4.1 INTRODUCCIÓN

Según <http://www.wikipedia.com/comunicacionesindustriales>. expresa:

“Un protocolo es una convención o estándar que controla o permite la conexión, comunicación, y transferencia de datos entre dos puntos finales. En su forma más simple, un protocolo puede ser definido como las reglas que dominan la sintaxis, semántica y sincronización de la comunicación.”

Además los protocolos son reglas de comunicación que permiten el flujo de información entre equipos que manejan lenguajes distintos, por ejemplo, dos computadores conectados en la misma red pero con protocolos diferentes no podrían comunicarse jamás, para ello, es necesario que ambas "hablen" el mismo idioma.

1.4.2 PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN MODBUS

CORRALES Luis (*Redes Industriales Digitales* , documento pdf, pág. 113-114) habla:

“Modbus es un protocolo de comunicaciones situado en el nivel 7 del Modelo OSI, basado en la arquitectura maestro/esclavo o cliente/servidor, diseñado en 1979 por Modicon para su gama de controladores lógicos programables (PLCs). Convertido en

un protocolo de comunicaciones estándar de facto en la industria es el que goza de mayor disponibilidad para la conexión de dispositivos electrónicos industriales. Las razones por las cuales el uso de Modbus es superior a otros protocolos de comunicaciones son:

- Es público
- Su implementación es fácil y requiere poco desarrollo.
- Maneja bloques de datos sin suponer restricciones.

Modbus permite el control de una red de dispositivos, por ejemplo un sistema de medida de temperatura y humedad, y comunicar los resultados a un ordenador. Modbus también se usa para la conexión de un ordenador de supervisión con una unidad remota (RTU) en sistemas de supervisión adquisición de datos (SCADA).

Existen versiones del protocolo Modbus para puerto serie y Ethernet (Modbus/TCP). Existen dos variantes, con diferentes representaciones numéricas de los datos y detalles del protocolo ligeramente desiguales.

- Modbus RTU es una representación binaria compacta de los datos.
- Modbus ASCII es una representación legible del protocolo pero menos eficiente.

Ambas implementaciones del protocolo son serie. El formato RTU finaliza la trama con un suma de control de redundancia cíclica (CRC), mientras que el formato ASCII utiliza una suma de control de redundancia longitudinal (LRC). La versión Modbus/TCP es muy semejante al formato RTU, pero estableciendo la transmisión mediante paquetes TCP/IP.

Cada dispositivo de la red Modbus posee una dirección única. Cualquier dispositivo puede enviar órdenes, aunque lo habitual es permitirlo sólo a un dispositivo maestro. Cada comando Modbus contiene la dirección del dispositivo destinatario de la orden. Todos los dispositivos reciben la trama pero sólo el

destinatario la ejecuta (salvo un modo especial denominado "Broadcast"). Cada uno de los mensajes incluye información redundante que asegura su integridad en la recepción. Los comandos básicos Modbus permiten controlar un dispositivo RTU para modificar el valor de alguno de sus registros o bien solicitar el contenido de dichos registros. Existe gran cantidad de modems que aceptan el protocolo Modbus, algunos están específicamente diseñados para funcionar con este protocolo. Existen implementaciones para conexión por cable, wireless, SMS o GPRS.”

1.4.3 ESTRUCTURA DE MODBUS

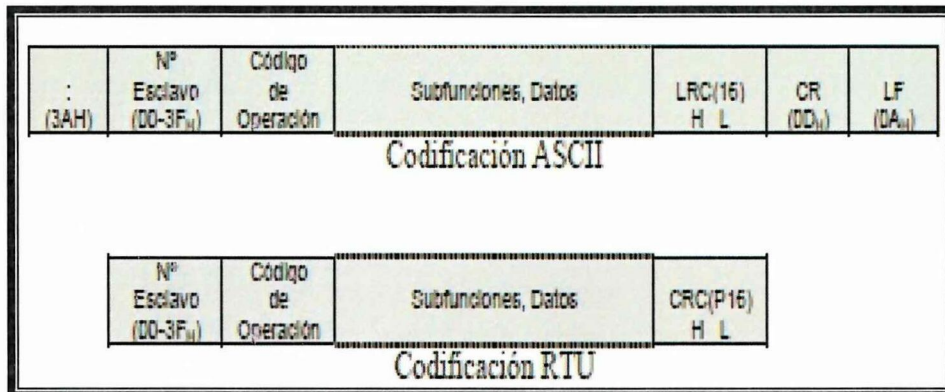
De acuerdo a <http://autolog.uclm.es/Docencia/WebInstrumentacion/.pdf> pág. 10-11 expresa:

“La estructura lógica es del tipo maestro-esclavo, con acceso al medio controlado por el maestro. Los intercambios de mensajes pueden ser de dos tipos:

- **Intercambios punto a punto**, que comportan siempre dos mensajes, una demanda del maestro y una respuesta del esclavo.
- **Mensajes difundidos.-** Estos consisten en una comunicación unidireccional del maestro a todos los esclavos. Este tipo de mensajes no tiene respuesta por parte de los esclavos y se suelen emplear para mandar datos comunes de configuración, reset, etc.

La codificación de datos dentro de la trama puede hacerse en modo ASCII o puramente binario, según el estándar RTU (**Remote Transmission Unit**). En cualquiera de los dos casos, cada mensaje obedece a una trama que contiene cuatro campos principales, según se muestra en la figura 14. La única diferencia estriba en que la trama **ASCII** incluye un carácter de encabezamiento («:»=**3AH**) y los caracteres **CR** y **LF** al final del mensaje. Pueden existir también diferencias en la forma de calcular el **CRC**, puesto que el formato **RTU** emplea una fórmula polinómica en vez de la simple suma en módulo. Con independencia de estos pequeños detalles, a continuación se da una breve descripción de cada uno de los campos del mensaje.

FIGURA 14 TRAMA GENÉRICA DEL MENSAJE SEGÚN EL CÓDIGO EMPLEADO



Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Modbus>

Número de esclavo (1 byte)

Permite direccionar un máximo de 63 esclavos con direcciones que van del 01H hasta 3FH. El número 00H se reserva para los mensajes difundidos.

Código de operación o función (1 byte)

Cada función permite transmitir datos u órdenes al esclavo. Existen dos tipos básicos de órdenes:

- Ordenes de lectura/escritura de datos en los registros o en la memoria del esclavo.
- Ordenes de control del esclavo y el propio sistema de comunicaciones (RUN/STOP, carga y descarga de programas, verificación de contadores de intercambio, etc.)

Campo de subfunciones/datos (n bytes)

Este campo suele contener, en primer lugar, los parámetros necesarios para ejecutar la función indicada por el byte anterior. Estos parámetros podrán ser códigos

de subfunciones en el caso de órdenes de control (función 00H) o direcciones del primer bit o byte, número de bits o palabras a leer o escribir, valor del bit o palabra en caso de escritura, etc.

1.4.4 SISTEMAS EXTERNOS DE ADQUISICIÓN DE DATOS.

Según <http://www.dte.upct.es/personal/Comunicacion/Ind/pdfs/Tema%207.pdf>, pág. 8-9 expresa:

“Todo el equipo que realiza la adquisición, está montado en un chasis externo y se conecta al computador a través de un enlace de comunicaciones estándar por ejemplo: USB, RS232, RS422 y todo lo que el computador necesita es un puerto de comunicaciones serie o paralelo estándar.

Esta interfaz puede conversar con el computador a través de ese puerto y existen en el mercado muchos niveles diferentes desde unidades de canal único diseñadas para una entrada de propósito general, hasta sistemas modulares que pueden aceptar directamente sensores tales como termopares, termistores, de nivel.

Un sistema de adquisición externo ofrece muchas ventajas cuando se le comparara con los sistemas de tarjeta incorporada en el PC. Algunas de ellas son el tamaño y la potencialidad de ser expandidas según como requiere el usuario. Algunas de ellas solo aceptan dos entradas mientras que otras pueden expandirse hasta 120 mas entradas analógicas. Una gran ventaja de este sistema, es de que se pueden comenzar de a poco y enriquecer el sistema a medida que los requerimientos crezcan, por ultimo cuando se construye y expande el sistema, el costo por canal base disminuye.

Al contrario de los sistemas de tarjeta incorporada los sistemas externos se pueden conectar en cualquier sitio para instalar un sistema de tarjeta incorporada para adquirir datos. Sin embargo con un sistema externo se puede colocar un sistema en casi todos los sitios incluso en un Rack industrial. Estos últimos se recomienda para proteger el sistema a demás para conversar con el computador anfitrión no hay que

preocuparse del tipo de cable de comunicación, puesto que muchos sistemas pueden comunicarse con el anfitrión incluso usando la línea telefónica a través del modem.”

1.5 DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE.

1.5.1 INTRODUCCIÓN A LABVIEW.

De acuerdo a <http://es.wikipedia.org/wiki/Labview> enuncia:

“LabVIEW constituye un revolucionario sistema de programación gráfica para aplicaciones que involucren adquisición, control, análisis y presentación de datos. Las ventajas que proporciona el empleo de LabVIEW se resumen en las siguientes:

- Se reduce el tiempo de desarrollo de las aplicaciones al menos de 4 a 10 veces, ya que es muy intuitivo y fácil de aprender.
- Dota de gran flexibilidad al sistema, permitiendo cambios y actualizaciones tanto del hardware como del software.
- Da la posibilidad a los usuarios de crear soluciones completas y complejas. Con un único sistema de desarrollo se integran las funciones de adquisición, análisis y presentación de datos.
- El sistema está dotado de un compilador gráfico para lograr la máxima velocidad de ejecución posible.
- Tiene la posibilidad de incorporar aplicaciones escritas en otros lenguajes.
- Fácil manejo.

Finalmente LabVIEW es un entorno de programación destinado al desarrollo de aplicaciones, similar a los sistemas de monitoreo comerciales que utilizan el lenguaje C o BASIC. Sin embargo, LabVIEW se diferencia de dichos programas en un importante aspecto: los citados lenguajes de programación se basan en líneas de texto para crear el código fuente del programa, mientras que LabVIEW emplea la programación gráfica o lenguaje G para crear programas basados en diagramas de

bloques. Para el empleo de LabVIEW no se requiere gran experiencia en programación, ya que se emplean iconos, términos e ideas familiares a científicos e ingenieros, y se apoya sobre símbolos gráficos en lugar de lenguaje escrito para construir las aplicaciones. Por ello resulta mucho más intuitivo que el resto de lenguajes de programación convencionales. También LabVIEW posee extensas librerías de funciones y subrutinas. Además de las funciones básicas de todo lenguaje de programación, LabVIEW incluye librerías específicas para la adquisición de datos, control de instrumentación y comunicación serie, análisis presentación y guardado de datos.”

1.5.2 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- Intuitivo lenguaje de programación gráfico para ingenieros.
- Herramientas de desarrollo y librerías de alto nivel específicas para aplicaciones.
- Cientos de funciones para control, análisis y presentación de datos.
- Despliegue en computadoras personales, móviles, industriales y sistemas de computación fijos.

Presenta facilidades para el manejo de interfaces de comunicaciones tales como:

- Puerto serie
- Puerto paralelo
- GPIB
- Bluetooth
- USB

Herramientas gráficas y textuales para el procesado digital de señales destinadas para:

- Visualización y manejo de gráficas con datos dinámicos.
- Adquisición y tratamiento de imágenes.
- Control de movimiento (combinado incluso con todo lo anterior).
- Sincronización entre dispositivos.

1.5.3 ÁREAS DE APLICACIÓN

LabVIEW es utilizado en diferentes ámbitos, siendo los más destacados:

Análisis automatizado y plataformas de medida:

- Test de fabricación.
- Test de validación/medioambiental.
- Test mecánico/estructural.
- Test de fiabilidad en tiempo real.
- Adquisición de datos.
- Test de campo portátil.
- Test en bancos de prueba.

Medidas industriales y plataformas de control:

- Test y control integrado.
- Automatización de máquinas.
- Monitorización de condiciones de máquina.
- Monitorización distribuida y control.
- Monitorización de potencia.

1.5.4 INSTRUMENTOS VIRTUALES.

Los programas desarrollados mediante labview se denominan instrumentos virtuales (**VI**s) porque su apariencia y funcionamiento imita los de un instrumento real. Aunque similares a las funciones creadas con los lenguajes de programación convencionales.

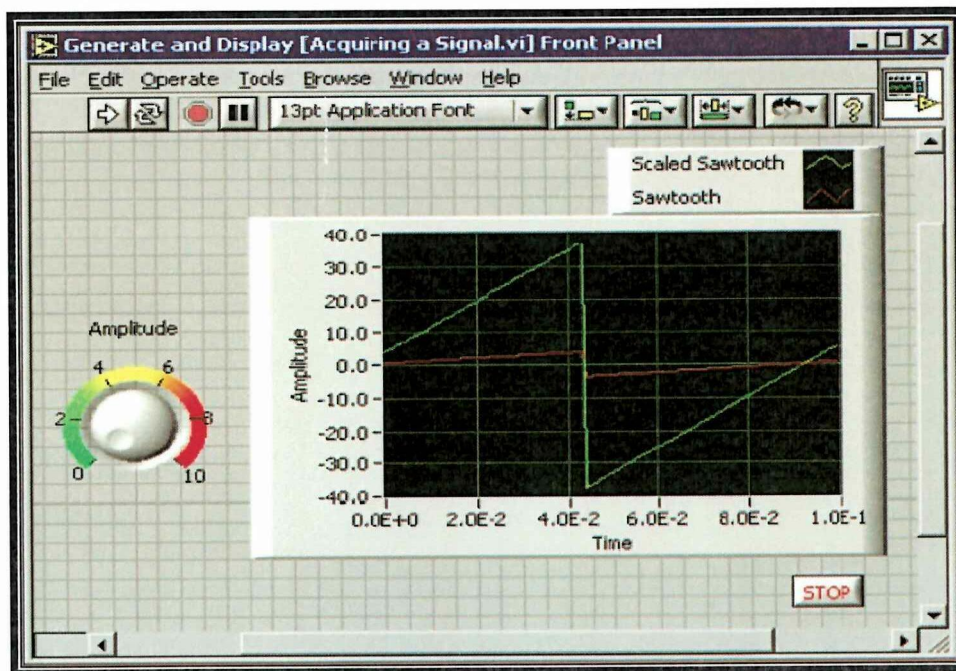
Los **VI**s tienen una parte interactiva con el usuario y otra parte de código fuente, y aceptan parámetros provenientes de otros **VI**s. Todos los **VI**s tienen un panel frontal y un diagrama de bloques. Las paletas contienen las opciones que se emplean para crear y modificar los **VI**s.

1.5.5 PANEL FRONTAL.

Aquí se diseña la interfaz grafica del VI con el usuario como indica la figura 15. En esta pantalla se encontraran los elementos que el usuario vaya a utilizar, pues recoge las entradas procedentes del usuario y representa las salidas proporcionadas por el programa. Un panel frontal está formado por una serie de botones, pulsadores, potenciómetros gráficos etc. Cada control que sirven para introducir parámetros al VI, posee una representación en el panel de código, igualmente los indicadores necesarios para entregar la información procesada tienen un icono que los identifica en el panel de código o de programación.

Los controles pueden ser boléanos, numéricos, strings, un arreglo matricial o una combinación de los anteriores y los indicadores pueden ser como para el caso de los controles pero pudiéndoles visualizar como tablas, gráficos en 2 D o 3D, browser entre otros.

FIGURA 15 EJEMPLO DE UN PANEL FRONTAL.

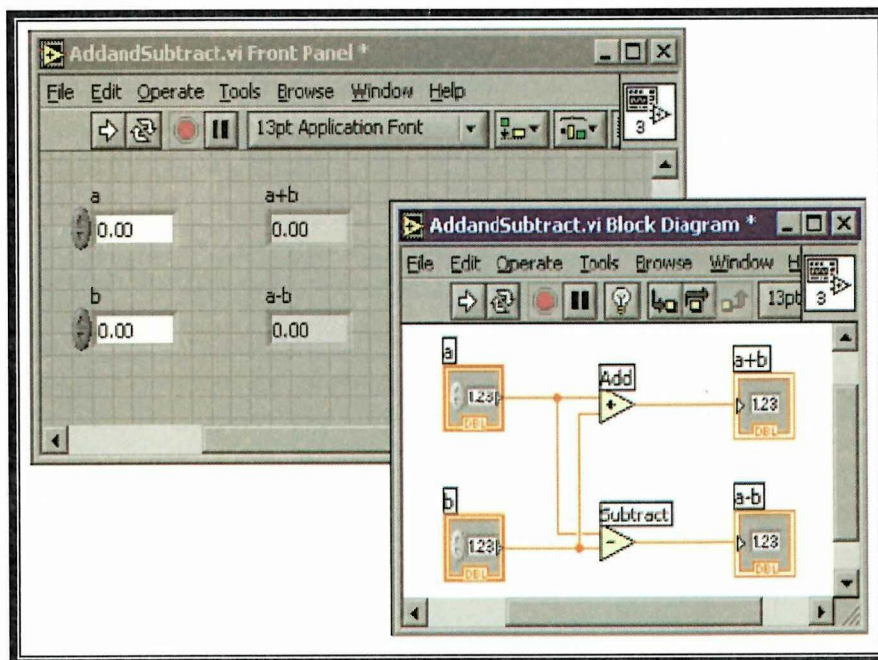


Fuente: http://www.gte.us.es/~galvan/IE_4T/TutorialLabview.pdf

1.5.6 DIAGRAMA DE BLOQUES.

El diagrama de bloques constituye el código fuente del VI. En el diagrama de bloques es donde se realiza la implementación del programa del VI para controlar o realizar cualquier procesamiento de las entradas y salidas que se crearon en el panel frontal. El diagrama de bloques incluye funciones y estructuras integradas en las librerías que incorpora LabVIEW. En el lenguaje G las funciones y las estructuras son nodos elementales. Son análogas a los operadores o librerías de funciones de los lenguajes convencionales. Los controles e indicadores que se colocaron previamente en el panel frontal, se materializan en el diagrama de bloques mediante los terminales. A continuación en la figura 16 se presenta un ejemplo de lo recién citado.

FIGURA 16 DIAGRAMA DE BLOQUES Y SU RESPECTIVO PANEL FRONTAL.



Fuente: http://www.gte.us.es/~galvan/IE_4T/TutorialLabview.pdf

El diagrama de bloques se construye conectando los distintos objetos entre sí, como si de un circuito se tratara. Los cables unen terminales de entrada y salida con los objetos correspondientes, y por ellos fluyen los datos.

LabVIEW posee una extensa biblioteca de funciones, entre ellas, aritméticas, comparaciones, conversiones, funciones de entrada/salida, de análisis, etc. Las estructuras, similares a las declaraciones causales y a los bucles en lenguajes convencionales, ejecutan el código que contienen de forma condicional o repetitiva (bucle for, while, case,...). Los cables son las trayectorias que siguen los datos desde su origen hasta su destino, ya sea una función, una estructura, un terminal, etc. Cada cable tiene un color o un estilo diferente, lo que diferencia unos tipos de datos de otros.

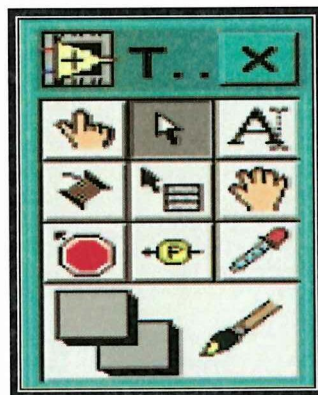
1.5.7 PALETAS.

Las paletas de LabVIEW proporcionan las herramientas que se requieren para crear y modificar tanto el panel frontal como el diagrama de bloques. Existen las siguientes paletas:

1.5.8 PALETA DE HERRAMIENTAS (TOOLS PALETTE)

Se emplea tanto en el panel frontal como en el diagrama de bloques. Contiene las herramientas necesarias para editar y depurar los objetos tanto del panel frontal como del diagrama de bloques. Ver figura 17.

FIGURA 17 PALETA DE HERRAMIENTAS (TOOLS PALETTE)

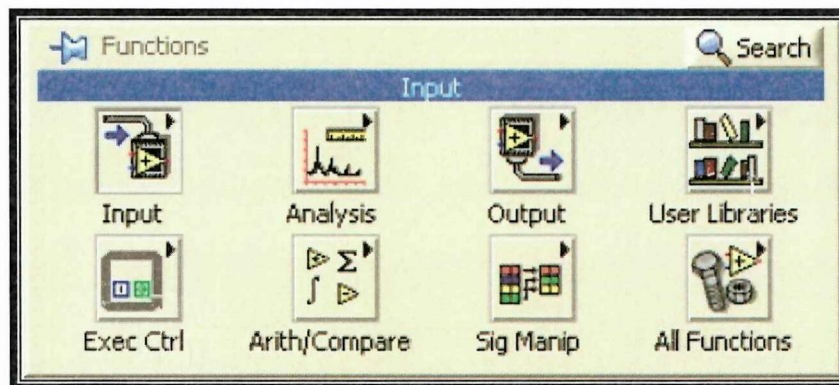


Fuente: http://www.gte.us.es/~galvan/IE_4T/TutorialLabview.pdf

1.5.9 PALETA DE FUNCIONES (FUNCTIONS PALETTE)

Se emplea en el diseño del diagrama de bloques. La paleta de funciones contiene todos los objetos que se emplean en la implementación del programa del VI, ya sean funciones aritméticas, de entrada/salida de señales, entrada/salida de datos a fichero, adquisición de señales, temporización de la ejecución del programa como a continuación se indica en la figura 18.

FIGURA 18 PALETA DE FUNCIONES (FUNCTIONS PALETTE)



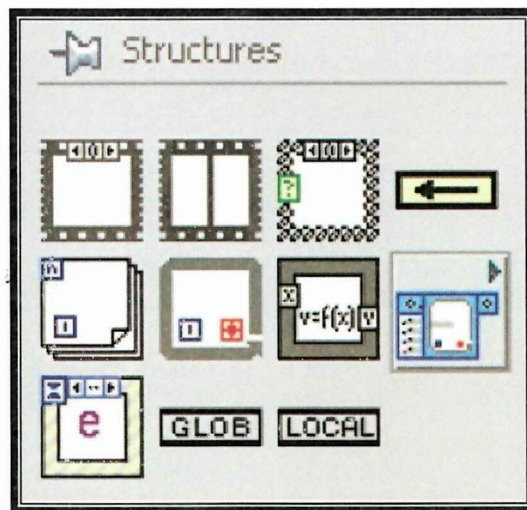
Fuente: http://www.gte.us.es/~galvan/IE_4T/TutorialLabview.pdf

1.5.10 ESTRUCTURAS.

En la paleta de funciones la primera opción es la de las estructuras (ver figura 19). Estas controlan el flujo del programa, bien sea mediante la secuenciación de acciones, ejecución de bucles, etc. Las estructuras se comportan como cualquier otro nodo en el diagrama de bloques, ejecutando automáticamente lo que está programado en su interior una vez tiene disponibles los datos de entrada, y una vez ejecutadas las instrucciones requeridas, suministran los correspondientes valores a los cables unidos a sus salidas. Sin embargo, cada estructura ejecuta su subdiagrama de acuerdo con las reglas específicas que rigen su comportamiento, y que se especifican a continuación. Un subdiagrama es una colección de nodos, cables y terminales situados en el interior del rectángulo que constituye la estructura. El For Loop y el While Loop únicamente

tienen un subdiagrama. El Case Structure y el Sequence Structure, sin embargo, pueden tener múltiples subdiagramas, superpuestos como si se tratara de cartas en una baraja, por lo que en el diagrama de bloques únicamente será posible visualizar al tiempo uno de ellos. Los subdiagramas se construyen del mismo modo que el resto del programa.

FIGURA 19 PALETA DE FUNCIONES OPCIÓN ESTRUCTURAS



Fuente: http://www.gte.us.es/~galvan/IE_4T/TutorialLabview.pdf

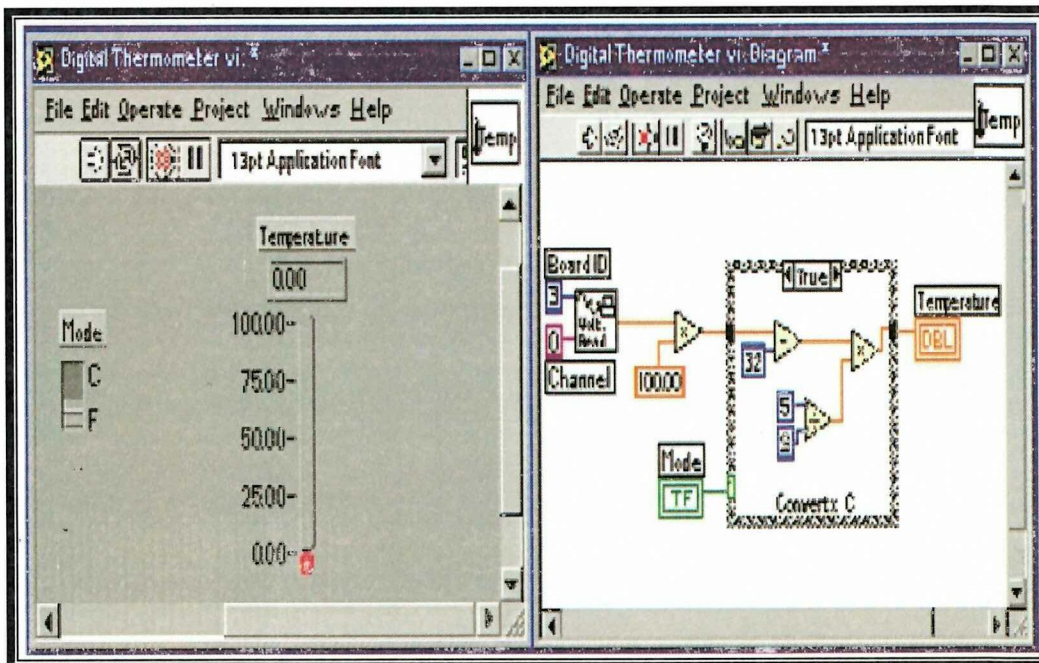
1.5.11 ARQUITECTURA BÁSICA DE PROGRAMACIÓN.

Cuando se diseña programas con Labview está trabajando siempre bajo algo denominado VI, es decir, un instrumento virtual, se pueden crear VI a partir de especificaciones funcionales que diseñe. Este VI puede utilizarse en cualquier otra aplicación como una subfunción dentro de un programa general.

Los VI's se caracterizan por ser un cuadrado con su respectivo símbolo relacionado con su funcionalidad, tener una interfaz con el usuario, tener entradas con su color de identificación de dato, tener una o varias salidas y por su puesto ser reutilizables. Se puede estructurar los VI dependiendo de la funcionalidad que se desea que tengan. La programación de un VI se debe realizar según sea el

requerimiento y necesidad ya sea de ésta forma simple o en secuencia de ejecución de subVI. La figura 20 muestra la arquitectura de programación recomendada para varios casos.

FIGURA 20 ARQUITECTURAS DE PROGRAMACIÓN.



Fuente: http://www.gte.us.es/~galvan/IE_4T/TutorialLabview.pdf

1.5.12 ARQUITECTURA DE VI SIMPLE.

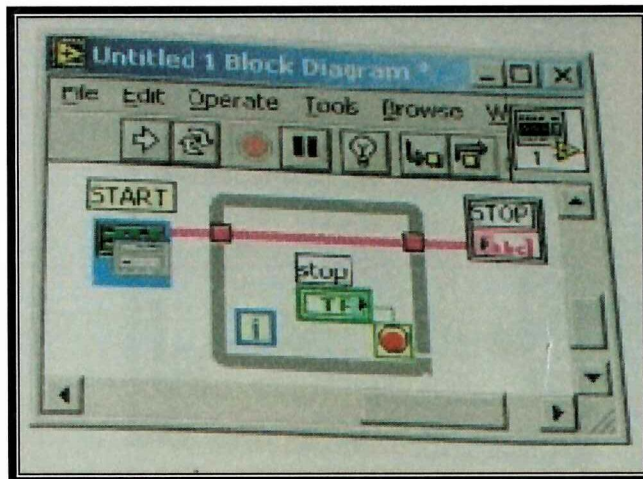
Cuando se hacen pruebas de laboratorio, no se necesita una arquitectura complicada. El programa puede consistir de un solo VI que toma una medición, hace cálculos, y despliega los resultados o los guarda en el disco.

La medición puede ser iniciada cuando el usuario le da click a la flecha de inicio (runarrow). Aparte de ser usada para aplicaciones simples esta arquitectura es usada para componentes “funcionales” dentro de aplicaciones más grandes. Puede convertirse a estos VI simples en sub VI que son utilizados como componentes de una aplicación más grande.

1.5.13 ARQUITECTURA DE UN VI GENERAL.

La figura 21 muestra la arquitectura VI general, particularmente al diseñar una aplicación con esta arquitectura se siguen tres pasos:

FIGURA 21 ARQUITECTURA DE VI GENERAL



Fuente: www.scribd.com/28479599/curso-labview

- **Inicio (startup).**- Esta área se usa para inicializar el hardware, leer información de configuración de archivos o preguntar al usuario la localización de datos de archivos
- **Aplicación principal (main application).**- Generalmente consiste de por lo menos un ciclo que se repite hasta que el usuario decida salir del programa, o el programa terminado debido a otras razones como la completación de una entrada / salida (I/O).
- **Apagado (Shutdown).**- Esta sección usualmente se encarga de cerrar los archivos, escribir datos de configuración al disco o restablecer los datos de entrada / salida, (I/O), a su estado predeterminado.

Para aplicaciones simples, el ciclo de la aplicación principal puede ser bastante directo. Cuando se tiene interfaces de usuario complicadas o eventos

múltiples (acción de usuario, accionamientos de entradas/salidas, etc.), esta sección puede volverse más complicada.

1.5.14 EJECUCIÓN DE UN VI

Para poder ejecutar un VI ya programado, en la ventana activa deber ser el panel, por lo que si se encuentra en el diagrama de bloques debemos regresar al primero. Una vez situados en el panel frontal, se pulsara el botón run, situado en la barra de herramientas. (Ver figura 22)

FIGURA 22 EJECUCIÓN DE UN VI MEDIANTE EL BOTÓN RUN



Fuente: http://www.gte.us.es/~galvan/IE_4T/TutorialLabview.pdf

El programa comenzara a ejecutarse. Mientras dura la ejecución del mismo, la apariencia del botón run es la que se muestra a continuación en la figura 23.

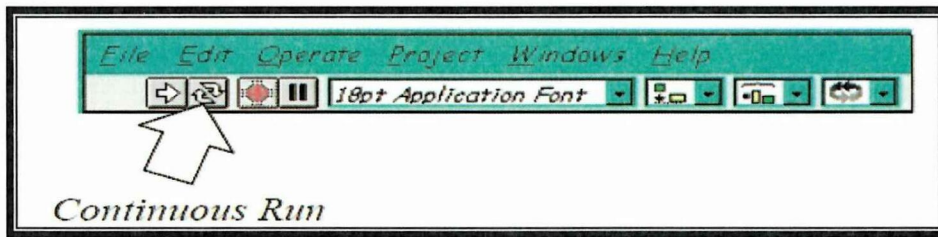
FIGURA 23 APARIENCIA DE UN VI EJECUTADO



Fuente: http://www.gte.us.es/~galvan/IE_4T/TutorialLabview.pdf

De este modo el programa se ejecutará una sola vez. Si se desea una ejecución continua, se pulsará el botón situado a la derecha del de *Run* (*Continuous Run*) ver figura 24. Si durante el funcionamiento continuo del programa se vuelve a pulsar el citado botón, se finalizará la última ejecución del mismo, tras lo cual el programa se parará.

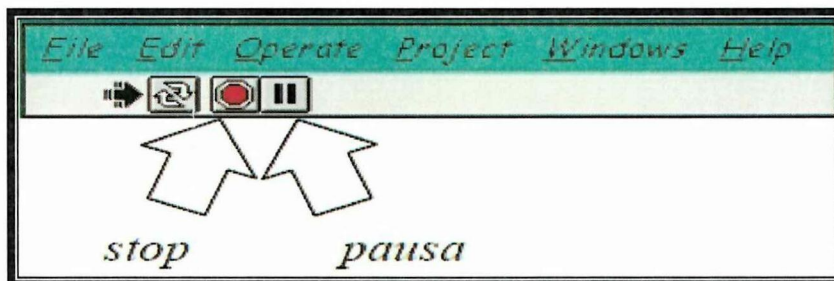
FIGURA 24 CONTINUOUS RUN



Fuente: http://www.gte.us.es/~galvan/IE_4T/TutorialLabview.pdf

Para finalizar la ejecución de un programa se puede operar de dos formas. La primera, y la más aconsejable, es emplear un botón en el *panel frontal* del *VI*, cuya pulsación produzca la interrupción del bucle de ejecución de la aplicación. La segunda forma de detener la ejecución del *VI* es pulsando el botón de *pausa* o el de *stop*. La diferencia entre ambos es que si se pulsa *stop*, la ejecución del programa finaliza inmediatamente, mientras que si se pulsa *pausa*, se produce una detención-en el funcionamiento del programa, retomándose su ejecución una vez se vuelve a pulsar el mismo botón. Ver figura 25.

FIGURA 25 MODO DE PARADA



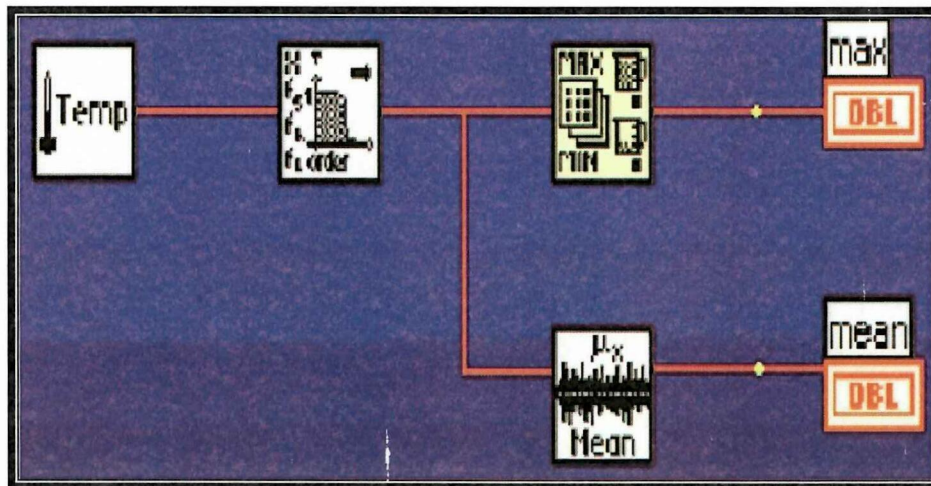
Fuente: http://www.gte.us.es/~galvan/IE_4T/TutorialLabview.pdf

1.5.15 FLUJO DE DATOS

Otra característica se encuentra en el flujo de datos, que muestra la ejecución secuencial del programa, es decir, una tarea no se inicia hasta no tener en todos sus variables de entrada información o que las tareas predecesoras hayan terminado de ejecutarse. Debido al lenguaje gráfico el compilador con que cuenta Labview es más

versátil ya que sobre el mismo código de programación se puede ver fácilmente el flujo de datos, así como su contenido como indica la figura 26.

FIGURA 26 FLUJO DE DATOS



Fuente: http://www.gte.us.es/~galvan/IE_4T/TutorialLabview.pdf

1.6 FACTORES DE RIESGO ELÉCTRICO.

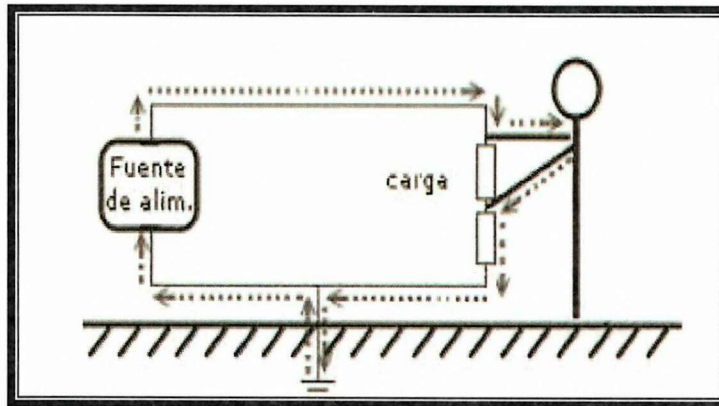
1.6.1. INTRODUCCIÓN

Por las características de los diversos equipos utilizados para realizar las prácticas de laboratorio en las diferentes carreras de ingeniería, se hace necesario ampliar los conceptos de riesgos eléctricos, así como los efectos que estos ocasionan al producirse el contacto con la electricidad, y las medidas preventivas a tener en cuenta.

1.6.2 RIESGO ELÉCTRICO.

Consiste en la posibilidad de circulación de la corriente eléctrica a través del cuerpo humano. Para que esto ocurra, el cuerpo debe formar parte de un circuito eléctrico como indica la figura 27.

FIGURA 27 CONTACTO ELÉCTRICO EN UN CIRCUITO ELÉCTRICO.



Fuente: es.wikipedia.org/wiki/Riesgo eléctrico

1.6.3 FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL CONTACTO ELÉCTRICO.

Al estar expuestos a contactos con cables con tensión o aparatos defectuosos, existe la posibilidad que circule corriente a través del cuerpo humano. Para ello deben cumplirse en forma simultánea tres condiciones:

- Que el cuerpo humano sea un buen conductor (lo cual se incrementa con la humedad).
- Que el cuerpo humano forme parte de un circuito eléctrico.
- Que el cuerpo humano esté sometido a una tensión o voltaje peligroso (V).

1.6.4 CONTACTOS ELÉCTRICOS DIRECTOS

Son aquellos que pueden producirse con partes de un circuito o instalación por los cuales normalmente circula corriente eléctrica. Por ejemplo, cables sin protección aislante, o protección insuficiente al alcance de los trabajadores, cables desnudos próximos a andamios o estructuras, etc. Las medidas de seguridad se orientan hacia el alejamiento de los conductores de los lugares de trabajo manteniendo las distancias de seguridad, utilización de buenas aislaciones eléctricas, o colocando obstáculos que impidan el contacto eléctrico (barreras).

1.6.5 CONTACTOS ELÉCTRICOS INDIRECTOS

Son aquellos que se pueden producir con elementos metálicos que por error en la instalación eléctrica o defectos en el aislamiento pueden estar en contacto con partes con tensión que pueden dar corriente.

1.6.6 CHOQUE ELÉCTRICO.

Es producido por el contacto directo o proximidad a circuitos energizados, este contacto ocasiona directamente efectos de tipo nervioso, contracción muscular, desvanecimiento y paro cardíaco.

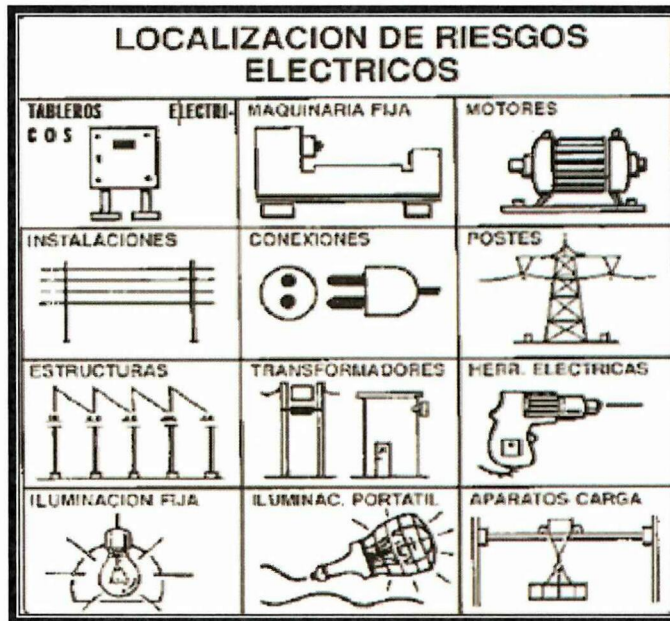
1.6.7 EFECTOS DIRECTOS DE LA CORRIENTE.

CORRIENTE QUE ATRAVIESA EL CUERPO HUMANO (MA)	EFECTOS
Hasta 1	Imperceptible para el hombre.
De 2 a 3	Sensación de hormigueo.
De 3 a 10	La corriente no es mortal. El sujeto logra normalmente desprenderse del contacto.
De 10 a 25	Contracción muscular, aumento de tensión sanguínea.
De 25 a 80	Posible perturbación en el ritmo cardiaco y respiratorio. Posibilidad de parálisis cardiaca y respiratoria.
De 80 mA a 3 Amp.	Perturbación del ritmo cardiaco. Posibilidad de parálisis cardiaca y respiratoria.
Mayor a 3 Amp.	Especialmente peligrosa. Puede ocasionar fibrilación ventricular de consecuencias mortales en la mayoría de los casos, por lo general ocasiona la muerte.

1.6.8 LOCALIZACIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS

La ubicación de fuentes y conductores, su aislación y señalización, el estado de los distintos elementos y el cuidado con que se usen, son todos elementos a tener en cuenta para la prevención de accidentes por electrocución. Ver figura 28.

FIGURA 28 PROBABLES LUGARES DONDE EXISTE RIESGO ELÉCTRICO.



Fuente: [es.wikipedia.org/wiki/Riesgo eléctrico](http://es.wikipedia.org/wiki/Riesgo_eléctrico)

1.6.9 CONEXIÓN A TIERRA

La corriente eléctrica tiende a pasar por el camino que le ofrece menos dificultad (menos resistencia). Por otro lado la corriente eléctrica tiene una gran afinidad con la tierra, para evitar que el camino más fácil que siga la corriente sea nuestro cuerpo al tocar la parte metálica, se hace una conexión a una **toma de tierra**, por donde circulará la corriente.

Para ello las máquinas a conectar deben contar con las fichas adecuadas y los tomacorrientes dispondrán del correspondiente contacto. Si el tomacorriente o la

máquina no tienen un conductor de protección que los conecte a tierra. Esta conexión debe ser continua, permanente y adecuada para conducir la corriente en caso de falla.

La puesta a tierra debe complementarse con un dispositivo que desconecte el circuito eléctrico en el menor tiempo posible, en el caso de producirse un contacto indirecto. En condiciones normales, la intensidad de una corriente (la cantidad de corriente) que entra a un circuito eléctrico debe ser igual a la intensidad que sale.

1.6.10 INTERRUPTOR DIFERENCIAL

El interruptor diferencial “vigila” que esto ocurra siempre así. De lo contrario, abre el circuito y la corriente deja de circular. Cuando hay una falla de aislación y una parte de la corriente es conducida a tierra, el interruptor diferencial lo detecta y “abre” automáticamente el circuito eléctrico, interrumpiendo el paso de corriente.

1.6.11 NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD.

Todos los circuitos eléctricos deberán estar protegidos contra los efectos que puedan presentarse, interrumpiendo este circuito en un tiempo conveniente. Las clases de protección son las siguientes:

- Protección contra sobreintensidades.
- Protección contra sobretensiones.
- Prevención de contactos directos.
- Prevención contra contactos indirectos.

Además tenga muy en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Reconozca su lugar de trabajo dónde se localizan y cómo se accionan los interruptores de energía y los extintores.

- Consulte los manuales antes de manejar equipos eléctricos.
- Sujete firmemente la clavija (no el cable) al desenchufar los equipos eléctricos. Tirar del cable puede dañar el cable, la clavija o el tomacorriente y resultar en choques eléctricos o incendios.
- Verifique la existencia de una puesta a tierra efectiva en su instalación.
- No trabaje en zonas húmedas ni con líquidos u accesorios metálicos (anillos, cadenas, etc.)

CAPÍTULO II

INVESTIGACIÓN DE CAMPO

2.1 INTERPRETACIÓN GRAFICACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

2.1.1 Encuesta aplicada a los estudiantes de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Industrial e Ingeniería Electromecánica de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

En la realización de este capítulo se detalla y analiza toda la información recopilada de la investigación realizada a los señores docentes y estudiantes de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Electromecánica, industrial, de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

En la aplicación de las técnicas de investigación en la Universidad Técnica de Cotopaxi se debe indicar que a los señores docentes se les aplico una encuesta de 5 preguntas, y a los señores estudiantes una encuesta de 7 preguntas.

La encuesta que realiza el grupo de investigación está orientada a los señores estudiantes de sexto y séptimo nivel de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Industrial e Ingeniería Electromecánica, que luego de un análisis se logro determinar que la misma debe ser aplicada a los ciclos que ya recibieron la materia correspondiente a maquinas eléctricas, teniendo un total de 209 estudiantes distribuidos en las carreras anteriormente descritas, que luego de

realizar el cálculo de la muestra respectiva se llego a determinar en número de encuestas a realizar que a continuación se detalla.

CUADRO 1

ESTUDIANTES SELECCIONADOS PARA LA ENCUESTA

ÁREAS	N°
Alumnos de Ingeniería Eléctrica	54
Alumnos de Ingeniería Industrial	30
Alumnos de Ingeniería Electromecánica	56
TOTAL	140

*Fuente: Nomina de estudiantes existentes en las diferentes carreras proporcionadas en secretaria
Elaborado por: Grupo Investigador*

El total de encuestas planificadas a realizarse son de 140 respectivamente teniendo un porcentaje de ausentismo por diversas circunstancias correspondientes al 7.14 % es así que se logro realizar un total de 130 encuestas a los señores estudiantes de las Carreras de Ingeniería Electica, Ingeniería Industrial e Ingeniería Electromecánica

El modelo de encuesta que se aplico esta realizado por parte de los investigadores y se encuentra adjunta en el Anexo 3.7.3

1. Cree usted que la Universidad cuenta con todos los equipos de automatización para realizar las prácticas de laboratorio.

SI ()

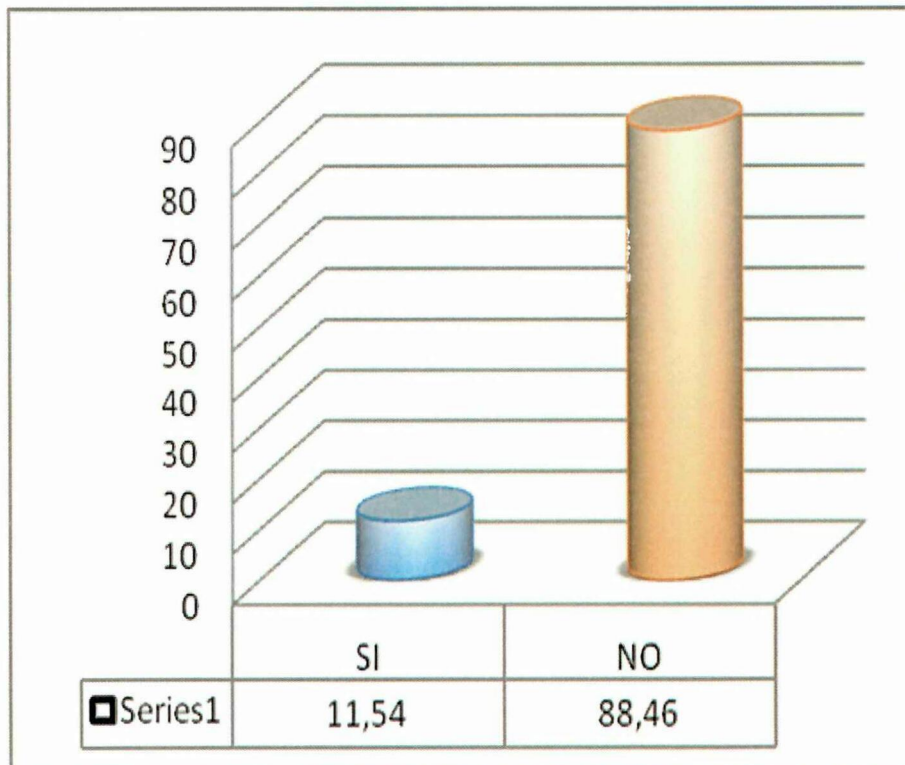
NO ()

TABLA 2-1: EQUIPOS CON LOS QUE CUENTA LA UNIVERSIDAD.

<i>OPCIÓN.</i>	<i>NÚMERO DE ENCUESTADOS</i>	<i>PORCENTAJE.</i>
<i>SI</i>	<i>15</i>	<i>11.54 %</i>
<i>NO</i>	<i>115</i>	<i>88.46 %</i>
<i>TOTAL</i>	<i>130</i>	<i>100 %</i>

Fuente: Investigación de los Autores
Elaborado por: Grupo Investigador

GRÁFICO 2-1: EQUIPOS CON LOS QUE CUENTA LA UNIVERSIDAD



Fuente: Investigación de los Autores
Elaborado por: Grupo Investigador

ANÁLISIS:

De 130 estudiantes encuestados, el 11.54% opinan que la Universidad si cuenta con los equipos de automatización para realizar las prácticas de laboratorio mientras que el 88.46% manifiestan que la Universidad no cuenta con todos los equipos o dispositivos de automatización para las prácticas en el laboratorio en las distintas materias.

Se puede identificar claramente que en la Universidad no existen o son escasos los equipos o dispositivos de automatización necesarios e indispensables para realizar las prácticas de laboratorio en las distintas áreas. Lo que demuestra la gran necesidad que atraviesa la universidad en cuanto al equipamiento de sus talleres.

2. Considera usted que los conocimientos impartidos por los docentes en el aula deben ser complementados con la práctica.

SI ()

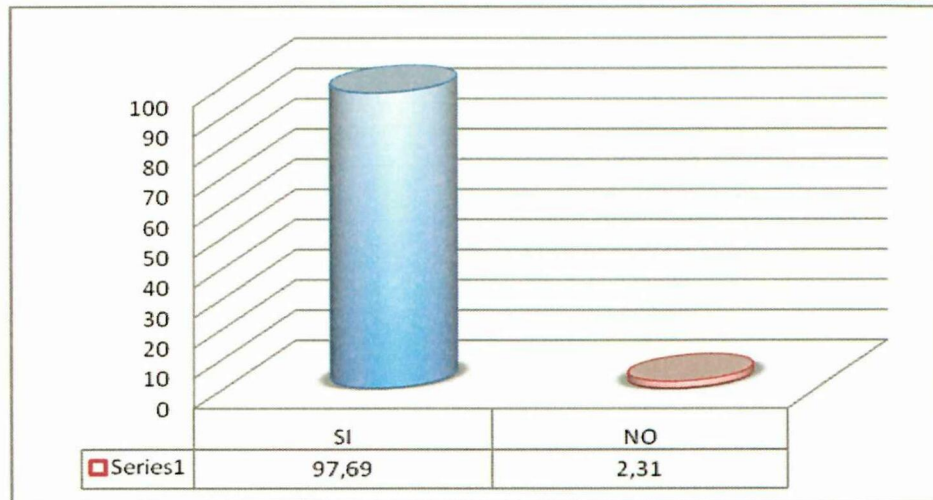
NO ()

TABLA 2-2: IMPORTANCIA DE LA COMPLEMENTACIÓN DE CONOCIMIENTOS PRÁCTICOS.

<i>OPCIÓN.</i>	<i>NÚMERO DE ENCUESTADOS</i>	<i>PORCENTAJE.</i>
<i>SI</i>	<i>127</i>	<i>97.69 %</i>
<i>NO</i>	<i>3</i>	<i>2.31 %</i>
<i>TOTAL</i>	<i>130</i>	<i>100 %</i>

*Fuente: Investigación de los Autores
Elaborado por: Grupo Investigador*

GRÁFICO 2-2: IMPORTANCIA DE LA COMPLEMENTACIÓN DE CONOCIMIENTOS PRÁCTICOS.



Fuente: Investigación de los Autores

Elaborado por: Grupo Investigador

ANÁLISIS:

De 130 estudiantes encuestados, el 97.69 % consideran que si es necesario e indispensable la complementación de conocimientos prácticos mientras que el 2.31 % manifiestan que no es importante la aplicación práctica.

Los resultados demuestran el gran interés de los estudiantes en tener la oportunidad de ampliar y mejorar sus conocimientos adquiridos en el aula y complementarlos con la realización de distintas prácticas en el laboratorio, que a lo posterior fomente una formación profesional de calidad.

3. Cree usted que los laboratorios de maquinas eléctricas deben estar adecuados con los equipos y herramientas acordes al avance tecnológico.

SI ()

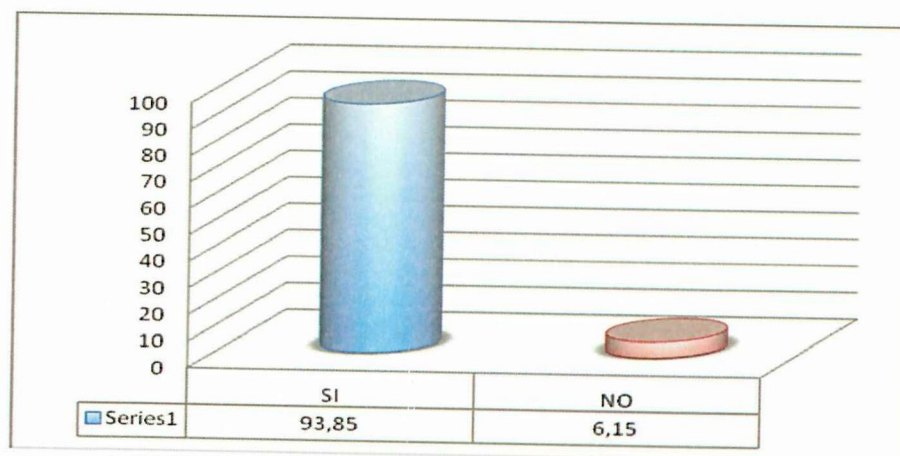
NO ()

TABLA 2-3: LABORATORIOS CON EQUIPOS Y HERRAMIENTAS ACTUALIZADAS.

<i>OPCIÓN.</i>	<i>NÚMERO DE ENCUESTADOS</i>	<i>PORCENTAJE.</i>
<i>SI</i>	<i>122</i>	<i>93.85 %</i>
<i>NO</i>	<i>8</i>	<i>6.15 %</i>
<i>TOTAL</i>	<i>130</i>	<i>100 %</i>

*Fuente: Investigación de los Autores
Elaborado por: Grupo Investigador*

GRÁFICO 2-3: LABORATORIOS CON EQUIPOS Y HERRAMIENTAS ACTUALIZADAS.



*Investigación de los Autores
Elaborado por: Grupo Investigador*

ANÁLISIS

De 130 estudiantes encuestados, el 93.85 % considera que el laboratorio debe estar equipado con herramientas y dispositivos acordes al avance tecnológico, por otro lado el 6.15 % manifiestan que no es importante contar con laboratorio tecnológicamente actualizados.

Con los resultados obtenidos podemos destacar que la gran mayoría de estudiantes desean contar con un laboratorio de máquinas eléctricas correctamente equipado

para poder realizar prácticas con equipos y dispositivos que son utilizados en la industria actual mejorando sus conocimientos y habilidades técnicas.

4. Ha realizado usted ensayos no invasivos en un motor de inducción trifásico para conocer sus parámetros eléctricos de funcionamiento.

SI ()

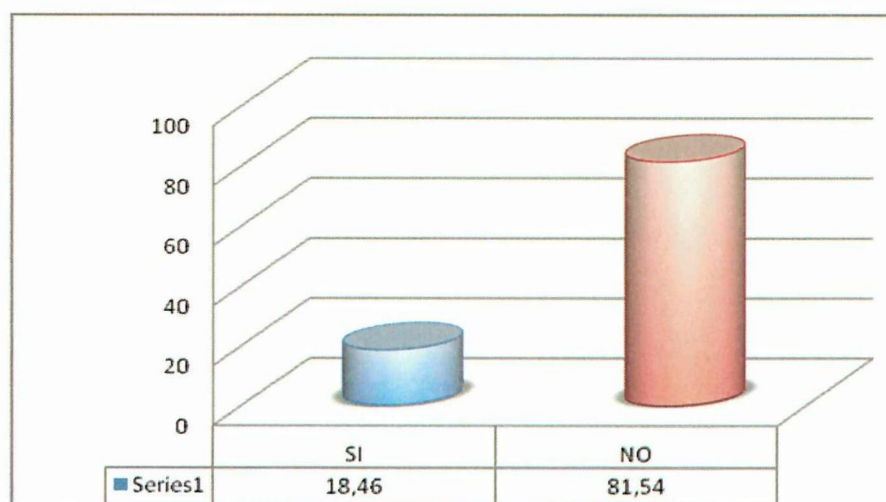
NO ()

TABLA 2-4: PRÁCTICAS CON UN MOTOR TRIFÁSICO.

<i>OPCIÓN.</i>	<i>NÚMERO DE ENCUESTADOS</i>	<i>PORCENTAJE.</i>
<i>SI</i>	<i>24</i>	<i>18.46 %</i>
<i>NO</i>	<i>106</i>	<i>81.54 %</i>
<i>TOTAL</i>	<i>130</i>	<i>100 %</i>

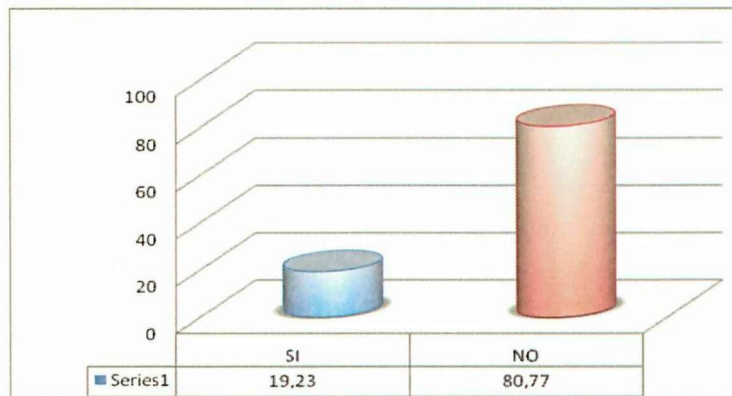
Fuente: Investigación de los Autores
Elaborado por: Grupo Investigador

GRÁFICO 2-4: PRÁCTICAS CON UN MOTOR TRIFÁSICO.



Fuente: Investigación de los Autores
Elaborado por: Grupo Investigador

GRÁFICO 2-5: APARATOS DE FUNCIONAMIENTO INDUSTRIAL.



Fuente: Investigación de los Autores

Elaborado por: Grupo Investigador

ANÁLISIS

De los 130 estudiantes encuestados, el 19.23% afirman que conocen los equipos anteriormente mencionados, mientras que el 80.77% afirman desconocer de este tipo de equipos.

Se puede observar claramente que los alumnos de la Universidad y en especial de las carreras técnicas desconocen o poseen poco conocimiento acerca de los equipos de funcionamiento industrial. Es así que nuestro proyecto de tesis va encaminado a ayudar y fortalecer estas deficiencias.

6. Conoce usted la utilidad y funcionamiento del programa grafico labview.

SI ()

NO ()

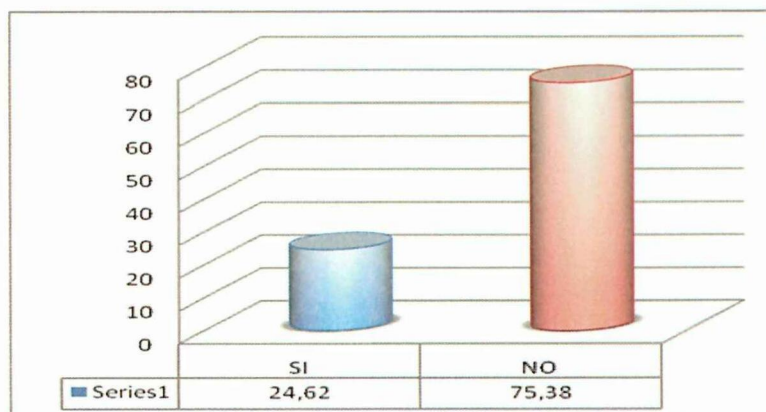
TABLA 2-6: UTILIDAD DEL PROGRAMA LABVIEW.

<i>OPCIÓN.</i>	<i>NÚMERO DE ENCUESTADOS</i>	<i>PORCENTAJE.</i>
<i>SI</i>	32	24.62 %
<i>NO</i>	98	75.38 %
<i>TOTAL</i>	130	100 %

Fuente: Investigación de los Autores

Elaborado por: Grupo Investigador

GRÁFICO 2-6: UTILIDAD DEL PROGRAMA LABVIEW.



Fuente: Investigación de los Autores

Elaborado por: Grupo Investigador

ANÁLISIS

De 130 estudiantes encuestados, el 24.62 % opina haber utilizado el programa labview, por otro lado el 75.38 % manifiestan que no han utilizado dicho programa en los laboratorios de la Universidad.

Con los resultados alcanzados podemos decir que un porcentaje significativo de estudiantes desconocen la utilidad del programa grafico labview, de tal manera es necesaria la implementación de dicho simulador grafico para ayudar al estudiante a conocer y realizar prácticas con el mismo mejorando así sus conocimientos.

7. Considera usted que es importante la construcción de un banco de pruebas didáctico para motores de inducción trifásico.

SI ()

NO ()

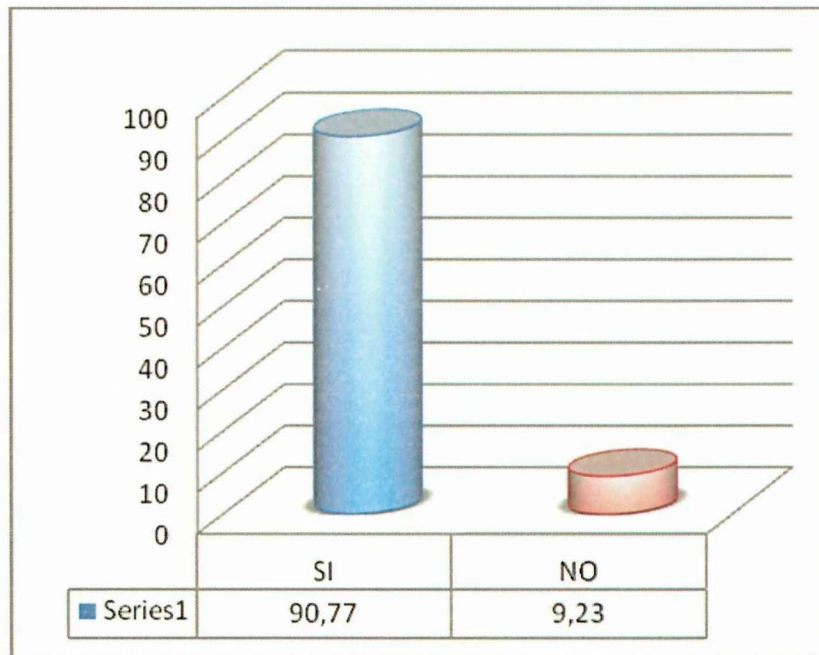
TABLA 2-7: CONSTRUCCIÓN DEL MODULO DIDÁCTICO

<i>OPCIÓN.</i>	<i>NÚMERO DE ENCUESTADOS</i>	<i>PORCENTAJE.</i>
<i>SI</i>	<i>118</i>	<i>90.77 %</i>
<i>NO</i>	<i>12</i>	<i>9.23 %</i>
<i>TOTAL</i>	<i>130</i>	<i>100 %</i>

Fuente: Investigación de los Autores

Elaborado por: Grupo Investigador

GRÁFICO 2-7: CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO



Fuente: Investigación de los Autores

Elaborado por: Grupo Investigador

ANÁLISIS

De 130 estudiantes encuestados, el 90.77 % opinan que si es necesario e importante la construcción del módulo didáctico para el laboratorio de maquinas eléctricas, mientras que un mínimo porcentaje correspondiente al de 9.23 % manifiestan que no es importante para la carrera la construcción de dicho módulo.

De los resultados obtenidos podemos concluir que es sumamente importante y necesaria la construcción del banco de pruebas para motores de inducción trifásico, ya que con el mismo los estudiantes y futuras promociones de las carreras técnicas de la universidad tendrán la oportunidad de formarse como profesionales capaces de desenvolverse con facilidad y confianza en el campo laboral tan exigente.

Nuestro proyecto de tesis que será utilizado en los laboratorios de la Universidad constara con varios equipos de automatización que son utilizados en las diferentes industrias existentes en nuestro país haciendo que el estudiante se familiarice con el manejo de los mismos.

2.1.2. Tabla General de la Encuesta realizada los Estudiantes de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Industrial y Electromecánica de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería Y Aplicadas de la Universidad Técnica E Cotopaxi.

Con el análisis respectivo de cada pregunta se ha establecido una tabla general en la cual podemos identificar y relacionar todos los resultados alcanzados en la encuesta.

Tabla 2-8 ENCUESTA REALIZADA A LOS ESTUDIANTES DE LAS CARRERAS DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, INGENIERÍA INDUSTRIAL E INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA.

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA			PORCENTAJE		TOTAL
	SI	NO	TOTAL	SI	NO	
Pregunta 1	15	115	130	12 %	88 %	100
Pregunta 2	127	3	130	98 %	2 %	100
Pregunta 3	122	8	130	94 %	6 %	100
Pregunta 4	24	106	130	18 %	82 %	100
Pregunta 5	25	105	130	19 %	81 %	100
Pregunta 6	32	98	130	25 %	74 %	100
Pregunta 7	118	12	130	91 %	9 %	100

*Fuente: Investigación de los Autores
Elaborado por: Grupo Investigador*

2.2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS A LOS DOCENTES DE LAS ÁREAS DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, INGENIERÍA INDUSTRIAL E INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS.

Para realizar el análisis y la interpretación de los datos obtenidos de la encuesta aplicada se usara una tabla individual, la misma que consta de 5 preguntas.

Cabe indicar que luego de conversaciones y análisis respectivos se determino que la encuesta debe ser aplicada a los docentes que imparten la cátedra de máquinas eléctricas y que hacen uso de los distintos talleres existentes en la Universidad, llegando a determinar un total de 10 docentes encuestados.

El modelo de encuesta que será aplicado se encuentra adjunta en el anexo 3.7.5

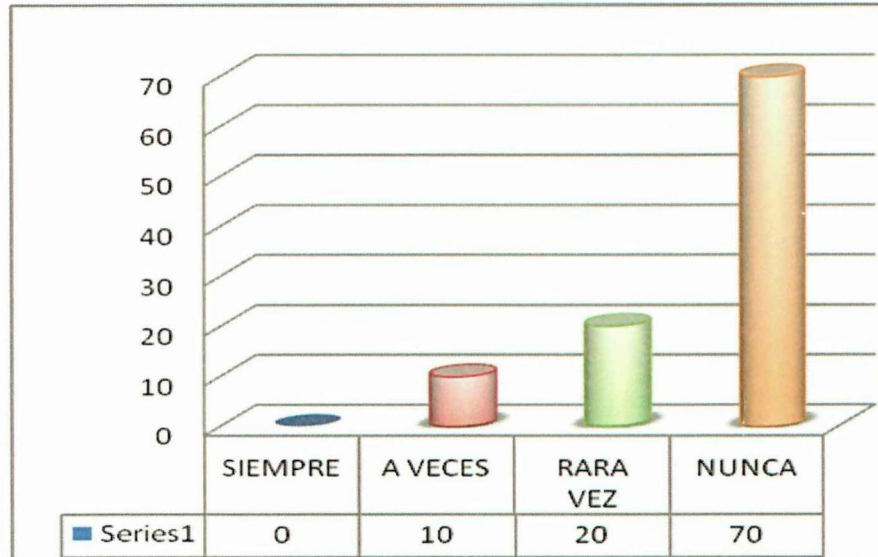
- 1.Cuál es la frecuencia con la cual usted utiliza los laboratorios de máquinas eléctricas.
 - a) Siempre ()
 - b) A veces ()
 - c) Rara vez ()
 - d) Nunca ()

TABLA 2-9: UTILIZACIÓN DEL LABORATORIO CON LOS ESTUDIANTES

OPCIÓN	NÚMERO DE ENCUESTADOS	PORCENTAJE
a) Siempre	0	0 %
b) A veces	1	10 %
c) Rara vez	2	20 %
d) Nunca	7	70 %
TOTAL	10	100%

*Fuente: Investigación de los Autores
Elaborado por: Grupo Investigador*

GRAFICO 2-9: UTILIZACIÓN DEL LABORATORIO CON LOS ESTUDIANTES



Fuente: Investigación de los Autores

Elaborado por: Grupo Investigador

ANÁLISIS

De 10 docentes encuestados, el 0% opina que siempre utilizan el laboratorio con sus estudiantes, apenas el 10 % manifiesta que a veces hace uso del laboratorio, mientras que el 20% expresan que rara vez utilizan el laboratorio y el 70% opinan que nunca han utilizado dicho laboratorio.

Con los resultados obtenidos analizamos que los docentes de las Carreras Técnicas poco o nada utilizan los laboratorios con sus estudiantes, esto es preocupante ya que los alumnos deberían ampliar y complementar sus conocimientos con la realización de prácticas.

2. Considera usted necesaria la complementación práctica luego de haber realizado una clase teórica.

SI ()

NO ()

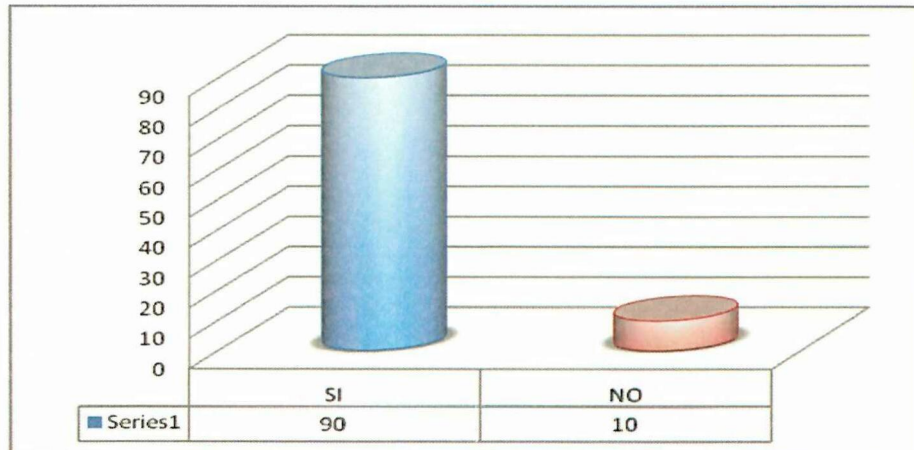
TABLA 2-10: IMPORTANCIA DE LA COMPLEMENTACIÓN PRÁCTICA

OPCIÓN	NÚMERO DE ENCUESTADOS	PORCENTAJE
SI	9	90 %
NO	1	10 %
TOTAL	10	100%

Fuente: Investigación de los Autores

Elaborado por: Grupo Investigador

GRAFICO 2-10: IMPORTANCIA DE LA COMPLEMENTACIÓN PRÁCTICA



Fuente: Investigación de los Autores

Elaborado por: Grupo Investigador

ANÁLISIS

De los 10 docentes encuestados, el 90% manifiestan que es necesario hacer una aplicación después de haber realizado una clase teórica mientras que el 10% opinan todo lo contrario.

Con los datos recogidos se puede rescatar que la gran mayoría de docentes de la Universidad apoyan la importancia de poder complementar su cátedra en con una aplicación práctica, logrando así que los estudiantes despejen todas sus dudas existentes.

3. Cree usted que las prácticas en el laboratorio ayuda al estudiante a desarrollar habilidades y adquirir confianza en el manejo de equipo eléctrico.

SI ()

NO ()

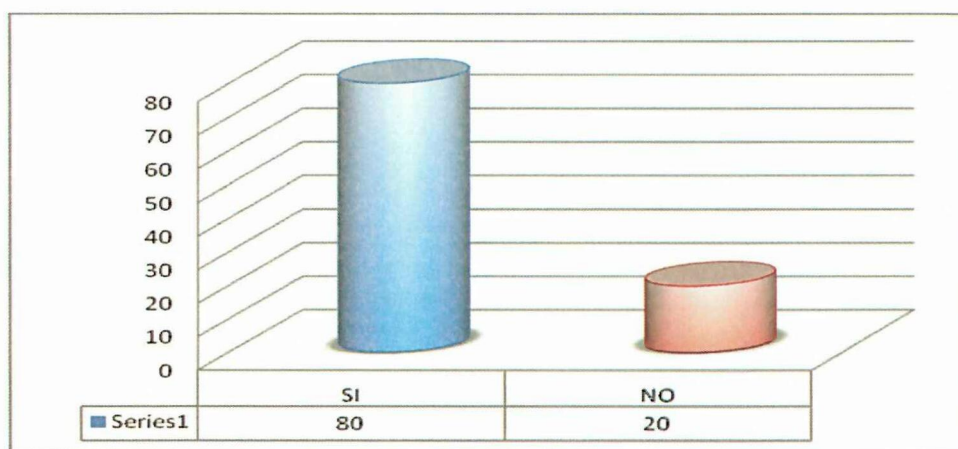
TABLA 2-11: AYUDA ADQUIRIR Y DESARROLLAR HABILIDADES

OPCIÓN	NUMERO DE ENCUESTADOS	PORCENTAJE
SI	8	80 %
NO	2	20 %
TOTAL	10	100%

Fuente: Investigación de los Autores

Elaborado por: Grupo Investigador

GRAFICO 2-11: AYUDA ADQUIRIR Y DESARROLLAR HABILIDADES



Fuente: Investigación de los Autores

Elaborado por: Grupo Investigador

ANÁLISIS

De 10 docentes encuestados, el 80% expresan que las prácticas en laboratorio ayudan al estudiante adquirir habilidades en el manejo de equipo eléctrico, mientras que el 20% de los docentes opinan que no ayuda al estudiante la realización de prácticas.

Esto demuestra que verdaderamente si se desea realizar prácticas por parte de los docentes con nuestro módulo didáctico haciendo que los estudiantes pierdan el miedo a la manipulación de equipos eléctricos trifásicos y adquieran confianza en el manejo de los mismos.

4. Esta usted conforme con los equipos existentes en el laboratorio.

SI ()

NO ()

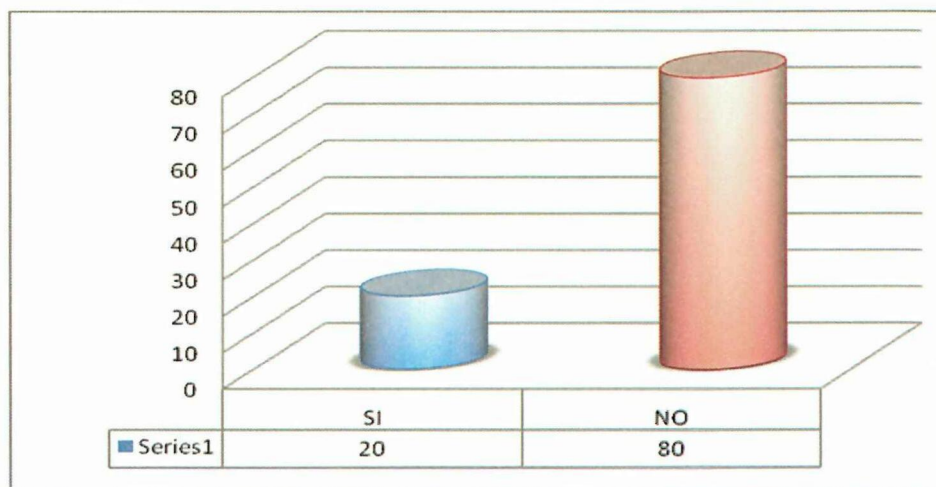
TABLA 2-12: EQUIPOS DE AUTOMATIZACIÓN QUE CUENTA EL LABORATORIO

OPCIÓN	NÚMERO DE ENCUESTADOS	PORCENTAJE
SI	2	20%
NO	8	80%
TOTAL	10	100%

Fuente: Investigación de los Autores

Elaborado por: Grupo Investigador

GRAFICO 2-12: EQUIPOS DE AUTOMATIZACIÓN QUE CUENTA EL LABORATORIO



Fuente: Investigación de los Autores

Elaborado por: Grupo Investigador

ANÁLISIS

De 10 docentes encuestados, el 20% expresan que si están satisfechos con los equipos que cuenta el laboratorio, mientras que el 80% de los docentes opinan que no están satisfechos con los equipos cuenta actualmente el laboratorio.

De los resultados obtenidos podemos analizar que los docentes de la Universidad no están conformes con los equipos de automatización existentes en el laboratorio de la Carrera. Lo que demuestra que se convierte en una gran necesidad primordial para las enseñanzas de sus clases contar con equipos de simulación.

5. Considera importante la implementación de un módulo didáctico para realizar prácticas en los motores de inducción trifásico.

SI ()

NO ()

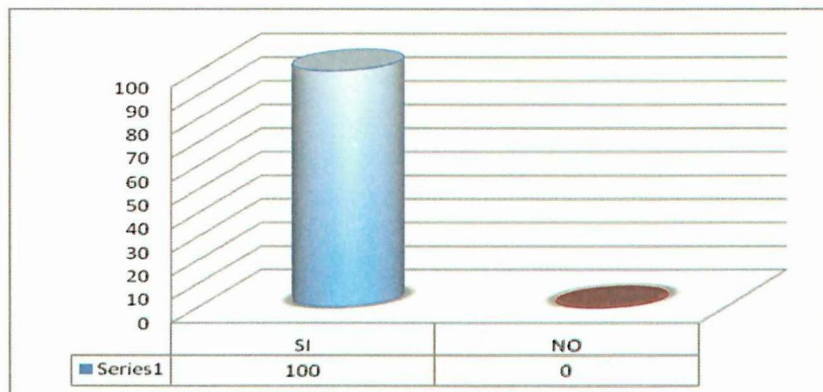
TABLA 2-13: IMPORTANCIA DEL BANCO DE PRUEBAS

OPCIÓN	NÚMERO DE ENCUESTADOS	PORCENTAJE
SI	10	100%
NO	0	0%
TOTAL	10	100%

Fuente: Investigación de los Autores

Elaborado por: Grupo Investigador

GRAFICO 2-13: IMPORTANCIA DEL BANCO DE PRUEBAS



Fuente: Investigación de los Autores

Elaborado por: Grupo Investigador

ANÁLISIS

De los 10 docentes encuestados, el 100% consideran que si es importante y necesario la construcción de un banco de pruebas para motores de inducción trifásico ya que permite que tanto estudiantes como docentes amplíen y adquieran nuevos conocimientos teórico – práctico.

Las autoridades y docentes desde su punto de vista consideran que la construcción del banco de pruebas didáctico, será una aplicación tecnológica de mucha importancia para la formación de los estudiantes y futuras generaciones de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

2.2.1. Tabla General de la Encuesta realizada a los Docentes de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Industrial E Ingeniería Electromecánica de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería Y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Luego del análisis respectivo de cada pregunta se ha llegado a establecer una tabla general en la cual podemos relacionar todos los resultados alcanzados de la encuesta.

Tabla 2-14: ENCUESTA REALIZADA A LOS DOCENTES DE LAS CARRERAS DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, INGENIERÍA INDUSTRIAL E INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA.

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA			PORCENTAJE		TOTAL
	SI	NO	TOTAL	SI	NO	
Pregunta 2	9	1	10	90	10	100
Pregunta 3	8	2	10	80	20	100
Pregunta 4	2	8	10	20	80	100
Pregunta 5	10	0	10	100	-	100

Fuente: Investigación de los Autores

Elaborado por: Grupo Investigado

2.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

2.3.1. ENUNCIADO.

Con la implementación del Banco de Pruebas para Motores de Inducción Trifásico, los estudiantes de las carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Industrial e Ingeniería Electromecánica tendrán la oportunidad de realizar prácticas monitoreando en tiempo real el funcionamiento y las distintas variables de operación de un motor trifásico logrando de esta forma complementar su formación académica con la utilización de los distintos equipos y dispositivos existentes en el modulo didáctico.

2.3.2 ARGUMENTACIÓN

Con los resultados obtenidos mediante las encuestas aplicadas a los estudiantes y docentes de las carreras de Ingeniería Eléctrica, Electromecánica, Industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi, se ha demostrado la urgente necesidad de construir un banco de pruebas para motores de inducción trifásico, para realizar prácticas en la asignatura de maquinas eléctricas.

De tal forma la hipótesis planteada nos ha permitido ser la guía en nuestro trabajo investigativo, llegando a ser comprobada satisfactoriamente, demostrando que la implementación del banco de pruebas ayuda directamente al estudiante a completar sus conocimientos y tener una formación profesional de calidad.

2.3.3 DECISIÓN

Con los resultados estadísticos obtenidos en las encuestas realizadas a los diferentes sectores de la población en este caso docentes y estudiantes de las carreras de Ingeniería Eléctrica, Electromecánica, Industrial de la Universidad Técnicas de Cotopaxi y la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, se logro llegar a concluir que la construcción del Banco de Pruebas

para Motores de Inducción Trifásico, es de vital importancia para el laboratorio de Maquinas Eléctricas. Ya que con el mismo los estudiantes de las carreras afines podrán realizar prácticas con el modulo didáctico logrando así complementar su educación en todos los niveles y desarrollar habilidades, destrezas en el manejo e identificación de parámetros eléctricos de los motores trifásicos.

La encuesta realizada a los estudiantes y docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi ratifica la hipótesis planteada al inicio de nuestra investigación y esta permite recoger la información necesaria para proceder a la elaboración del diseño y construcción del banco de pruebas para motores de inducción trifásico.

CAPÍTULO III

3.1 PROPUESTA FACTIBLE BANCO DE PRUEBAS PARA MOTORES TRIFÁSICOS

Diseño y construcción de un banco de pruebas para motores de inducción trifásico para el laboratorio de máquinas eléctricas de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

3.1.1 PRESENTACIÓN

El módulo didáctico se encuentra implementado con dispositivos eléctricos y de monitoreo que son utilizados en las industrias donde se requiere controlar y monitorear el funcionamiento correcto de cada uno de los procesos o líneas de producción ayudando al operario a diagnosticar o prevenir un posible fallo en el sistema.

La utilidad de nuevas tecnologías como es el análisis del funcionamiento de motores trifásicos, protocolos de comunicación, medidores de energía entre otros, son de vital importancia en la formación integral del futuro ingeniero ya que la demanda es tan exigente de las empresas de hoy en día requiriendo profesionales capaces de dar solución a problemas en el campo laboral.

El banco de pruebas para motores trifásicos permitirá a docentes y estudiantes de las Carreras Técnicas realizar prácticas de laboratorio donde se podrán conocer y monitorear en tiempo real los distintos parámetros de

funcionamiento de un motor de inducción trifásico, y a su vez mejorar sus conocimientos en el área de control y automatización.

Cabe destacar que la realización de distintas prácticas de laboratorio ayudara directamente a los estudiantes a mejorar su aprendizaje teórico-práctico e incentivar la investigación y el desarrollo de nuevos proyectos encaminados al mejoramiento continuo de la formación de ingenieros en la Universidad Técnica de Cotopaxi. La razón de realizar este proyecto es la utilización de las nuevas tecnologías y principalmente su introducción en el proceso de enseñanza haciendo que los estudiantes y docentes puedan dar a nuestro proyecto de tesis una utilidad principalmente practica, para un mejor aprendizaje, en el desarrollo de habilidades y destrezas mediante el entrenamiento con simuladores y módulos didácticos.

3.1.2 FACTIBILIDAD

La realización del proyecto de tesis fue factible gracias a la colaboración desinteresada de los docentes, autoridades y profesionales externos quienes nos supieron encaminar y guiar con sus conocimientos e ideas para la recopilación de información necesaria que luego de ser analizada nos ayudo en la elaboración y posterior ejecución del trabajo de investigación.

Cabe indicar que la disponibilidad de tiempo para la ejecución del proyecto fue trascendental en la realización del trabajo investigativo ya que se pudo dedicar enteramente a la ejecución del mismo.

Los recursos económicos fueron financiados enteramente por el grupo de investigadores para su elaboración y posterior construcción haciendo que este proyecto a ser implementado en la Universidad Técnica de Cotopaxi ayude a

complementar de una forma optima la utilización de los distintos laboratorios existentes que en lo posterior serán utilizados por parte de los diferentes estudiantes y docentes de las carreras de Ingeniería Eléctrica, Electromecánica e Industrial.

3.2 DESARROLLO DEL PROYECTO

Para la realización del proyecto planteado en la Universidad Técnica de Cotopaxi se tomo en cuenta la importancia de poder complementar los conocimientos de los futuros profesionales de las carreras técnicas en el área de maquinas eléctricas, logrando de esta forma que tanto docenes como estudiantes puedan adquirir mayor conocimiento en la realización de distintas practicas.

A continuación se detallan los pasos y procedimientos que se realizaron para el **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA MOTORES DE INDUCCIÓN TRIFÁSICO PARA EL LABORATORIO DE MAQUINAS ELÉCTRICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”**

3.2.1 SELECCIÓN DE ELEMENTOS

MOTOR TRIFÁSICO

En la elección del motor se tomaron aspectos y datos técnicos de funcionamiento muy indispensables que a continuación se detallan:

- Tensión (220-440 Vac)

- Corriente nominal del motor.
- Potencia en Hp.
- El tipo de conexiones.
- Factor de servicio.

TESYS T LTM R MODBUS CONTROLADOR DE GESTIÓN DE MOTORES

Los aspectos técnicos que se tomaron en cuenta para la adquisición del equipo fueron las variables eléctricas que proporciona y los protocolos de comunicación disponibles. Las características y ventajas más principales que ofrece el medidor son las que a continuación se detallan:

Transformadores de corriente interna que nos proporciona

- L 1: corriente fase 1
- L 2: corriente fase 2
- L 3: corriente fase 3
-

Funciones de medición y protección

- Contadores de fallos y advertencias.
- Fallos de supervisión de sistemas y dispositivos.
- Estado de funcionamiento del sistema.
- Protección de corriente del motor.
- Protección de alimentación y tensión del motor.

Funciones de control

- Modos de funcionamiento.

- Gestión de fallos.

Protocolos de comunicación

- Modbus.
- Etherthnet
- Profibus.

MÓDULO DE EXPANSIÓN LTM E

Su funcionalidad principal es la de supervisión de tensión proporcionándonos valores tales como:

- Tensión línea a línea
- Factor de potencia
- Potencia activa
- Potencia reactiva

CABLE CONECTOR DE RED RJ45

Su principal finalidad es el conexión lado a lado entre el LTM R y LTM E con una longitud aproximada de 0,04 m (1.57 in.).

CONVERTIDOR TSX CUSB485

Utilizado para realizar la conversión de señales serie a través de una conexión USB en señales RS485 y permite la conexión entre la PC y en controlador.

DISYUNTORES TRIFÁSICOS Y MONOFÁSICOS

Los aspectos principales para su elección fueron:

- El valor de potencia de consumo del motor.
- El tipo de tensión de servicio
- El poder de corte.

FUSIBLES TIPO GG

Utilizados para la protección de los equipos eléctricos ante eventuales variaciones de corriente, sus características de elección fueron:

- Consumo de potencia del controlador LTMR
- El poder de corte.
- Ambiente físico de trabajo.

CONTACTORES

Los aspectos más importantes para su elección fueron:

- Tensión a aplicar a la bobina (127-220 VAC)
- Corriente máxima de trabajo.
- Potencia a soportar durante el funcionamiento.

PULSANTES DE PARADA Y MARCHA

Son los encargados de abrir o cerrar el circuito a controlar, para este caso se opto por la adquisición de pulsantes de parada y marcha que para su

adquisición se tomaron en cuenta la capacidad de cierre y apertura con la tensión de servicio.

LUCES PILOTO

Utilizados para visualizar el estado de funcionamiento o parada de emergencia de un motor o proceso, para su elección se tomo en cuenta lo siguiente:

- Tensión a aplicar al dispositivo (120-220 V ac)

3.2.2 DISEÑO DEL MÓDULO

El banco de pruebas para motores trifásicos se lo elaboro de tal forma que constituye un módulo didáctico para el laboratorio de máquinas eléctricas además posee diversas utilidades, entre las principales se puede destacar el manejo local del motor trifásico de inducción y la visualización gráfica del comportamiento del mismo en el estado de arranque.

También se cuenta con una interfaz hombre máquina la misma que está desarrollada en el ordenador con la utilidad del programar grafico labview, que facilita la utilización del módulo y visualización de las diferentes variables eléctricas de funcionamiento de un motor trifásico de inducción.

Las consideraciones técnicas de todos los elementos que componen el banco de pruebas están relacionadas a los siguientes aspectos:

- Tensión de alimentación.
- Valores de corriente máxima.
- Potencia de consumo.
- Equipo de medición.
- Sensibilidad.
- Comunicación.
- Protección.
- Maniobrabilidad.
- Diseño para futuras complementaciones.
- Disponibilidad de accesorios para reemplazo.
- Portabilidad.

Con los aspectos mencionados anteriormente partimos en la ejecución de nuestro proyecto iniciando desde la tensión que es necesaria para la alimentación la cual fue establecida en 127-220Vac la que alimenta a los siguientes elementos:

MEDIDOR DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS.

Se considero los siguientes parámetros eléctricos a obtener:

- Estableciendo un rango probable para medir intensidad de corriente en un valor mínimo de 1 a 27 amperios como máximo.
- Las tensiones a medir requeridas se establecieron de 0 a 440 Vac, considerando la tensión en una red trifásica de trabajo a 220 Vac como un valor máximo.
- Potencias a medir (Activa, Reactiva, Aparente).

- Alimentación del medidor 127-220Vac para cualquiera de las dos opciones.

MOTOR TRIFÁSICO.

La maquina eléctrica a ser monitoreada tuvo que cumplir las condiciones siguientes:

- Tensión de alimentación 220-440 Vac
- Conexión (Estrella-Triangulo)
- Corriente nominal para las dos tensiones de servicio (establecida en los datos de placa del motor) no superior a lo establecido por el medidor de parámetros eléctricos.
- La potencia de consumo que para los fines pertinentes se considero en 1 HP (0.746 Kw) y que varían acorde al motor.
- Factor de potencia (no superior a lo recomendado por fabricantes).
- IP (Grado de protección del motor determinado acorde al ambiente en que trabajara el mismo).

APARATOS DE MANIOBRA ELECTRICA

Contactores.- Los mismos que se establecieron en base a la potencia del motor y la corriente nominal, siendo el voltaje de la bobina 220 Vac y 11 Amp.

Disyuntores monofásico y trifásico.- Establecidos de acuerdo a los elementos sobre los cuales ejercerán protección, con valores de C6 amperios para el caso del motor de trifásico el mismo que se considero fundamentándose de acuerdo al tipo

de arranque a emplearse en la puesta en marcha. De igual manera la para la protección del medidor de parámetros eléctricos se escogió un disyuntor monofásico C4 amperios en concordancia con las especificaciones técnicas y recomendaciones del fabricante. Además se incluyo protecciones adicionales como son fusibles tipo Gg por fase tanto en red trifásica y monofásica con una sensibilidad mayor para mejorar sustancialmente la protección de quien manipula el modulo y sus componentes.

COMUNICACIÓN

Los requerimientos técnicos que surgieron para el diseño en la parte destinada a obtener las variables eléctricas de funcionamiento del motor de inducción trifásico y presentación visual en tiempo real se enmarcaron de acuerdo a lo siguiente:

- Velocidad en la transferencia de datos (19200 baudios) requerida.
- Protocolo de comunicación de acuerdo al medidor en forma abierta (entre estos Modbus, Profibus, Ethernet y afines).
- Software compatible para diversos protocolos de comunicación, siendo Labview la mejor opción representando los datos a adquirir en una mejor comprensión.
- Sensibilidad del medidor de parámetros eléctricos establecida para mediciones con un rango del +/- 3 % en posibles errores.
- Facilidad en la creación de tramas para la adquisición de datos y posterior visualización grafica correspondiente al software utilizado.

MANIOBRABILIDAD

En lo referente a esta característica, el banco de pruebas tendría que prestar un fácil acceso con la visualización correcta en cada uno de sus componentes y manipulación de ellos, siendo parte fundamental en su tamaño y ensamblaje de manera que no presente riesgos de cualquier tipo en su uso o traslado.

Finalmente las características técnicas requeridas en cuando a los elementos que componen el modulo están fundamentadas en cada uno de los elementos que se necesitaron para dar forma al banco de pruebas para motores trifásicos. Los mismos que al ser adquiridos presentaron una serie de consideraciones en su uso y empleo, además el diseño propio de la totalidad del modulo se fue ajustando durante su ensamblaje para mantener parámetros de seguridad y condiciones técnicas de manipulación para el que está destinado.

En cuanto a la realización de las distintas practicas el módulo cuenta con aparatos de maniobra eléctrica muy utilizados actualmente, los mismos que se encuentran correctamente distribuidos de tal forma que el estudiante no tenga ningún grado de dificultad en la identificación o conexión de los distintos dispositivos ya que existe la simbología normalizada y adecuada para cada uno de los equipos los cuales podrán ser removidos o cambiados si fuera el caso de que se quemara uno de ellos ya que el módulo cuenta con rieles dim las mismas que permiten que los aparatos puedan ser removidos con facilidad.

Además en la construcción de la mesa de nuestro banco de pruebas se opto por utilizar perfil de hierro de una pulgada con la finalidad de darle soporte y estabilidad al módulo. Para la ubicación de los distintos aparatos de maniobra y control industrial utilizamos una lámina acrílica color blanco de 3 mm de espesor en la cual ubicamos los distintos equipos sujetos a un riel dim. Cada uno de los

terminales de los diferentes equipos fueron perforados y ubicados con una distancia adecuada entre cada uno. Posteriormente ubicamos los plups hembras que se encuentran en cada una de las perforaciones que realizamos en la lámina acrílica.

3.2.3 ELECCIÓN DEL PROGRAMA MÁS IDÓNEO PARA LA ADQUISICIÓN DE DATOS

Analizando las características necesitadas en este proyecto, se decidió utilizar el programa de la National Instruments Labview 8.6 para la elaboración de la Interfaz hombre-máquina la cual realizara la comunicación con el medidor LMTR.

SOFTWARE LABVIEW

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) es un lenguaje de programación gráfico para el diseño de sistemas de adquisición y monitoreo de datos, instrumentación y control. La programación gráfica se basa en la realización de operaciones mediante la asignación de iconos que representen los datos numéricos e iconos que representan los procedimientos que deben realizar los (VI's), con estos iconos y mediante una conexión simple como lo es una línea recta se enlazan para determinar una operación y/o la realización de una función.

APLICACIONES DE LABVIEW

Labview tiene su mayor aplicación en sistemas de medición, y monitoreo de procesos y aplicaciones de control, un ejemplo de esto pueden ser los sistemas

de monitoreo en procesos de producción o líneas de producción existentes en las diferentes industrias, laboratorios virtuales implementados en universidades, procesos de control industrial entre otros.

3.2.4 ADQUISICIÓN DE DATOS

Esta tarea permite realizar la comunicación serial con el medidor (master-esclavo) para adquirir los datos, almacenar la información que se obtuvo y, consiguientemente mostrar los datos recibidos en la pantalla. Los datos que se muestran son únicamente del medidor leído, por consiguiente obtendremos variables como las siguientes:

- Voltajes de Línea
- Corrientes de Línea
- Factor de Potencia
- Potencia Activa
- Potencia Aparente
- Frecuencia

Con la adquisición de datos se puede diseñar el programa de forma gráfica, se hace visible una programación orientada al flujo de datos, donde se tiene una interpretación de los datos también de forma gráfica, por ejemplo un dato booleano se caracteriza por ser una conexión verde, cada tipo de dato se identifica con un color diferente dentro de Labview; también es necesario tener en cuenta que cuando se realiza una conexión a un VI esta conexión se identifica por un tipo de dato específico, que debe coincidir con el tipo de dato de la entrada del VI (aunque esto no necesariamente es cierto ya que puede haber varios tipos de datos conectados de VI a VI, además de que un arreglo de datos ``cluster`` puede

albergar varios tipo de variables) permitiendo una concordancia en el flujo de datos; no siempre el tipo de dato de la entrada del VI es el mismo que el de la salida, pero sin embargo para la mayoría de los casos si se cumple. El flujo de datos va de izquierda a derecha en el panel de programación y está determinado por las operaciones o funciones que procesan los datos. Es fácil observar en el panel de programación como se computan los datos en cada parte del programa cuando se realiza una ejecución del programa paso a paso.

3.2.5 DISEÑO DE SIMBOLOGÍA DE CONTROL

Para la identificación de los equipos y su respectivo control se lo realizó en un centro de diseño grafico y gracias a la ayuda tecnológica del software CoreldDaw se realizo el diseño de cada uno de las simbologías respectivas que luego fueron impresas con calidad laser en un material especial que presta las garantías de una durabilidad prolongada.

3.2.3 CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO

Para la construcción del banco de pruebas para motores de inducción trifásico se realizaron los pasos y procedimientos que a continuación se detallan

2.3.1 ROTULACIÓN EN LA LÁMINA ACRÍLICA

Luego que se cuenta con la mesa y su respectivo soporte se procedió a rotular la lamina acrílica en cuadrículas de 2 cm que posteriormente nos ayudó para la ubicación y perforación adecuada de todos los equipos y elementos de nuestro módulo como se muestra en la figura 29.

FIGURA 29 ROTULACIÓN EN LÁMINA ACRÍLICA.



Elaborado por: Grupo investigador

3.2.3.2 UBICACIÓN TEMPORAL DE EQUIPOS

Posteriormente se procedió a ubicar los elementos de la mejor manera con la finalidad de optimizar los espacios y evitar posibles errores como se indica en la figura 30.

FIGURA 30 UBICACIÓN TEMPORAL DE EQUIPOS



Elaborado por: Grupo investigador

3.2.3.3 PERFORACIÓN DE LÁMINA ACRÍLICA

Luego se procedió a perforar el acrílico para la sujeción de luces piloto y pulsantes de paro y marcha como indicamos en la figura 31.

FIGURA 31 PERFORACIÓN DE LÁMINA ACRÍLICA



Elaborado por: Grupo investigador

3.2.3.4 SUJECIÓN DE RIEL DIM AL ACRÍLICO (VER FIGURA 32)

FIGURA 32 SUJECIÓN DE RIEL

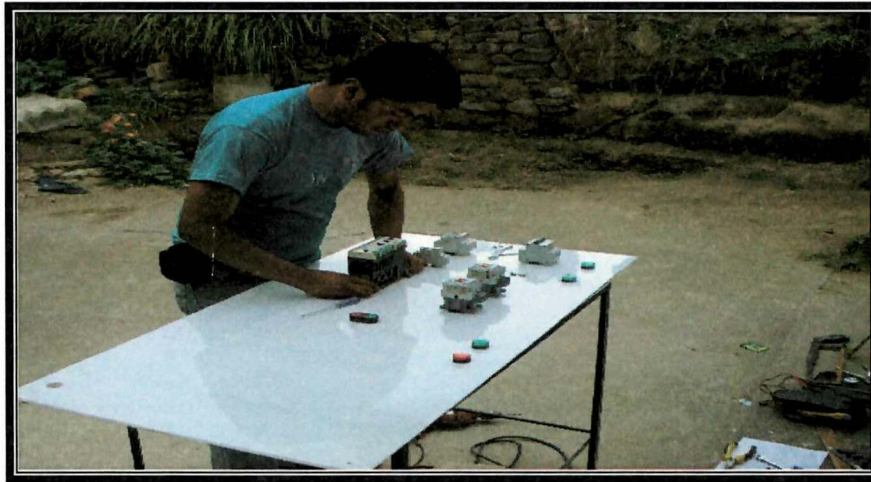


Elaborado por: Grupo investigador

3.2.3.5 UBICACIÓN TEMPORAL DE LOS EQUIPOS

Luego de perforar y sujetar el riel al acrílico se procedió a ubicar los equipos y dispositivos temporalmente a razón de distribuirlos de la mejor forma como se puede apreciar en la figura 33.

FIGURA 33 UBICACIÓN TEMPORAL DE EQUIPOS



Elaborado por: Grupo investigador

3.2.3.6 PERFORACIÓN Y UBICACIÓN DE PLUPS (VER FIGURA 34)

FIGURA 34 PERFORACIÓN Y UBICACIÓN DE PLUPS



Elaborado por: Grupo investigador

3.2.3.7 COLOCACIÓN DE PLUPS (VER FIGURA 35)

FIGURA 35 COLOCACIÓN DE PLUPS



Elaborado por: Grupo investigador

3.2.3.8 PERFORACIÓN DE BAJANTES PARA LOS TERMINALES DE LOS DIFERENTES EQUIPOS (VER FIGURA 36)

FIGURA 36 PERFORACIÓN DE BAJANTES

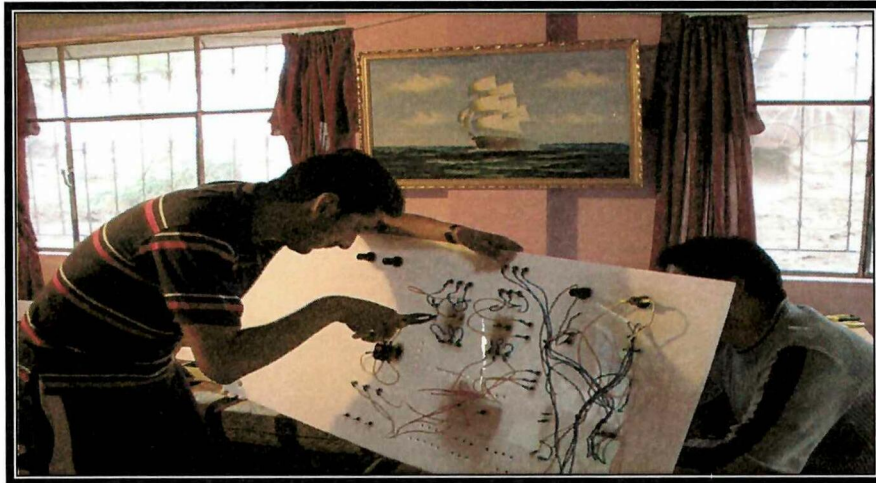


Elaborado por: Grupo investigador

3.2.3.9 CONEXIONES INTERNAS Y PUENTES ENTRE EQUIPOS

Luego de realizar la colocación de plups y las bajantes de los equipos se procedió a la conexión interna de los mismos realizando puentes para una conexión didáctica exterior por parte de los estudiantes como se muestra en la figura 37.

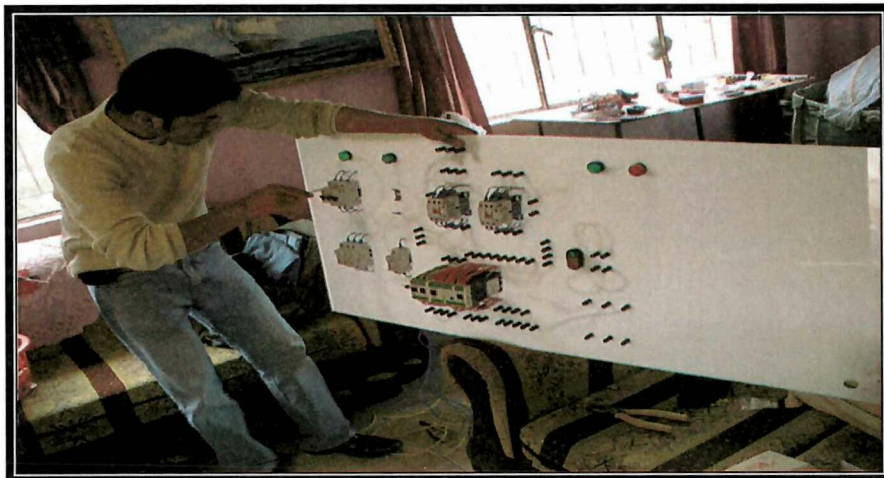
FIGURA 37 CONEXIONES INTERNAS Y PUENTES ENTRE EQUIPOS



Elaborado por: Grupo investigador

3.2.4 REVISIÓN Y AJUSTE DE TERMINALES EXTERNOS DE LOS EQUIPOS (VER FIGURA 38)

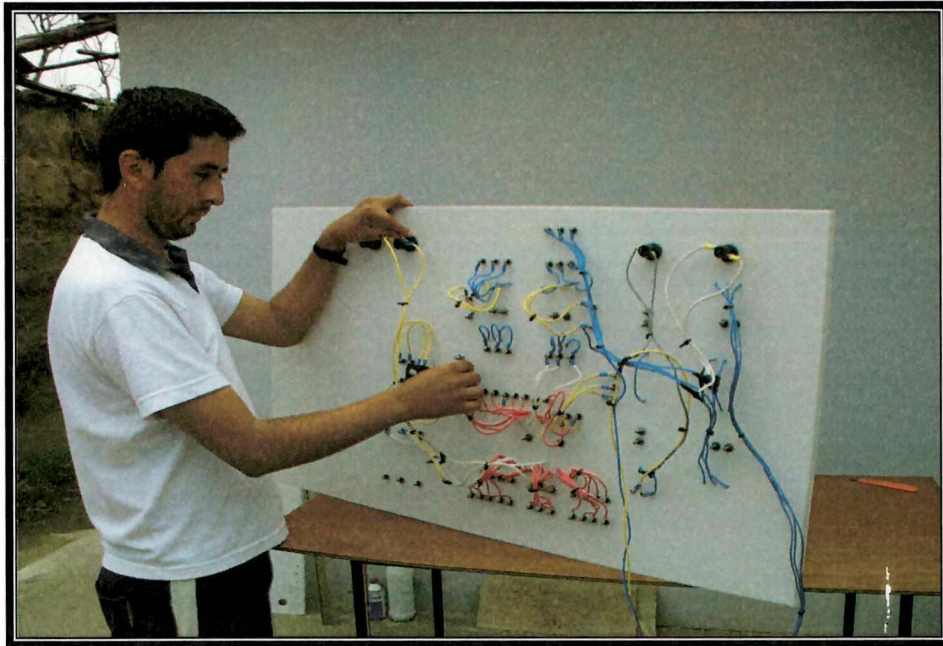
FIGURA 38 REVISIÓN Y AJUSTE DE TERMINALES



Elaborado por: Grupo investigador

3.2.4.1 REVISIÓN DE CABLEADO INTERNO (VER FIGURA 39)

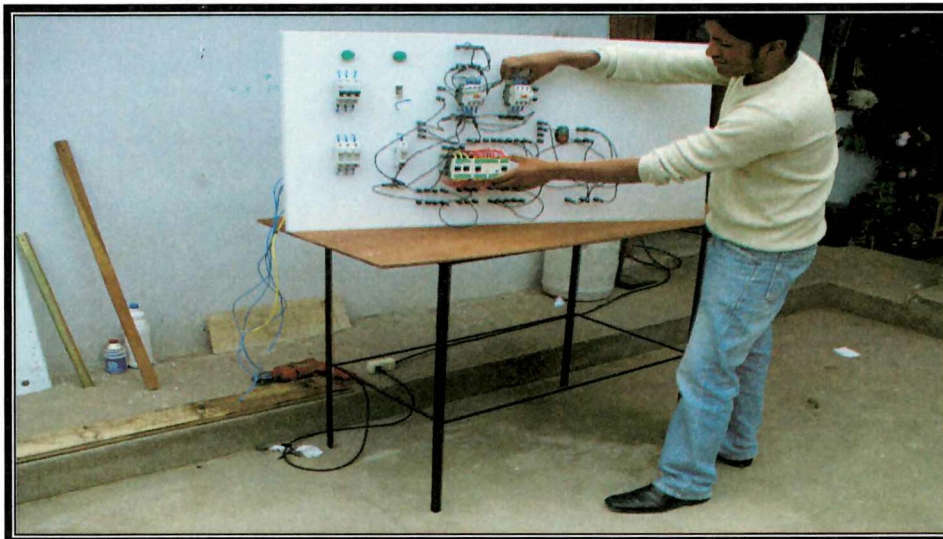
FIGURA 39 REVISIÓN DE CABLEADO INTERNO



Elaborado por: Grupo investigador

3.2.4.2 REVISIÓN DE EQUIPOS Y CABLEADO EXTERIOR (VER FIGURA 40)

FIGURA 40 REVISIÓN DE EQUIPOS Y CABLEADO EXTERIOR

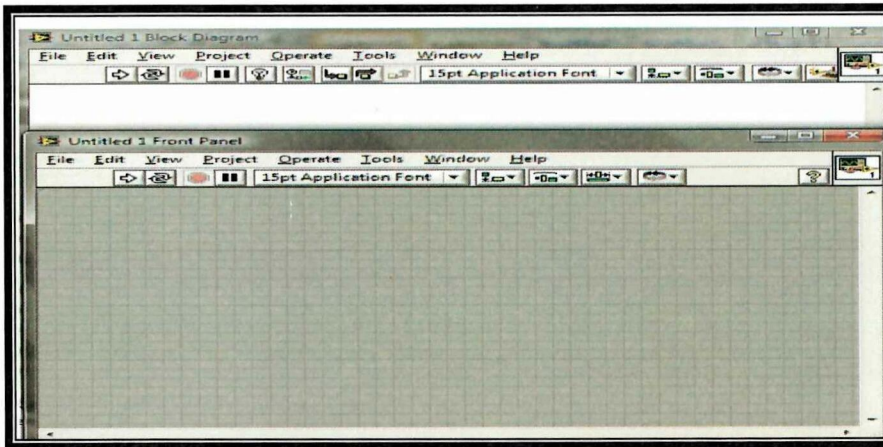


Elaborado por: Grupo investigador

3.2.5 DESARROLLO DEL SOFTWARE

Ingresamos al programa LABVIEW 8.6 en donde creamos un VI, posteriormente a partir del mismo empesamos seleccionando las herramientas necesarias para comenzar la programacion como se muestra acontinuacion en la figura 41.

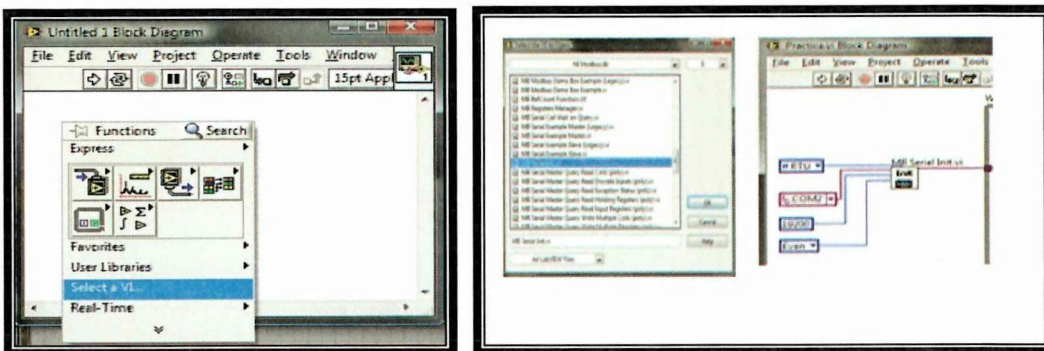
FIGURA 41 DESARROLLO DEL SOFWARE LABVIEW



Elaborado por: Grupo investigador

Para cada VI de programacion seleccionamos los comandos requeridos en donde especificamos el protocolo de comunicaci3n que para nuestro caso es el modo de comunicaci3n RTU, el puerto de comunicaci3n a establecer es COM 2, la velocidad de transferencia de datos especificado el 19200 baudios y el numero de paridad designado como EVEN como indica la figura 42.

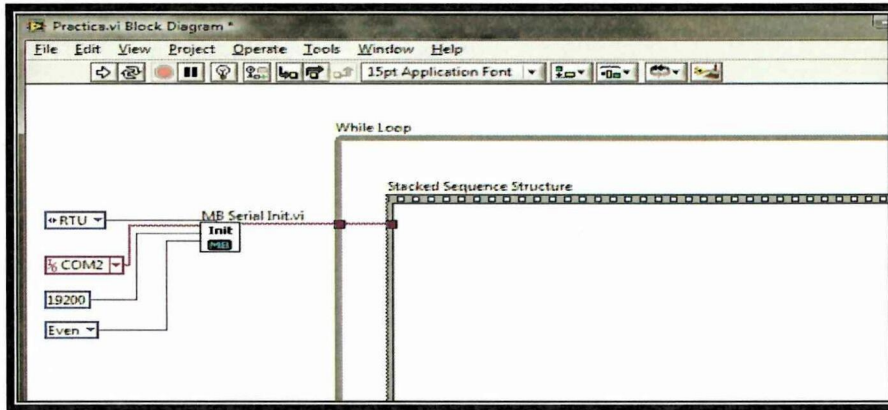
FIGURA 42 DESARROLLO DEL SOFWARE LABVIEW



Elaborado por: Grupo investigador

A continuacion creamos un while loop como base para la apertura de estructuras que iran en forma de capas apiladamente para facilitar el trabajo en cada una de ellas que a continuacion se detalla en la figura 43.

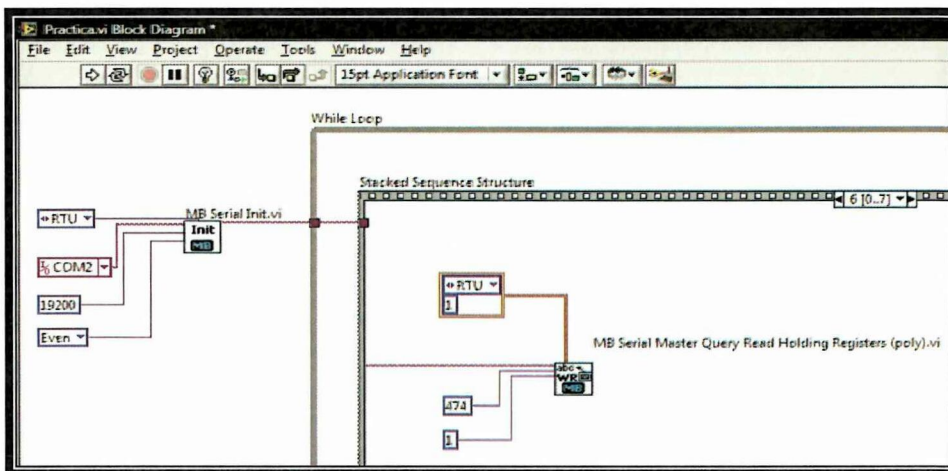
FIGURA 43 CREACIÓN DE UN WHILE LOOP



Elaborado por: Grupo investigador

Luego seleccionaremos la herramienta MB SERIAL MASTER QUERY REAL HOLDING REGISTERS (POLY).VI, en donde seleccionamos el modo de transmision (RTU), asigamos la direccion correspondiente a leer y especificamos a partir de una cantidad determinada la trama para la obtencion de los datos, cabe indicar que este procedimiento es el mismo para todas las estructuras a realizar. (ver procedimiento en la figura 44).

FIGURA 44 CREACIÓN DE UN WHILE LOOP

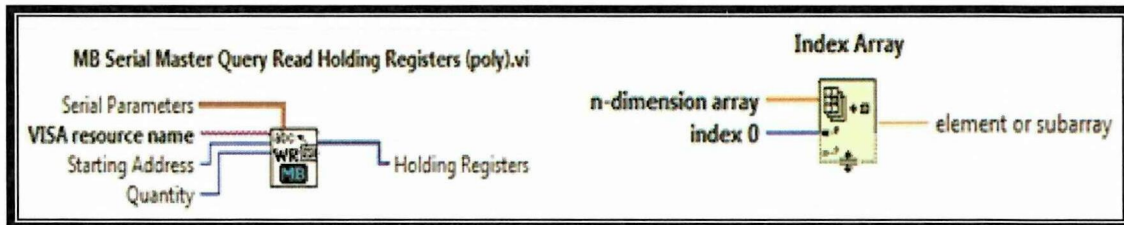


Elaborado por: Grupo investigador

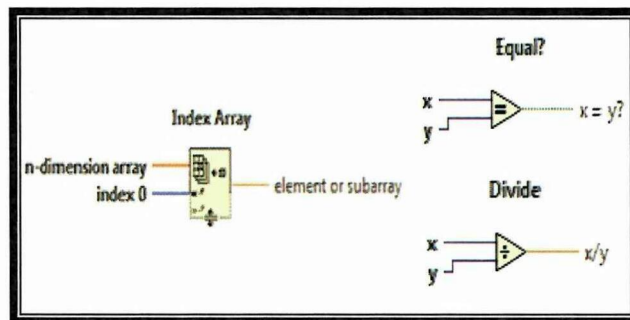
Finalmente seleccionamos herramientas pertinentes segun sea el caso para estructurar las diferentes variables a monitorear en tiempo real. (ver figura 45).

FIGURA 45 SELECCIÓN DE FUNCIONES

(Index array)



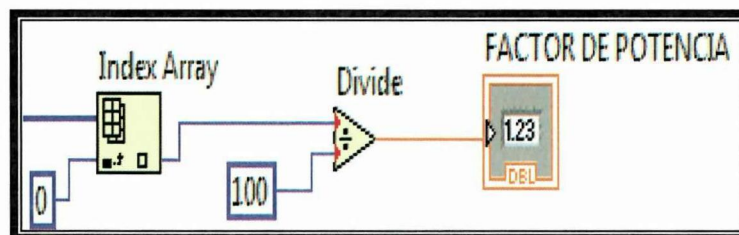
Funciones booleanas



Elaborado por: Grupo investigador

Acorde con la variable o parámetro eléctrico monitoreado en base a su descripción en la dirección asignada utilizamos cualquiera de las dos funciones (comparación o división) y realizamos la operación matemática en la función con un valor numérico determinado. Posteriormente terminamos el enlace con un indicador o constante como se muestra en la figura 46.

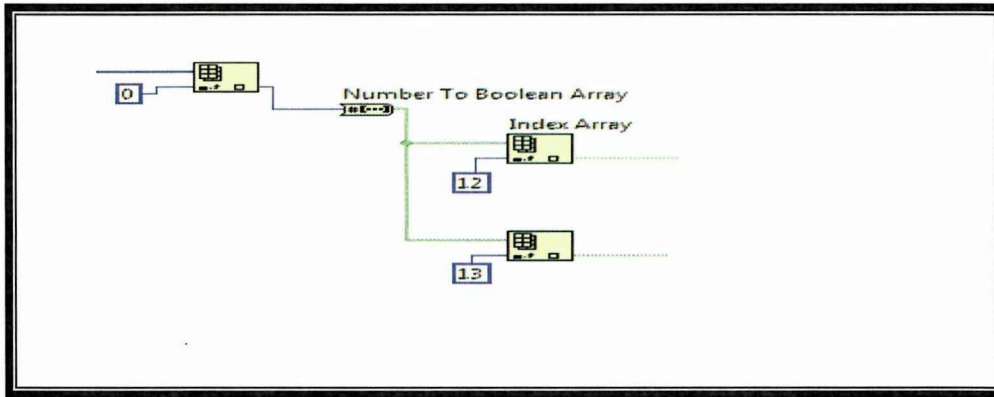
FIGURA 46 SELECCIÓN DE FUNCIONES



Elaborado por: Grupo investigador

Finalmente realizamos los respectivos enlaces en estructuras existentes para cada uno de ellos, cabe anotar que se utilizó la función **number to boolean array** desigandada para la conversión de número a booleano (Ver figura 47).

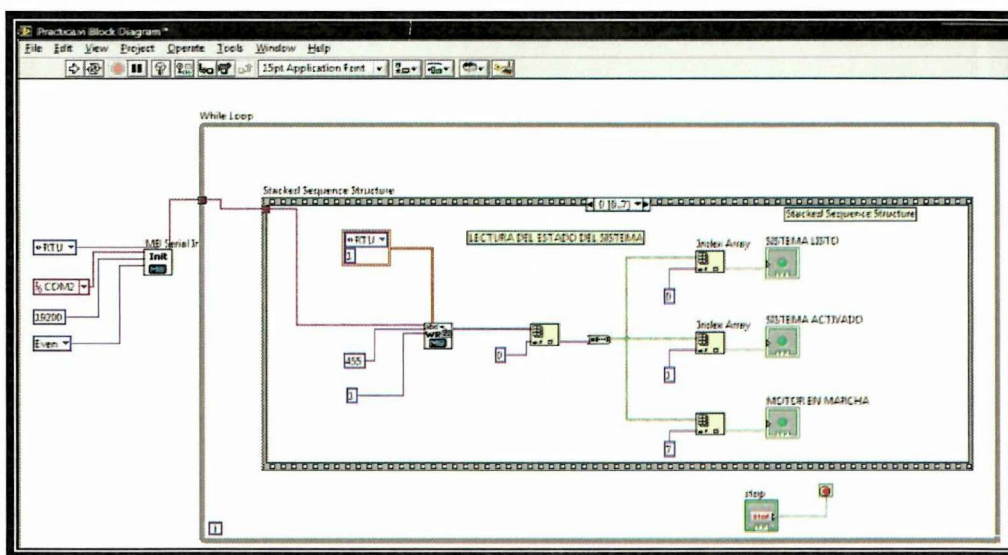
FIGURA 47 FUNCIÓN NUMBER TO BOOLEAN



Elaborado por: Grupo investigador

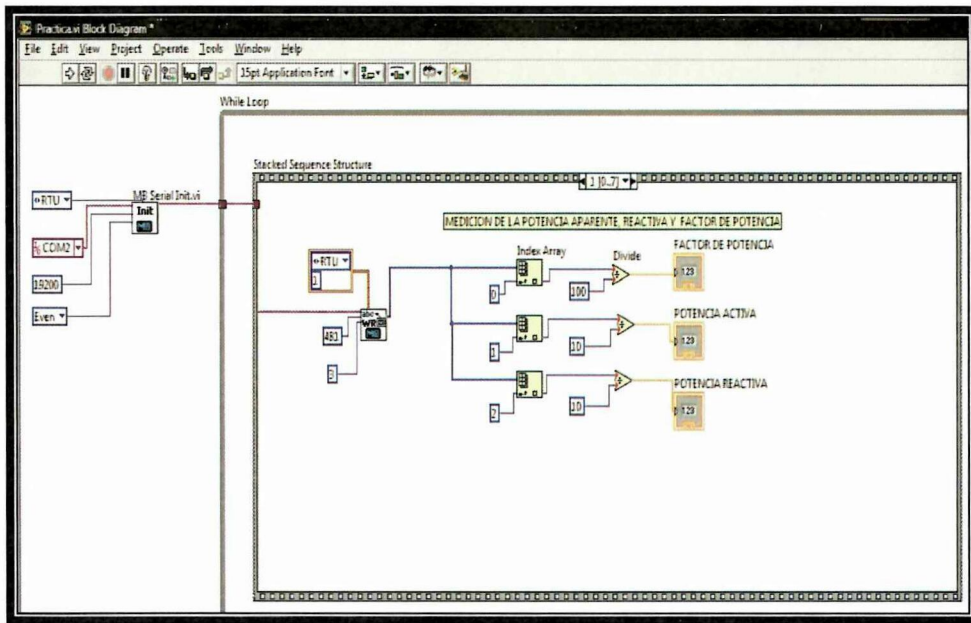
Acontinuacion en las siguientes figuras podemos apreciar los VI estructurados acorde a los parámetros y variables eléctricas a monitorear.

FIGURA 48 LECTURA DEL ESTADO DEL SISTEMA



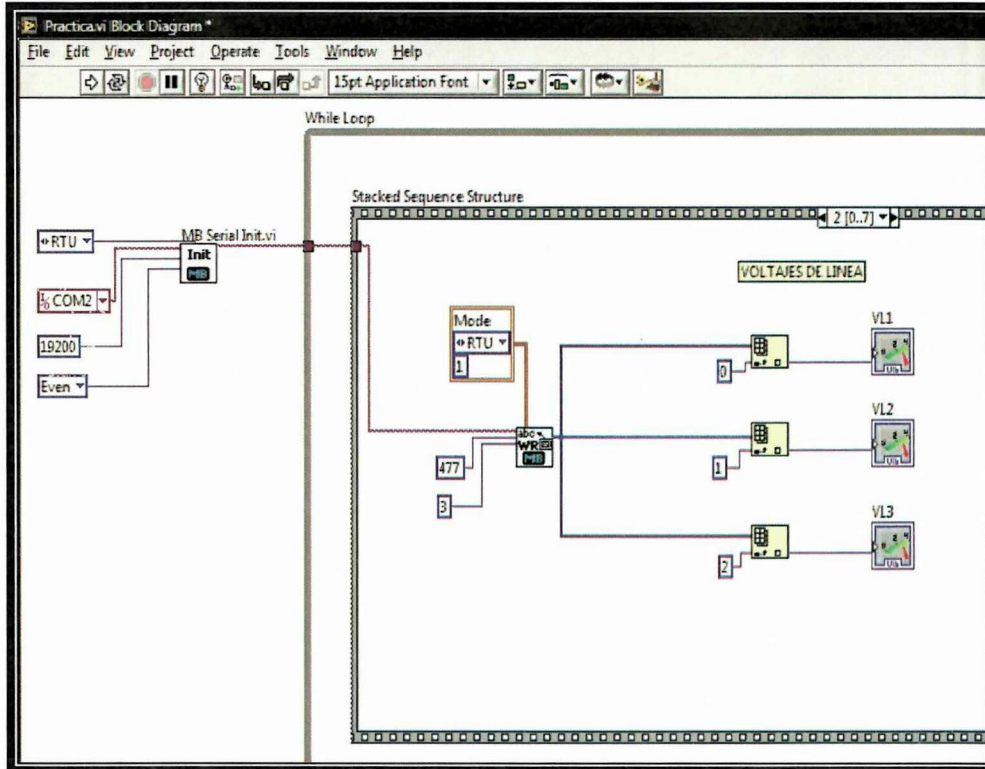
Elaborado por: Grupo investigador

FIGURA 49 MEDICIÓN DE POTENCIAS



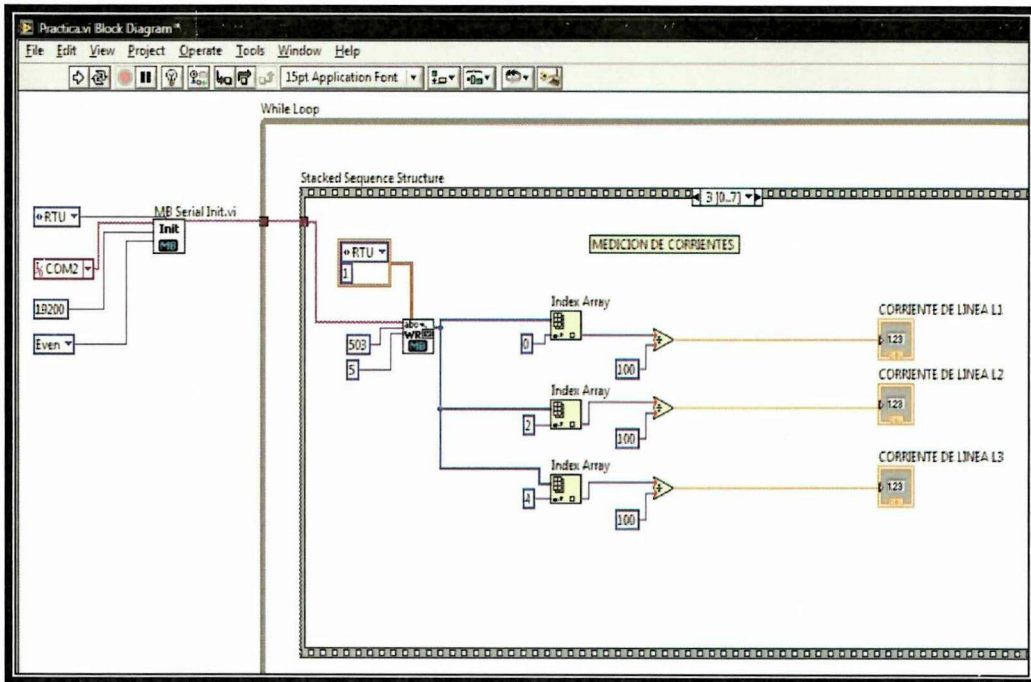
Elaborado por: Grupo investigador

FIGURA 50 MEDICIÓN DE VOLTAJES



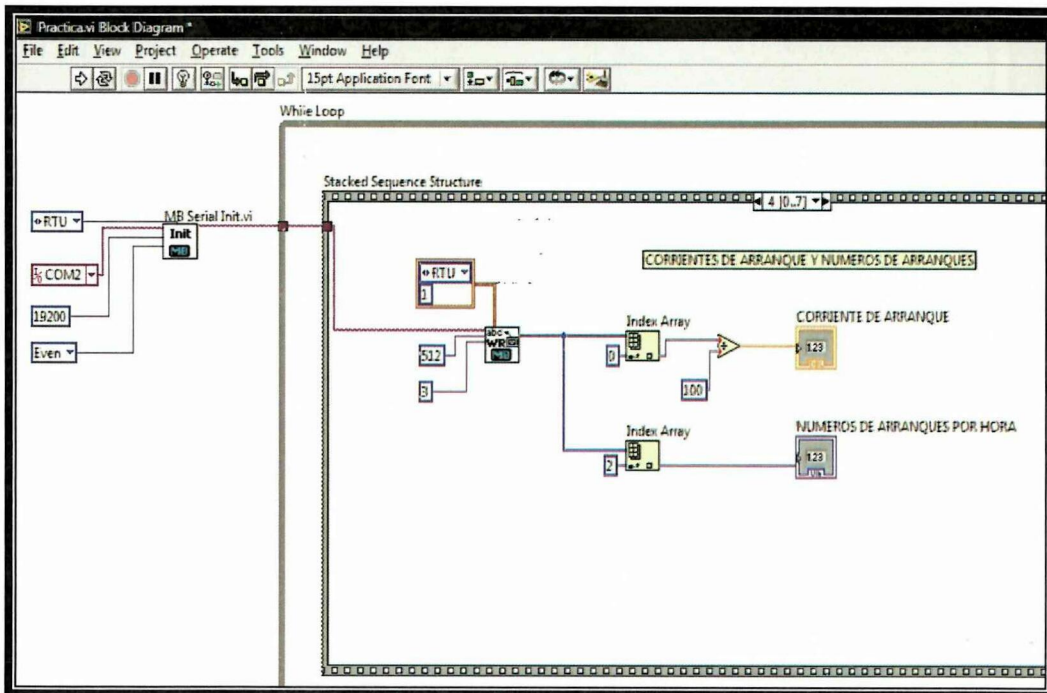
Elaborado por: Grupo investigador

FIGURA 51 MEDICIÓN DE CORRIENTES



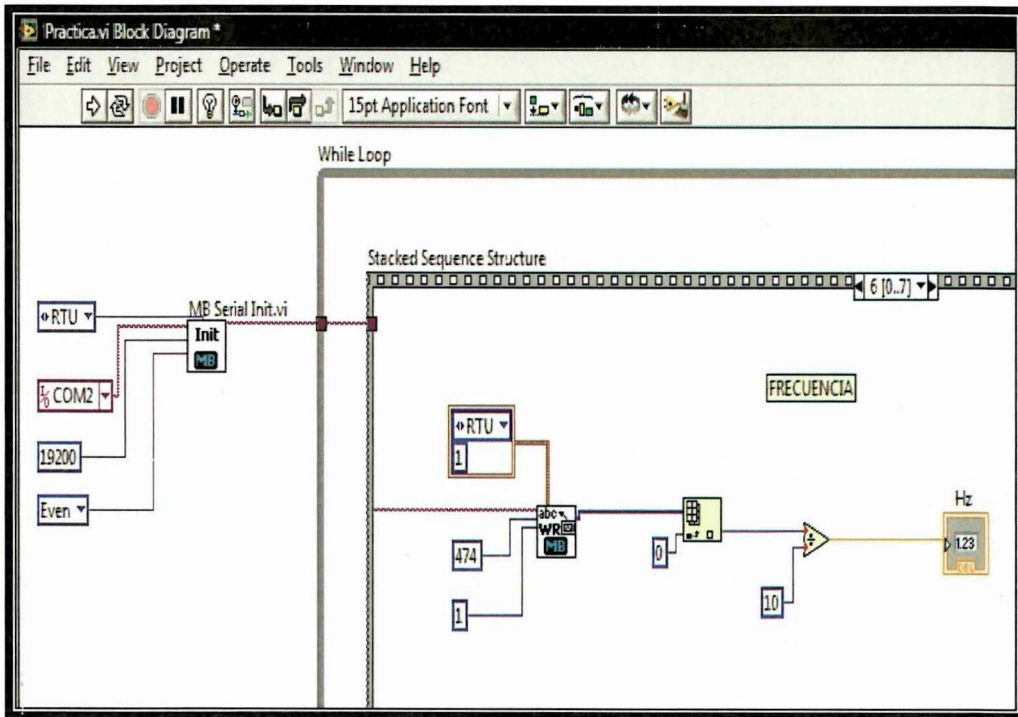
Elaborado por: Grupo investigador

FIGURA 52 CORRIENTE DE ARRANQUE Y NÚMEROS DE ARRANQUES POR HORA



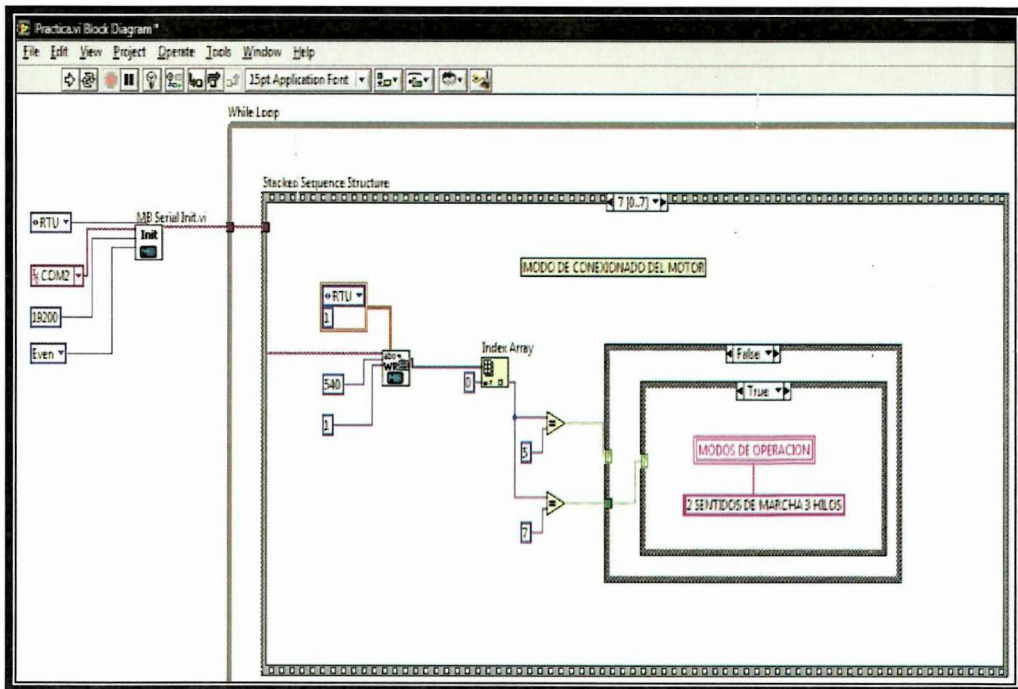
Elaborado por: Grupo investigador

FIGURA 53 FRECUENCIA



Elaborado por: Grupo investigador

FIGURA 54 MODO DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR

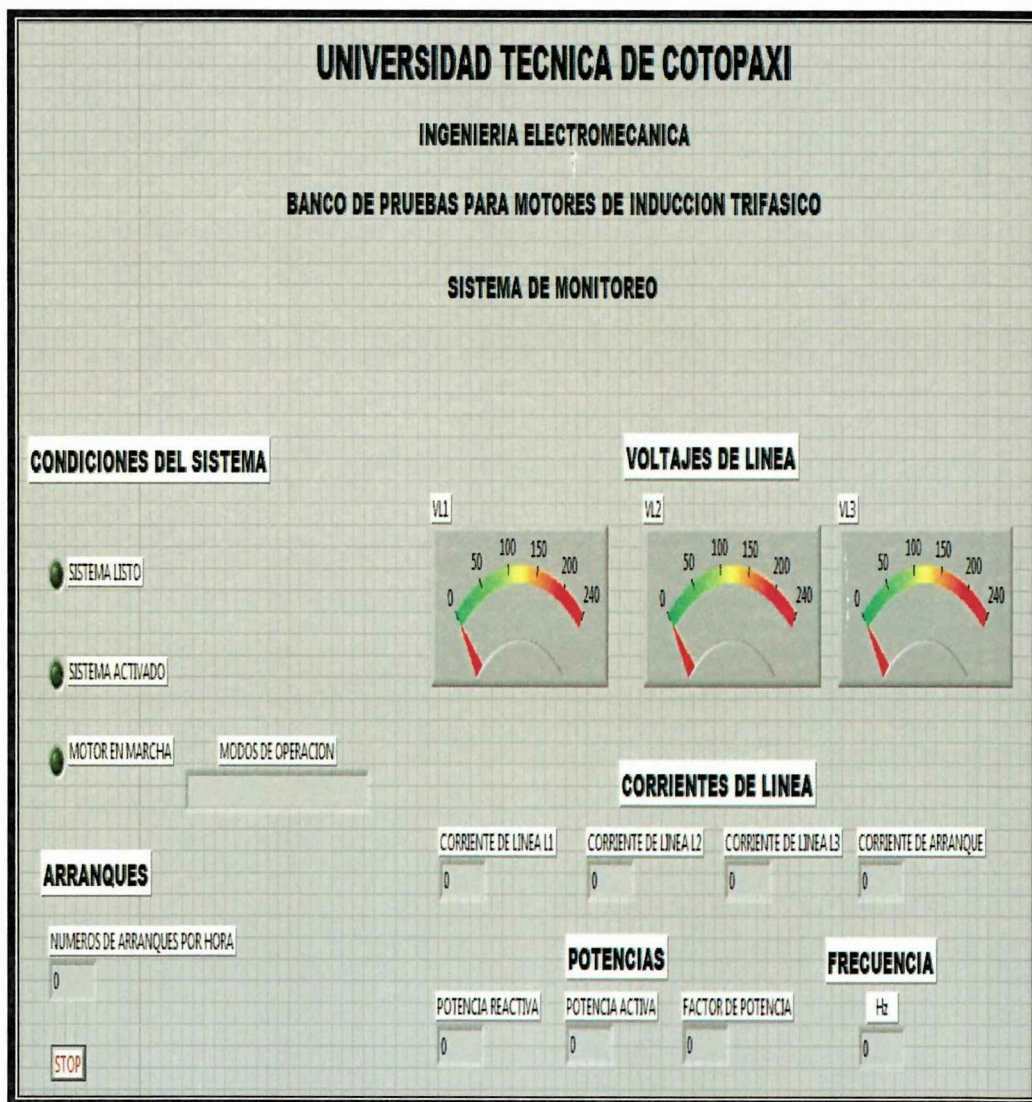


Elaborado por: Grupo investigador

Nota: Las direcciones a establecer para cada una de las tramas pueden ser encontradas en el anexo referente a las direcciones de comunicación.

Con todos los Vis estructurados de tal forma que contengan todas las variables a monitorear tendremos un HIM en donde podremos apreciar todas los parámetros eléctricos en tiempo real como se muestra a continuación en la figura 55.

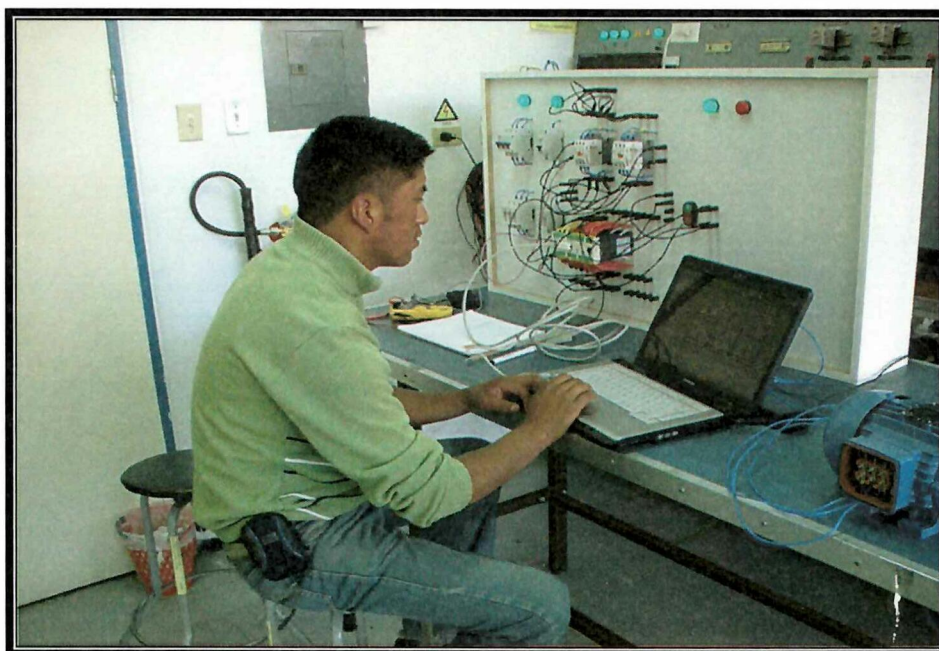
FIGURA 55 MONITOREO FINAL DE LAS VARIABLES DEL MOTOR



Elaborado por: Grupo investigador

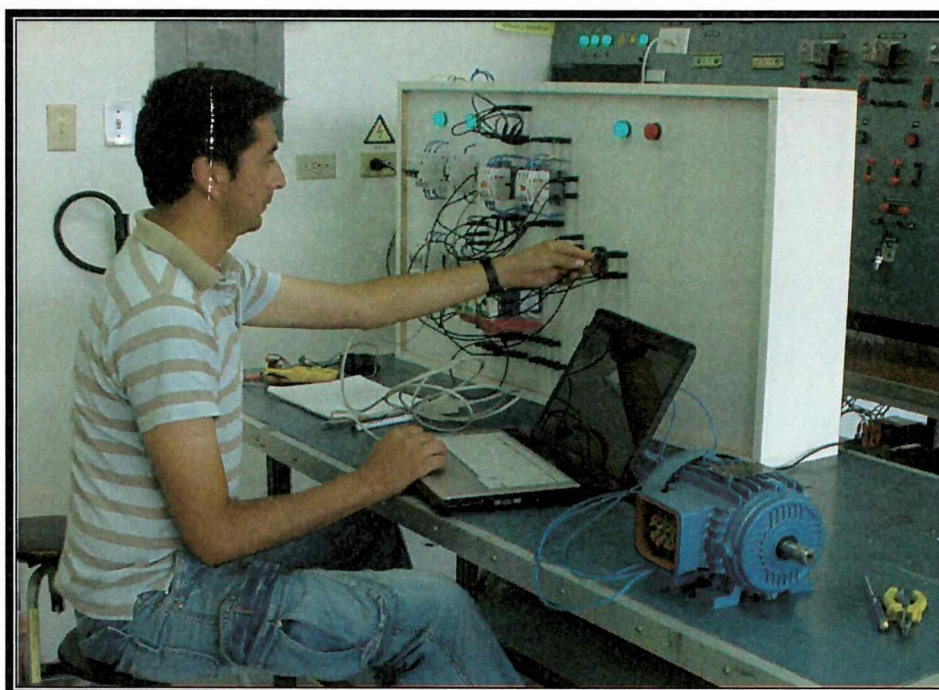
3.2.6 PRUEBAS EFECTUADAS EN EL MÓDULO

FIGURA 56 ESTABLECIENDO CONEXIÓN ENTRE MODULO LMTR Y PC



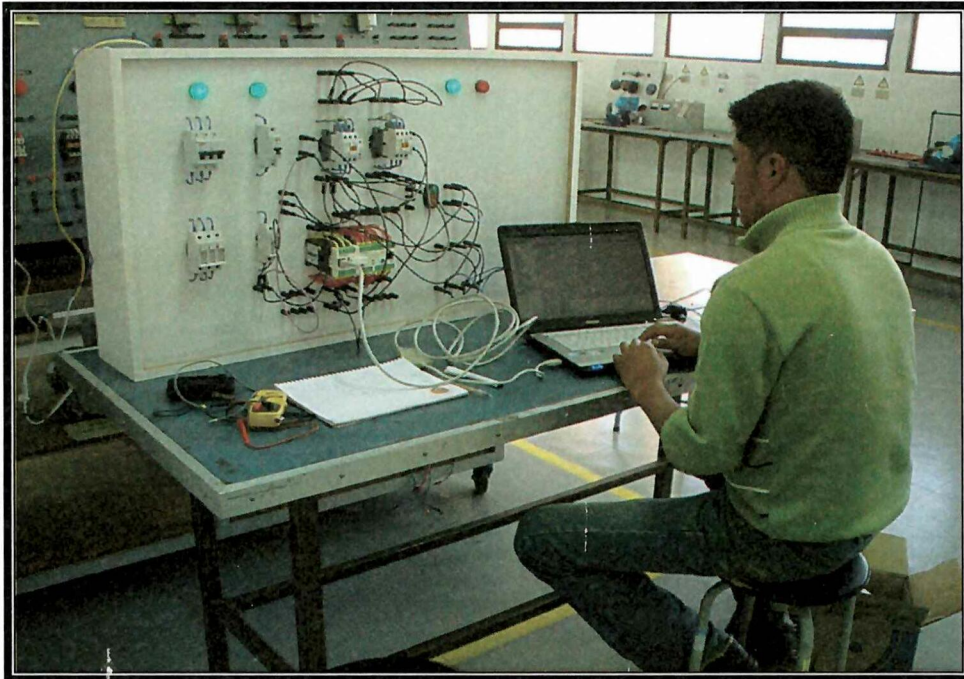
Elaborado por: Grupo investigador

FIGURA 57 PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DEL MODULO



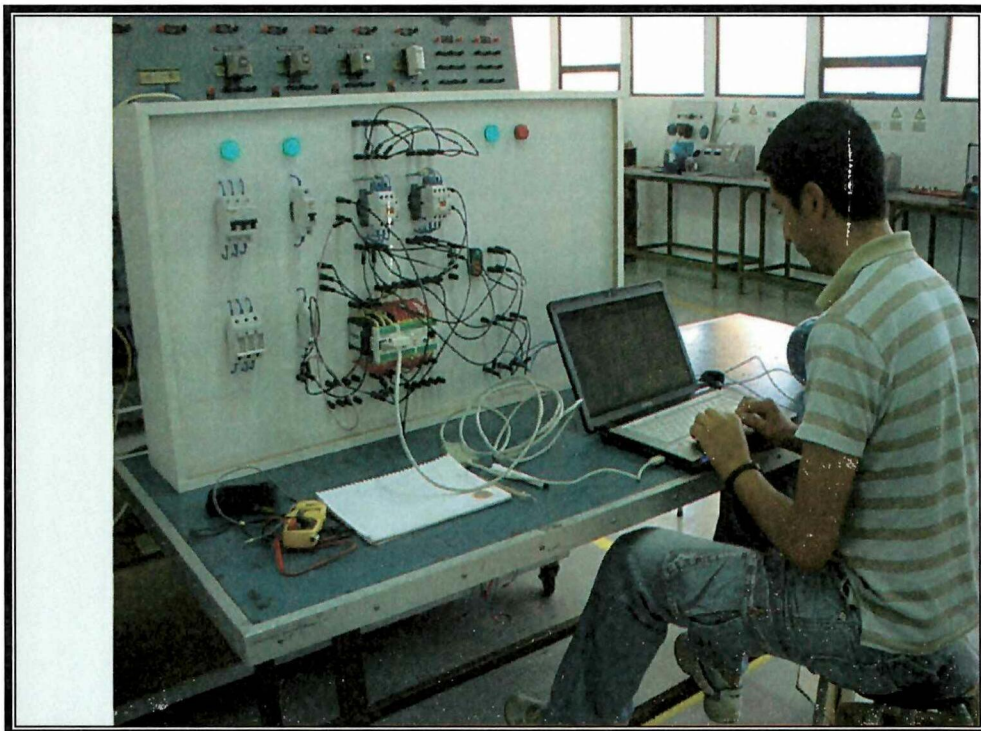
Elaborado por: Grupo investigador

FIGURA 58 CONFIGURACIÓN DEL SOFTWARE PARA LA ADQUISICIÓN DE DATOS



Elaborado por: Grupo investigador

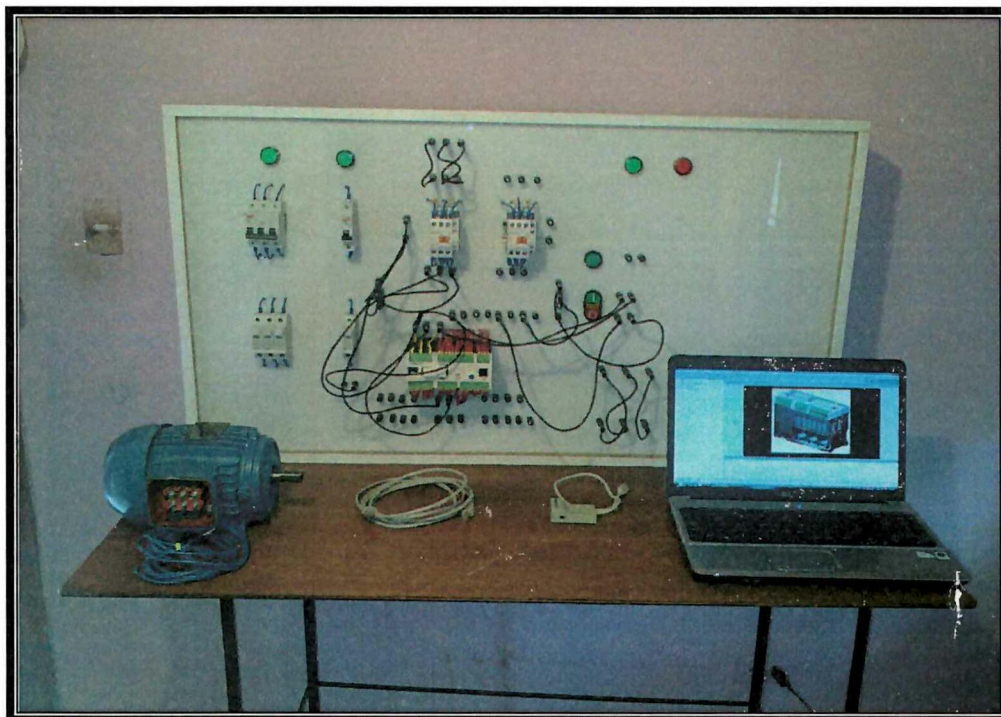
FIGURA 59 MONITOREO DE LAS VARIABLES ELÉCTRICAS



Elaborado por: Grupo investigador

3.2.7 MÓDULO TERMINADO (VER FIGURA 60)

FIGURA 60 MÓDULO TERMINADO



Elaborado por: Grupo investigador

3.2.8 DESCRIPCION DEL COSTO ECONOMICO DEL PROYECTO

TABLA N° 2-15: DESGLOSE DE COSTOS EN MATERIALES ADQUIRIDOS PARA LA CONSTRUCCION DEL BANCO DE PRUEBAS PARA MOTORES TRIFASICOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Medidor LMTR Tesys T	1	900.00	900.00
Modulo de expansión LMT E	1	400.00	400.00
Cable conector de red rj45	1	150.00	150.00
Convertidor tsx cusb485	1	50.00	50.00
Motor trifásico marca WEG 1 HP 220-440 V	1	150.00	150.00
Contactores LG 2.5 kw	2	15.00	30.00
Disyuntor trifásico	1	30.00	30.00
Disyuntor monofásico	1	15.00	15.00
Porta fusibles	4	2.50	10.00
Fusibles tipo Gg	8	1	10.00
Plugs hembra y macho	150	0.40	60.00
Luces piloto	4	3.50	14.00
Pulsante de paro y marcha	2	3.50	7.00
Lamina acrílica 3mm 2x2 mts	1	50.00	50.00
Tablero MDF 2 x 1.50 mts 2cm en espesor.	1	30.00	30.00
Accesorios (tornillos y otros) para fijación de la caja.	50	0.20	10.00
Conductor AWG flexible de # 14	30 metros	0.35	10.50
Conductor AWG flexible de # 12	40 metros	0.40	16.00
COSTO TOTAL	-----	-----	\$ 1942.5,00 USD

Fuente: Grupo investigador.

COSTO GLOBAL DEL PROYECTO.

TABLA N° 2-16: COSTO GLOBAL DEL PROYECTO

DESCRIPCION	TOTAL
Costos por materiales adquiridos	1942.5,00
Gastos operativos	300,00
COSTO TOTAL	\$ 2242.50

Fuente: Grupo investigador.

3.3 PLANTEAMIENTO DE PRÁCTICAS

3.3.1 PRÁCTICA N.-1

TEMA: ARRANQUE DIRECTO DE UN MOTOR DE INDUCCIÓN TRIFÁSICO Y VISUALIZACIÓN DE SUS VARIABLES ELÉCTRICAS DE FUNCIONAMIENTO.

Trabajo Preparatorio

1. Consulte que es un motor trifásico.
2. Consulte que es un arranque directo.
3. Consulte sistemas de interfaz (HMI).
4. Consulte utilidad del programa labview.
5. Diseñe un arranque directo.

OBJETIVOS

- Comprender el funcionamiento del controlador LTM R y su módulo de expansión LTM E
- Visualizar las diferentes variables eléctricas de un motor trifásico de inducción en tiempo real con la implementación de la interfaz hombre maquina (HMI), desarrollado en el lenguaje de programación gráfico labview.
- Afianzar los conocimientos en el manejo de equipos industriales y sus tipos de conexiones.

MATERIALES Y EQUIPOS

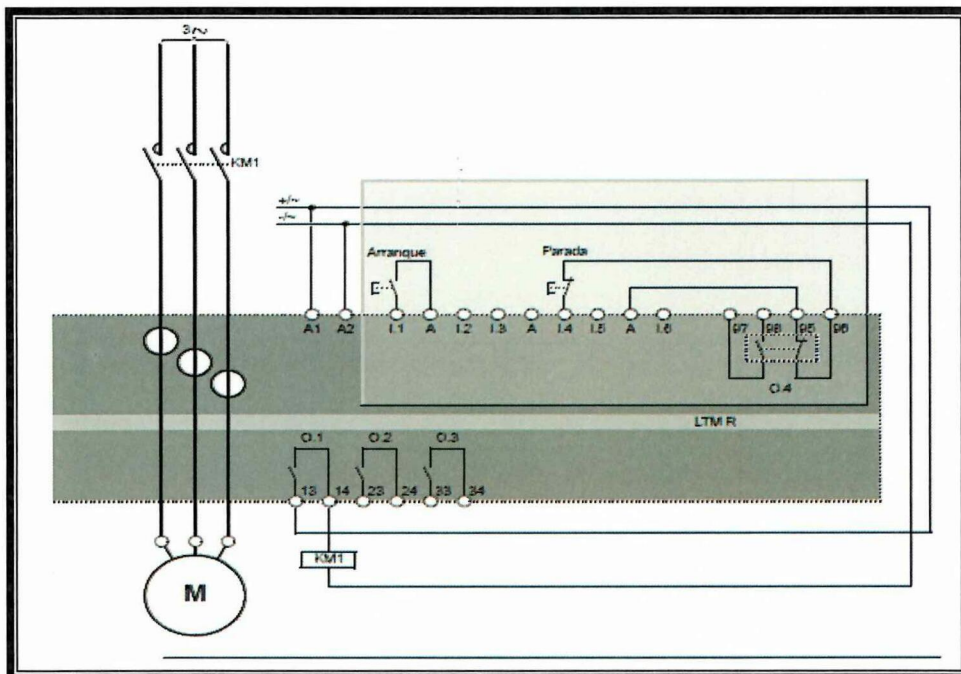
Para desarrollar esta práctica se utilizó los siguientes materiales:

- Banco de pruebas para motores de inducción trifásico.
- Cable conector de red RJ45
- Convertidor TSX C USB485
- Cables múltiples para conexión.

PROCEDIMIENTO

1.- Realizar la conexión en el tablero didáctico a fin de realizar un arranque directo con la utilización del controlador y el módulo de expansión siguiendo el diagrama que se muestra en la figura 61.

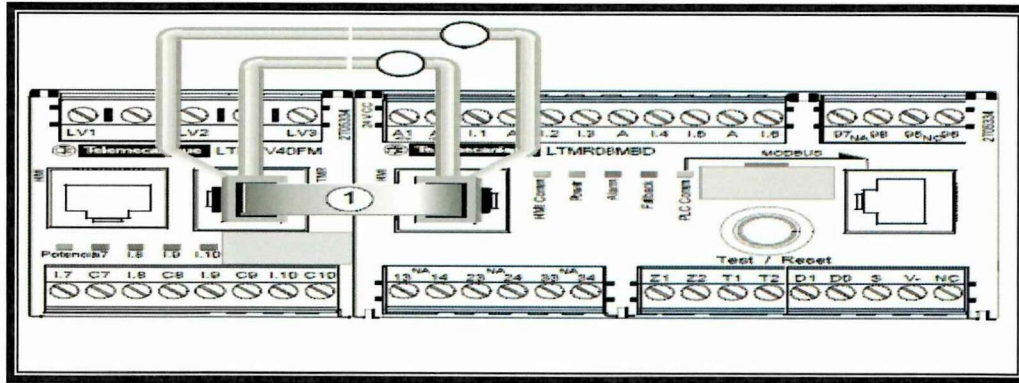
FIGURA 61 DIAGRAMA DE CONEXIÓN DEL MÓDULO



Fuente: www.schneiderelectric.com/Analizador/tesysT

2.- Efectuar la conexión lado a lado entre el controlador LTM R y su módulo de expansión LTM E mediante la utilización de un cable de conexión de red RJ45, como se muestra en el siguiente diagrama de la figura 62.

FIGURA 62 CONEXIÓN ENTRE EL MÓDULO LMT R – LMT E

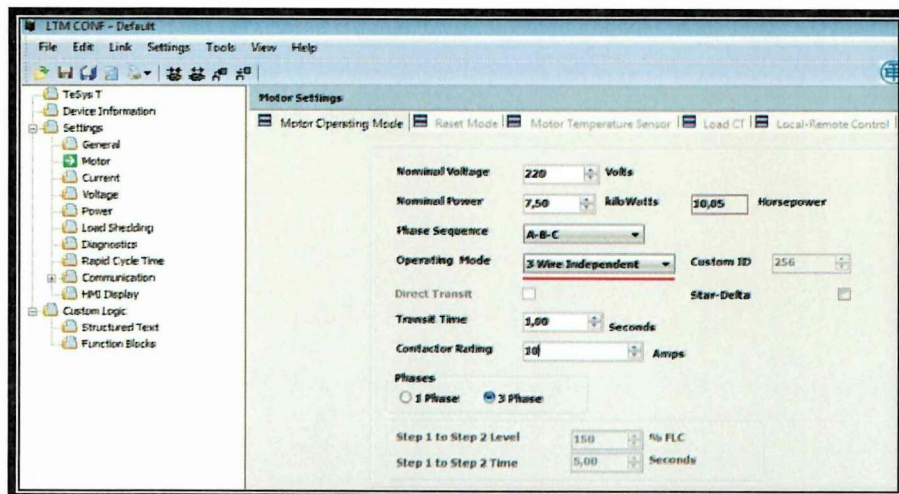


Fuente: www.schneiderelectric.com/Analizador/tesysT

3.- Realizar la conexión entre el puerto HMI y la PC utilizando el cable convertidor TSX C USB485 que posteriormente ira conectado al puerto USB del computador predeterminado por las configuraciones del programa.

4.- Para poder establecer la comunicación entre el controlador y la PC es necesario configurar los parámetros de funcionamiento del motor y el tipo de conexionado realizado como se muestra en la figura 63.

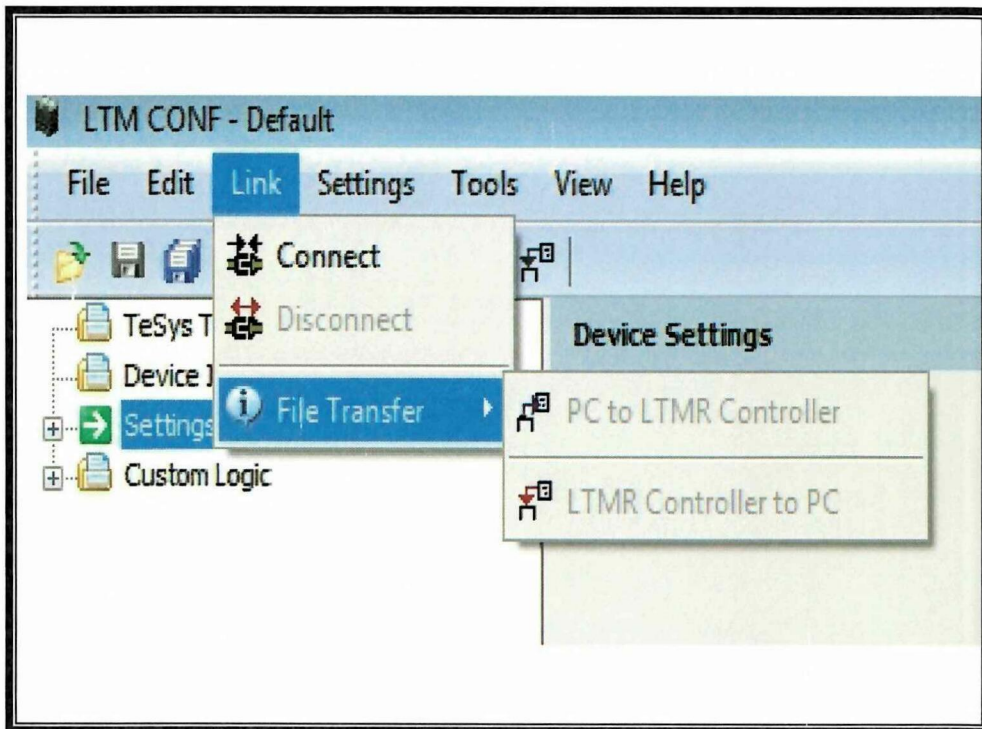
FIGURA 63 CONFIGURACIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL MOTOR



Fuente: www.schneiderelectric.com/Analizador/tesysT/software

5.- Para controlar el funcionamiento del motor trifásico el mismo esta comandado por pulsantes de paro y marcha los cuales iniciaran una vez que se cargue al software powersuite y las configuraciones realizadas o los cambios efectuados en el sistema transfiriendo la información desde la PC al LTMR o viceversa como se muestra en la figura 64.

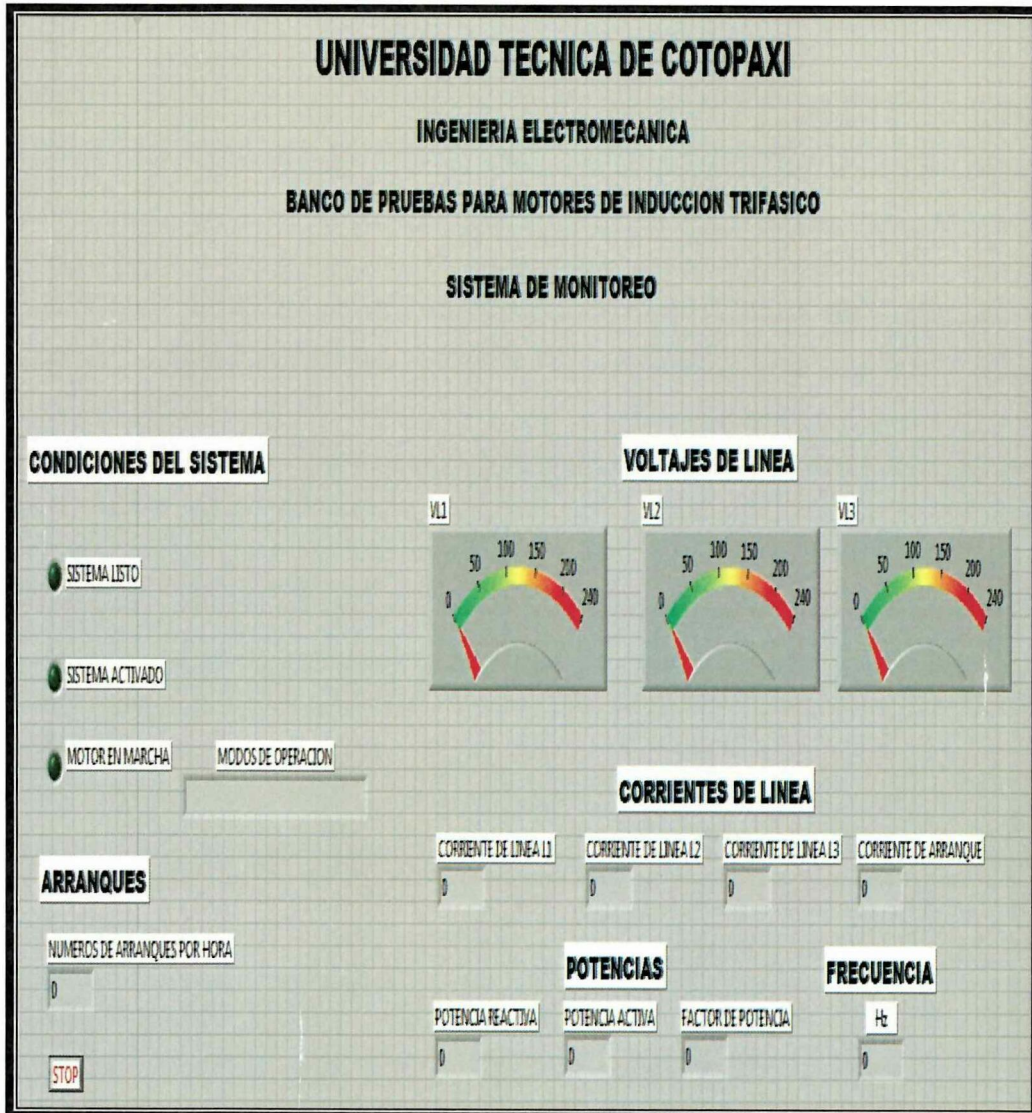
FIGURA 64 TRANSFERENCIA DE DATOS DE CONFIGURACIÓN



Fuente: www.schneiderelectric.com/Analizador/tesysT/software

6.- Con todos los Vis estructurados en el panel de programación de labview de tal forma que contengan todas las variables eléctricas del motor a monitorear tendremos una interfaz hombre maquina (HMI) en donde podremos apreciar todos los parámetros eléctricos como son el voltaje entre líneas, la potencia, corrientes de línea, estados de funcionamiento del motor, numero de arranques por hora realizados. Todo esto visualizado en tiempo real como se muestra a continuación en la figura 65.

FIGURA 65 MONITOREO FINAL DE LAS VARIABLES DEL MOTOR



Elaborado por: Grupo investigador

Análisis y Resultados

.....

.....

.....

.....

.....

Cuestionario

- 1. Cómo funciona un motor trifásico.
- 2. Como se debe realizar un arranque directo.
- 3. Qué elementos o dispositivos intervienen en un arranque directo.
- 4. Cuál es la utilidad principal del programa labview.
- 5. Qué ventaja tiene la realización de un HMI.
- 6. Cuáles fueron las variables mediadas y monitoreadas en la práctica.

Conclusiones

.....
.....
.....
.....

Recomendaciones

.....
.....
.....
.....

3.3.1 PRÁCTICA N.-2

TEMA: MODO DE 2 SENTIDOS DE MARCHA EN UN MOTOR DE INDUCCIÓN TRIFÁSICO Y ANÁLISIS DE SUS VARIABLES ELÉCTRICAS DE FUNCIONAMIENTO EN TIEMPO REAL.

Trabajo Preparatorio

1. Consulte que es un protocolo de comunicación modbus.
2. Consulte que es un modo de transmisión RTU.
3. Consulte acerca de cómo realizar una inversión de giro.
4. Consulte sobre la comunicación maestro-esclavo.
5. Consulte la utilidad del programa labview.
6. Diseñe una inversión de giro.

OBJETIVOS

- Realizar la inversión de giro de un motor trifásico y conocer su funcionamiento acoplado a los distintos dispositivos existentes en el modulo.
- Conocer el funcionamiento y la utilidad del protocolo de comunicación modbus aplicado en labview.
- Utilizar las distintos herramientas y ventajas que proporciona labview en la monitoreo y visualización de un motor trifásico.

MATERIALES Y EQUIPOS

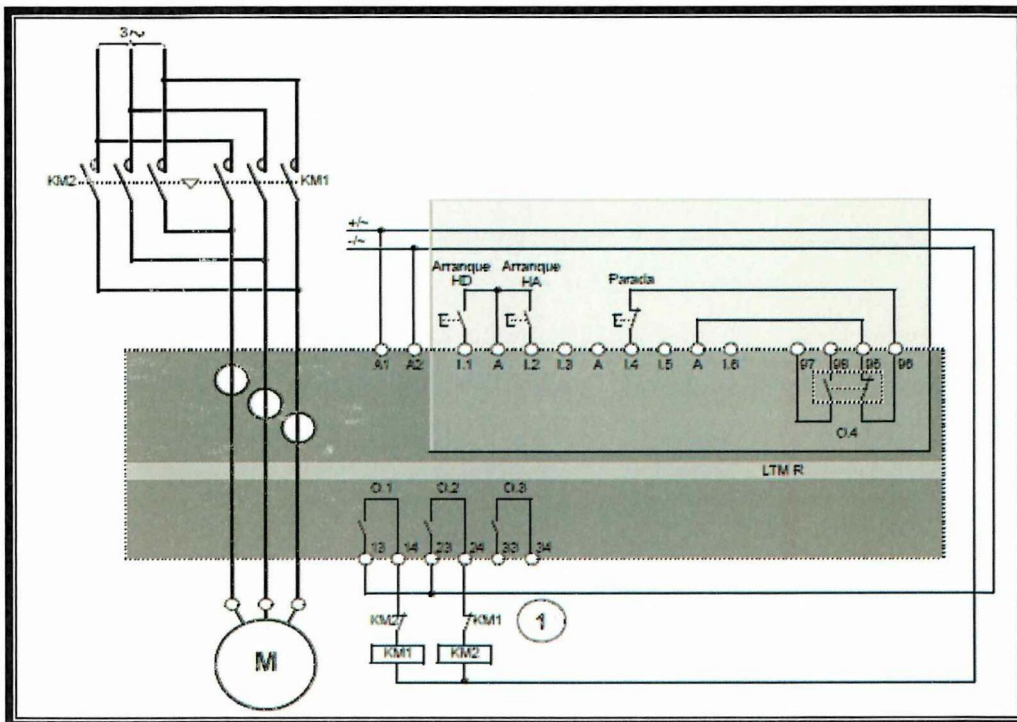
Para desarrollar esta práctica se utilizó los siguientes materiales:

- Banco de pruebas para motores de inducción trifásico.
- Cable conector de red RJ45.
- Convertidor TSX C USB485.
- Cables múltiples para conexión.

PROCEDIMIENTO

1.- Realizar la conexión de dos sentidos de marcha en el módulo didáctico (ver figura 66).

FIGURA 66 CONEXIONADO PARA LA INVERSIÓN DE GIRO DEL MOTOR



Elaborado por: Grupo investigador

2.- Efectuar la conexión entre el controlador LTM R, su módulo de expansión LTM E y la PC mediante los siguientes cables.

- Cable de conexión de red RJ45
- Cable convertidor TSX C USB485

3.- Establecer la comunicación entre el controlador y la PC configurando el power suite en el icono de modo de operación como se muestra en la siguiente figura 67.

FIGURA 67 CONFIGURACIÓN DEL SOFTWARE POWER SUITE

The screenshot shows the configuration window for the Power Suite software. The parameters are as follows:

Nominal Voltage	400	Volts	
Nominal Power	7,50	kiloWatts	10,05 Horsepower
Phase Sequence	A-B-C		
Operating Mode	3 Wire Reverser	Custom ID	256
Direct Transit	<input type="checkbox"/>	Star-Delta	<input type="checkbox"/>
Transit Time	1,00	Seconds	
Contactor Rating	810,00	Amps	
Phases			
	<input type="radio"/> 1 Phase	<input checked="" type="radio"/> 3 Phase	
Step 1 to Step 2 Level	150	% FLC	
Step 1 to Step 2 Time	5,00	Seconds	

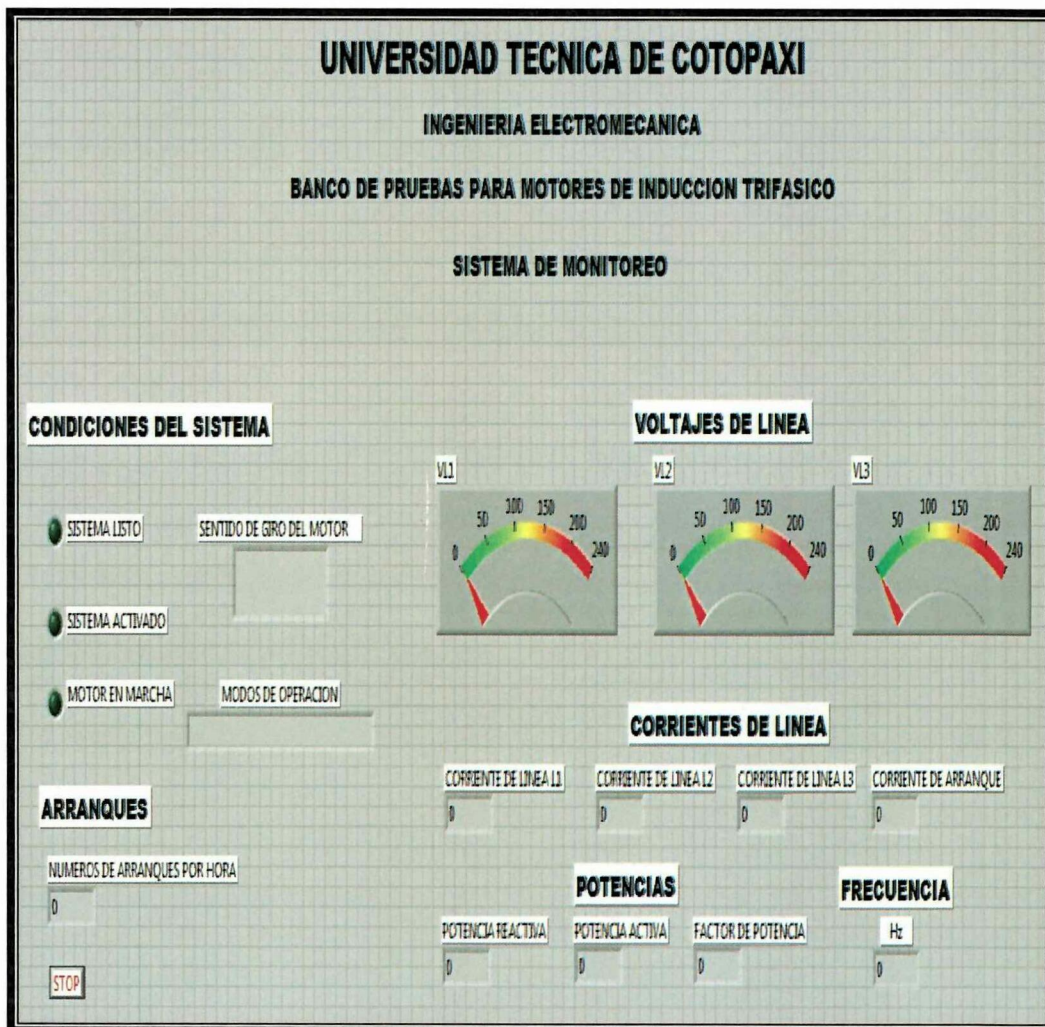
Elaborado por: Grupo investigador

4.- Para controlar la inversión de giro del motor la cual estará comandado por dos pulsantes de marcha y uno de parada los cuales activaran el sistema luego de cargar el software desde la PC al LTMR.

5.- Ingresamos al programa LABVIEW 8.6 y continuamos con los pasos anteriormente descritos en la practica 1.

6.- Finalmente realizamos los respectivos enlaces en las estructuras ya existentes con las direcciones necesarias para monitorear el sentido de giro del motor en este caso horario-antihorario y poderlo visualizar en un panel grafico de labview junto a las otras variables ya existentes como se muestra en la figura 68.

FIGURA 68 CONFIGURACIÓN DEL SOFTWARE POWER SUITE



Elaborado por: Grupo investigador

Análisis y resultados

.....

.....

.....

.....

.....

Cuestionario

1. Como se debe realizar una inversión de giro.
2. Qué elementos o dispositivos intervienen en una inversión de giro.
- 3.Cuál es la utilidad del protocolo de comunicación modbus aplicado en labview.
4. Qué ventaja tiene la comunicación maestro-esclavo.
5. Cuáles fueron las variables mediadas y visualizadas en la práctica.

Conclusiones

.....

.....

.....

.....

Recomendaciones

.....

.....

.....

.....

3.4 CONCLUSIONES

Se cumplió con los objetivos planteados para el desarrollo de este proyecto, como es la implementación de un sistema de adquisición de datos para determinar las características de operación de un motor de inducción trifásico para el laboratorio de maquinas eléctricas.

Con el presente trabajo investigativo se adquirió nuevos conocimientos relacionados a la parte de comunicaciones industriales, iniciando desde comprender como está estructurado un HMI y los diferentes protocolos de comunicación que fueron necesarios para el funcionamiento del banco de pruebas.

El software desarrollado es un instrumento amigable e interactivo a la vez, ya que permite obtener información útil del comportamiento de un motor jaula de ardilla.

Con la realización del banco de pruebas para motores trifásicos se elaboro un instrumento didáctico en el cual los estudiantes podrán conocer y determinar las variables eléctricas presentes en el funcionamiento de un motor de inducción trifásico como son corrientes de línea, tensiones entre fase y fase, potencias de funcionamiento entre otras las mismas que servirán para comprender de mejor forma la asignatura de Maquinas Eléctricas.

En base a los resultados obtenidos mediante las encuestas aplicadas a estudiantes y docentes de la institución logramos direccionar la ejecución del proyecto a razón de satisfacer las necesidades y complementar de mejor forma los

laboratorios existentes en la universidad logrando que los estudiantes puedan complementar su formación universitaria.

La creación del banco de pruebas para motores trifásicos permitirá a los alumnos tener más conocimiento en el área práctica.

La utilización del software labview y los distintos dispositivos de medida eléctrica aportaron directamente en la realización de una interfaz hombre maquina la misma que proporciona un monitoreo en tiempo real del comportamiento y variaciones que ocurren durante el funcionamiento del motor haciendo que la realización de las distintas prácticas de laboratorio sean mucho mas didácticas y de mejor comprensión.

El banco de pruebas para motores trifásicos fue sometido a pruebas y practicas con todos sus equipos, para luego ser entregado al laboratorio de Maquinas Eléctricas que será de gran beneficio para la Unidad Académica.

3.5 RECOMENDACIONES

Para la utilización del modulo didáctico se recomienda poner especial atención en el conexionado e instrucciones existentes en el manual de funcionamiento para una mejor manipulación del mismo, y así evitar posibles accidentes que puedan causar lesiones.

Para el correcto funcionamiento del banco de pruebas es necesario tener mucho cuidado con la energía de alimentación tanto para el sistema de control como para el sistema de potencia.

Para el buen funcionamiento de las prácticas en el laboratorio es necesario conocer el software y características de funcionamiento de los equipos utilizados.

En la utilización de los aparatos de maniobra y protección eléctrica, conjuntamente con el medidor LMTR que contiene el módulo didáctico, es necesario una autoeducación del funcionamiento de los mismos a razón de fortalecer los conocimientos y poderlos manipular de mejor forma en las distintas practicas.

3.6 BIBLIOGRAFÍA

CONSULTADA

- CATHEY J.J, Maquinas Eléctricas Análisis y Diseño, primera edición, McGraw-Hill, Mexico, 2002.
- LEIVAZEA, Francisco, Investigación Científica, Editorial DIMAXI, Quito 2001.
- LOBOSCO S., Orlando; DÍAS, José, Selección y Aplicación de Motores Eléctricos, tercera edición, España 2008.
- MALONEY, Timothy. Electrónica Industrial Moderna,Primera edición, Editorial PRENTICE-HALL HISPANOAMERICANA, S.A. México 1996.
- NORTON, Robert L. Diseño de Máquinas Eléctricas, México, 1999.
- PALLAS, Ramón. Sensores y Acondicionadores de Señal. Editorial PITAGORAS, México D.F. 1998.
- SOISSON, Harold. Instrumentación y Automatización Industrial. Editorial LIMUSA, México 1992.
- S. J. CHAPMAN. Máquinas Eléctricas. Cuarta Edición. McGraw-Hill. México D.F. 2002.
- SYED A, NASAR. Maquinas eléctricas y electromecánicas. Editorial McGraw-Hill, España 1984.
- VALENCIA, DAVID. Diagnóstico del aislamiento estatórico en motores de inducción. Editorial Sevilla, España 2005.
- V. IVANOV-SMOLENSKI. Máquinas Eléctricas. Tomos I y II. Editorial Mir. Moscú. 1984.

INTERNET

- [http:// www.siemens/ Manual de Motores Trifásicos de Inducción.htm](http://www.siemens/Manual%20de%20Motores%20Trif%C3%A1sicos%20de%20Inducci%C3%B3n.htm)
- [http:// www. schneiderelectric.com/Analizador/tesysT.htm](http://www.schneiderelectric.com/Analizador/tesysT.htm)
- [http:// www. Schneiderelectric/modulo de expansiónTLMR.com](http://www.Schneiderelectric/modulo%20de%20expansi%C3%B3nTLMR.com)
- [http:// www.WebInstrumentacion/IIIndustrial.com](http://www.WebInstrumentacion/IIIndustrial.com)
- [http:// www.bunca.org fasciculos/espanol/FasciculoMotores.pdf](http://www.bunca.org/fasciculos/espanol/FasciculoMotores.pdf)
- <http://es.wikipedia.org/wiki/LabVIEW.htm>
- http://www.gte.us.es/~galvan/IE_4T/TutorialLabview.pdf
- www.motoresdecorriente/alterna.com
- [http://www.sapiensman.com/electrotecnia/32.htm.](http://www.sapiensman.com/electrotecnia/32.htm)
- http://www.conae.gob.mx/wb/conae/cona_2403_motores_electricos.[http://](http://www.conae.gob.mx/wb/conae/cona_2403_motores_electricos)

CITADA

- [CORRALES Luis \(Redes Industriales Digitales , documento pdf,](#)
- [SCHNEIDER ELECTRIC ESPAÑA, S.A; Manual Electrotécnico, “Telesquemario Tecnologías de Control Industrial”.](#)
- [VIDELA FLORES; Manual de Motores Eléctricos, documento pdf](#)
- [VALLEJO, Jesús \(Motores de Corriente Alterna, documento pdf pág. 4\)](#)
- http://autolog.uclm.es/Docencia/WebInstrumentacion/Tema4/Tema_04.pdf
- <http://www.wikipedia.com/comunicacionesindustriales>
- [http://www.bunca.org/FasciculoMotores.](http://www.bunca.org/FasciculoMotores)
- http://www.dte.upct.es/personal/Comunic_Ind/pdfs/Tema%207.pdf
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Labview>
- http://www.gte.us.es/~galvan/IE_4T/TutorialLabview.pdf

3.7 ANEXOS

3.7.1 MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DEL BANCO DE PRUEBAS PARA MOTORES DE INDUCCIÓN TRIFÁSICO

INTRODUCCIÓN

En este apartado se detalla a continuación el procedimiento a seguir para una correcta manipulación del módulo didáctico tomando en cuenta las debidas normas de seguridad y las acciones previas antes de energizar el módulo. Por lo cual es de gran importancia manipular el módulo de forma correcta y eficaz. Además nuestro proyecto aportara a que docentes y estudiantes de las carreras técnicas amplíen sus conocimientos y mejoren habilidades técnicas, con la finalidad de contar con una formación profesional de calidad.

OBJETIVOS

- Establecer los parámetros eléctricos de un motor trifásico en pleno funcionamiento, por medio de las instrucciones contempladas en esta guía.
- Conocer sobre protocolos de comunicación, el mismo que para nuestro campo de estudio es MODBUS.
- Determinar los lineamientos necesarios para proceder a establecer los pasos y metodologías a seguir mediante el manual de funcionamiento.

PRECAUCIONES.

Para cualquier trabajo a efectuar en el módulo, revise las conexiones pertinentes de alimentación para el tablero didáctico, en donde se trabajara a 127-220 Vac, las mismas que deben estar en perfectas condiciones y con su correspondiente tensión en optimas condiciones. Tenga mucho cuidado al realizar

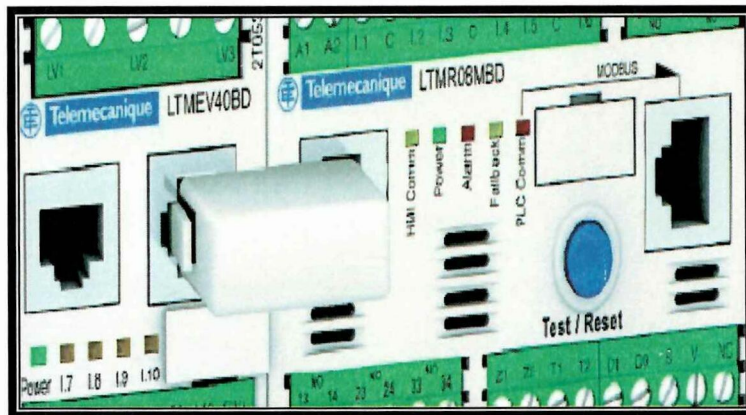
el cableado de conexiones, ya que el mismo podría causar serias lesiones si no se adoptan las medidas de protección y seguridad adecuadas.

PROCEDIMIENTO PARA ENERGIZAR EL MÓDULO Y TRABAJAR CON SUS ELEMENTOS RESPECTIVOS

Realice las conexiones respectivas a 220 y 127 Vac manteniendo las siguientes consideraciones:

- Trabaje siempre con los disyuntores correspondientes a las dos tensiones de servicio en la posición off, antes de energizar el módulo por completo.
- Cuando energice el módulo para las dos tensiones de servicio guíese por las luces piloto, las mismas que indicaran que existe energía para las líneas de alimentación al estar encendidas.
- Revise que las protecciones adicionales, en este caso los fusibles para las dos líneas de alimentación, tanto trifásica a 220 y monofásica a 127 Vac, estén en buen estado, caso contrario proceda a reemplazarlos.
- Realice una inspección visual en la parte exterior de los aparatos de maniobra eléctrica correspondiente a cada uno de los elementos ahí presentes, verificando que las conexiones en cada uno de los terminales tanto de los contactores, disyuntores y fusibles principalmente se encuentren en buenas condiciones, caso contrario proceda a su reemplazo o ajuste si así lo requiere.
- Al estar el medidor LMTR energizado con su correspondiente alimentación 127 Vac, verifique que el mismo se encuentre en optimas condiciones de servicio, mediante la visualización de los leds de estado que corresponden a determinar su estado de funcionamiento como indica la figura 69.

FIGURA 69 LEDS DE ESTADO EN FUNCIONAMIENTO



- Con las recomendaciones anteriormente descritas usted puede llevar a cabo las operaciones necesarias en el módulo didáctico con seguridad y responsabilidad.

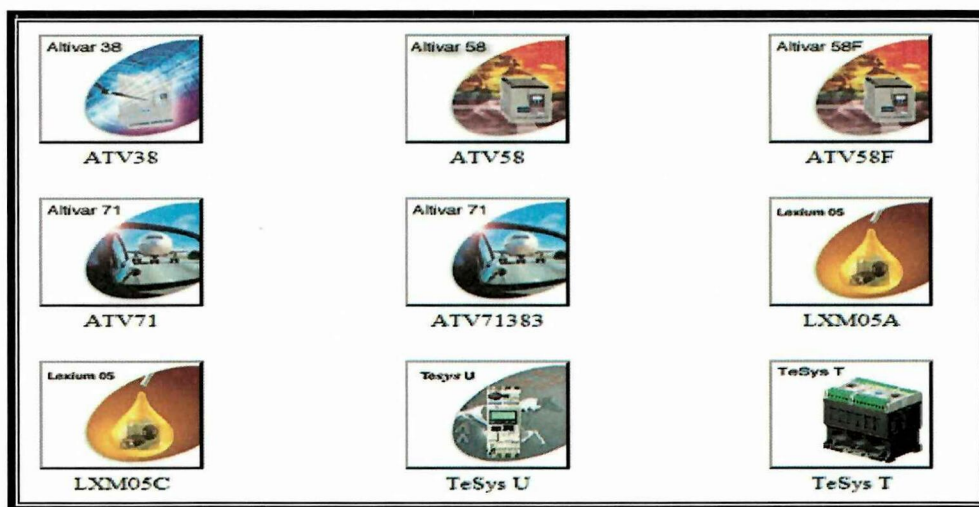
PROCEDIMIENTO DE CONFIGURACION DEL SOFTWARE POWER SUITE Y LABVIEW.

En las siguientes instrucciones para el funcionamiento correcto de modulo didáctico se procederá a detallar la configuración del software **power suite** y **labview**, previamente antes del la comunicación y posterior monitoreo en tiempo real de un motor trifásico.

POWER SUITE

- Realice la conexión desde el modulo LMTR hacia la PC por medio de convertidor TSX CUSB485.
- La configuración del software POWER SUITE corresponde en primera instancia a escojer el medidor LMTR dentro del programa como indica la siguiente figura 70.

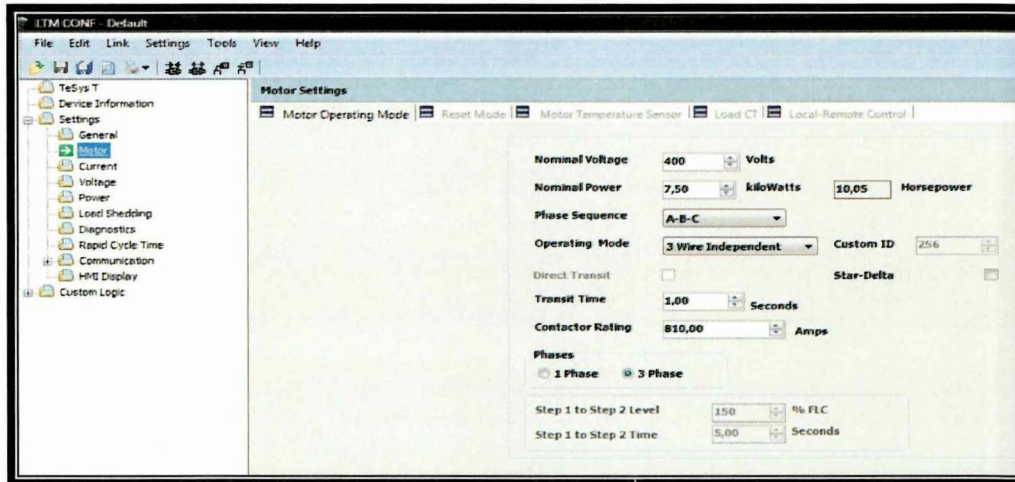
FIGURA 70 VENTANA PARA SELECCIONAR EL MEDIDOR



Fuente: www.schneiderelectric.com/Analizador/tesysT.

- Una vez seleccionado el dispositivo procedemos a su selección, luego de lo cual se abrirá una ventana en donde podremos ingresar los datos de placa del motor como también otros parámetros (ver figura 71).

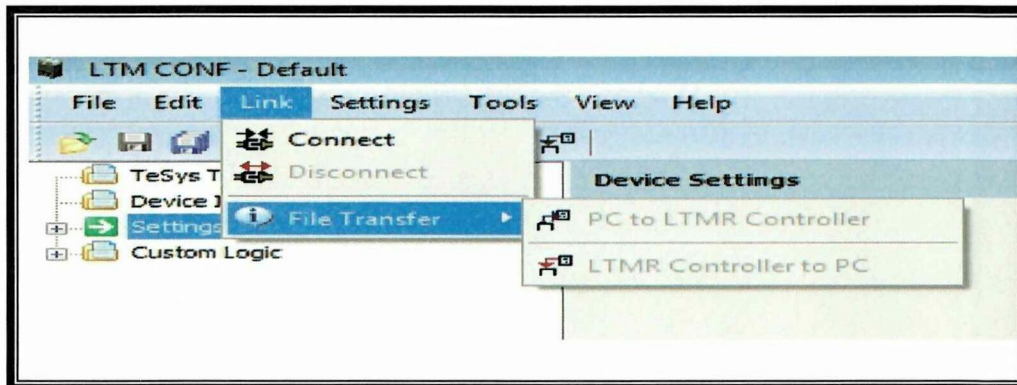
FIGURA 71 VENTANA PARA CONFIGURAR LOS DATOS DEL MOTOR



Fuente: www.schneiderelectric.com/Analizador/tesysT.

- Conjuntamente con esta ventana aparecerán otras opciones en donde se podrán seleccionar diferentes condiciones de funcionamiento del motor trifásico.
- Terminada esta configuración, los parámetros son almacenados en la memoria del medidor LMTR y viceversa (del medidor al PC), para poder apreciar la transferencia de los datos almacenados en el medidor ver figura 72.

FIGURA 72 ESTABLECIENDO COMUNICACIÓN



Fuente: Grupo investigad

- Una vez efectuadas estas actividades de configuración anteriores con todos los requerimientos necesarios, iniciamos el trabajo en labview.

LABVIEW.

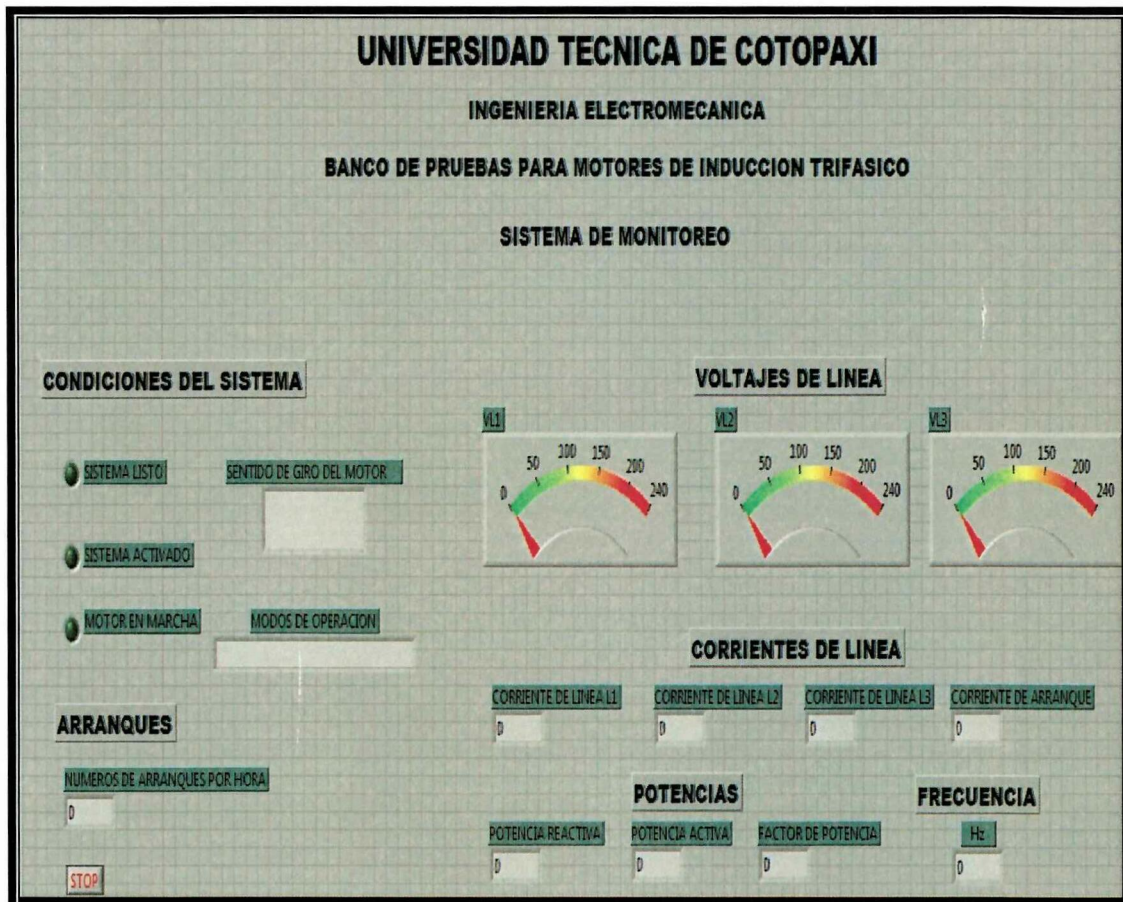
Dentro de este software empezaremos la correspondiente iniciación en la formación de la trama de datos a ser leídos para conocer los diferentes comportamientos de los parámetros eléctricos de un motor de inducción trifásica. Todo esto basado en la creación de ciclos y estructuras a ser visualizados en un HMI creado en Labview.

PROCEDIMIENTO

- Iniciamos con la apertura labview.
- Realizamos la creación de ciclos y estructuras utilizando las diferentes herramientas disponibles en Labview (**remitirse al anexo de prácticas realizadas**).
- Consideramos el protocolo de comunicación, la velocidad de transferencia de datos, el numero de paridad, entre los más importantes aspectos para empezar a trabajar con el monitoreo en el banco de pruebas para motores de inducción trifásico.
- Realizar los ciclos y estructuras en los VIs, interpretándolos en un sub VI de manera que podamos visualizarlos en tiempo real y registrar las variables adquiridas por medio de Labview.
- Para cada parámetro eléctrico del motor de inducción trifásico se creara una estructura diferente.
- Las direcciones para la adquisición de datos en cada una de las variables eléctricas del motor se determinaran en base a los datos de las tramas proporcionadas por el medidor LMTR en su manual.

- La comunicación a efectuarse debe realizarse en base al protocolo de comunicación Modbus.
- La adquisición de datos debe efectuarse con referencia a un maestro y un esclavo establecido en el protocolo de comunicación.
- Finalmente el resultado deberá ser un HMI en donde visualizaremos en tiempo real el comportamiento de un motor trifásico como se indica en la figura 73.

FIGURA 73 HMI ESTRUCTURA FINAL

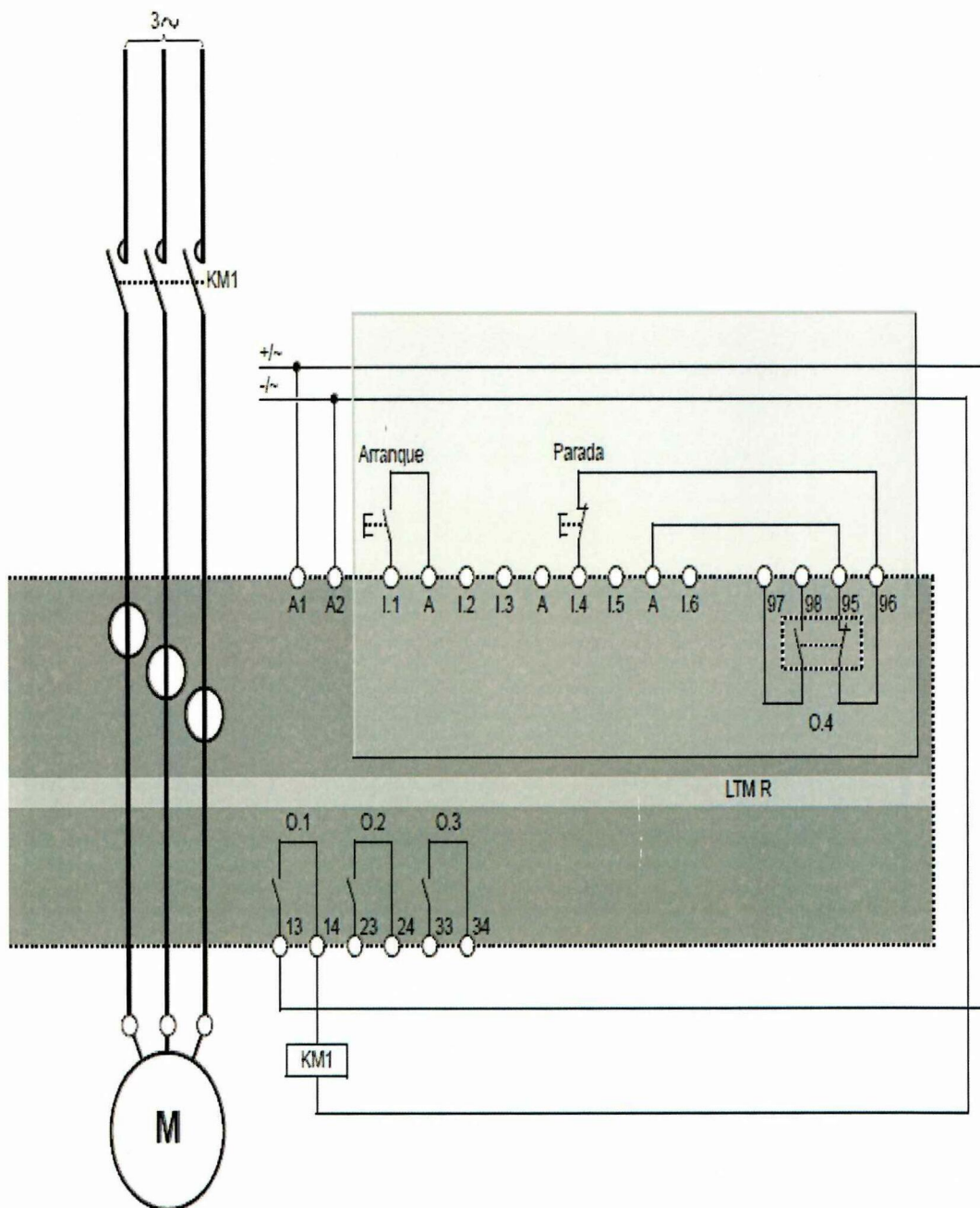


Elaborado por: Grupo investigador

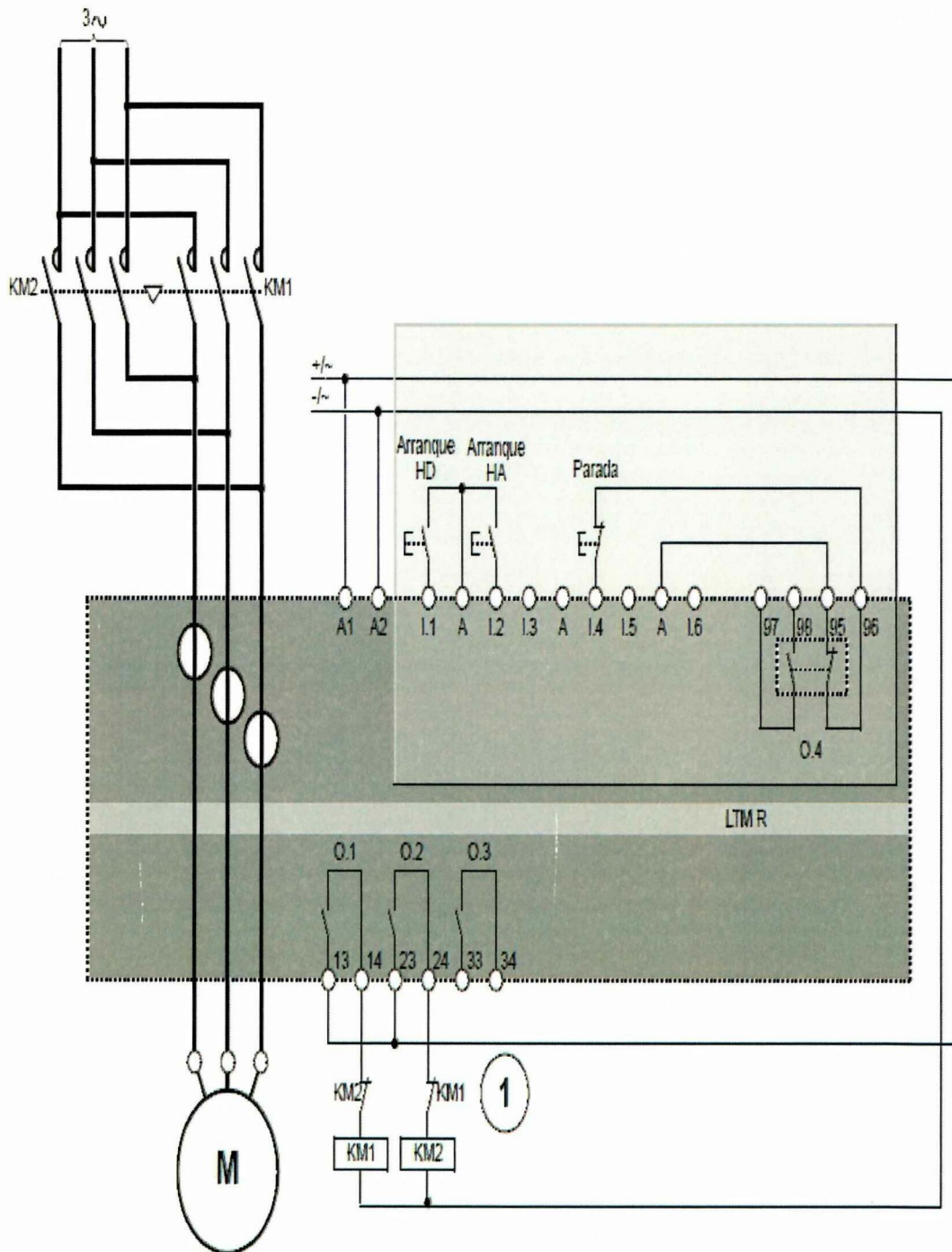
Adjunto a la presente guía, en la parte de anexos referente a las prácticas efectuadas, podrá encontrarse mayor información relacionada a lo anteriormente enunciado.

3.7.2 DIFERENTES TIPOS DE CONEXIONES PARA EL MODULO

Diagrama de aplicación con control de bornero de conexión de 3 hilos (impulso)

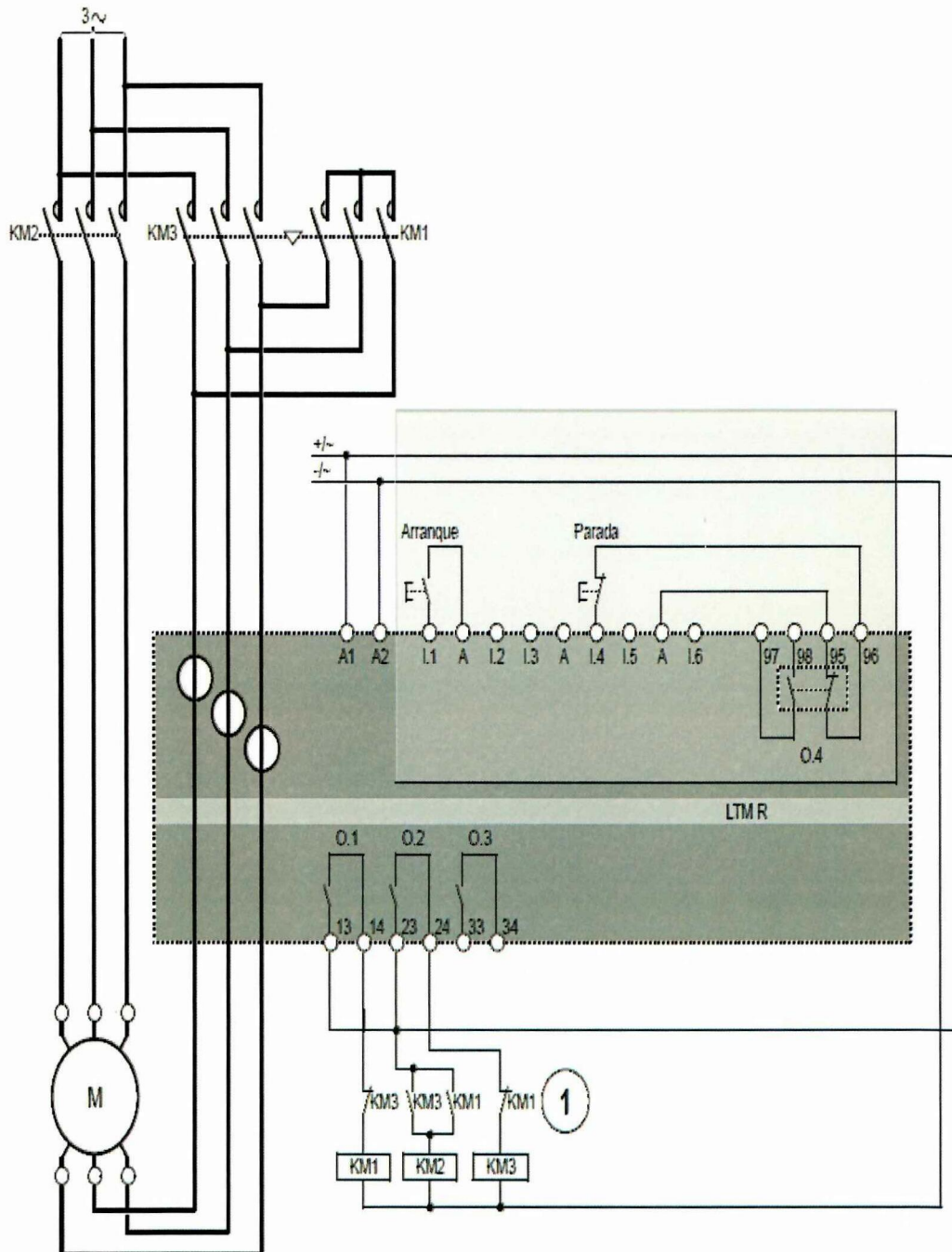


Diagramas de cableado del modo de 2 sentidos de marcha



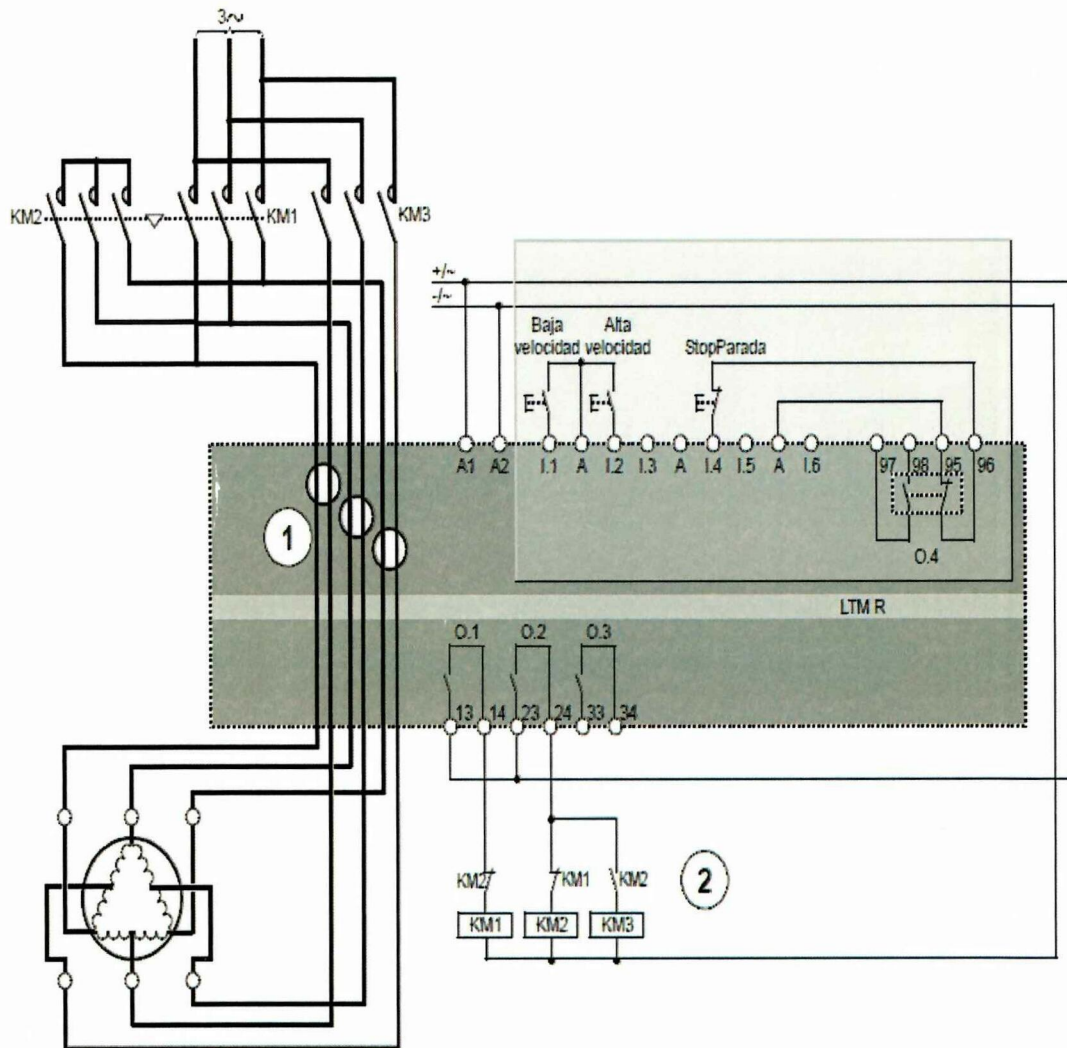
- 1 Los contactos de enclavamiento de CN KM1 y KM2 no son obligatorios porque el controlador enclava de forma electrónica O.1 y O.2.

Diagramas de cableado del modo Estrella-triángulo de dos tiempos



- 1 Los contactos de enclavamiento de CN KM1 y KM3 no son obligatorios porque el controlador enclava de forma electrónica O.1 y O.2.

Diagramas de cableado del modo Dahlander de dos velocidades



- 1 Una aplicación Dahlander requiere que dos juegos de cables pasen por las ventanas de TC. El controlador LTM también se puede colocar aguas arriba de los contactores. En este caso, si el motor Dahlander se utiliza en modo de par variable, todos los cables aguas abajo de los contactores deben ser del mismo tamaño.
- 2 Los contactos de enclavamiento de CN KM1 y KM2 no son obligatorios porque el controlador enclava de forma electrónica O.1 y O.2.

3.7.3 FORMULARIO DE ENCUESTAS ESTUDIANTES

1. Cree usted que la Universidad cuenta con todos los equipos de automatización para realizar las prácticas de laboratorio.

SI ()

NO ()

2. Considera usted que los conocimientos impartidos por los docentes en el aula deben ser complementados con la práctica.

SI ()

NO ()

3. Cree usted que los laboratorios de máquinas eléctricas deben estar adecuados con los equipos y herramientas acordes al avance tecnológico.

SI ()

NO ()

4. Ha realizado usted ensayos no invasivos en un motor de inducción trifásico para conocer sus parámetros eléctricos de funcionamiento.

SI ()

NO ()

5. Conoce usted los aparatos de funcionamiento industrial que se detalla a continuación.

- ✓ analizador de tensión trifásico
- ✓ Medidor de parámetros eléctricos

SI ()

NO ()

6. Conoce usted la utilidad y funcionamiento del programa grafico labview.

SI ()

NO ()

7. Considera usted que es importante la construcción de un banco de pruebas didáctico para motores de inducción trifásico.

SI ()

NO ()

3.7.4 FORMULARIO DE ENCUESTAS DOCENTES

1. Cuál es la frecuencia con la cual usted utiliza los laboratorios de máquinas eléctricas.

- a) Siempre () c) Rara vez ()
b) A veces () d) Nunca ()

2. Considera usted necesaria la complementación práctica luego de haber realizado una clase teórica.

SI () NO ()

3. Cree usted que las prácticas en el laboratorio ayuda al estudiante a desarrollar habilidades y adquirir confianza en el manejo de equipo eléctrico.

SI () NO ()

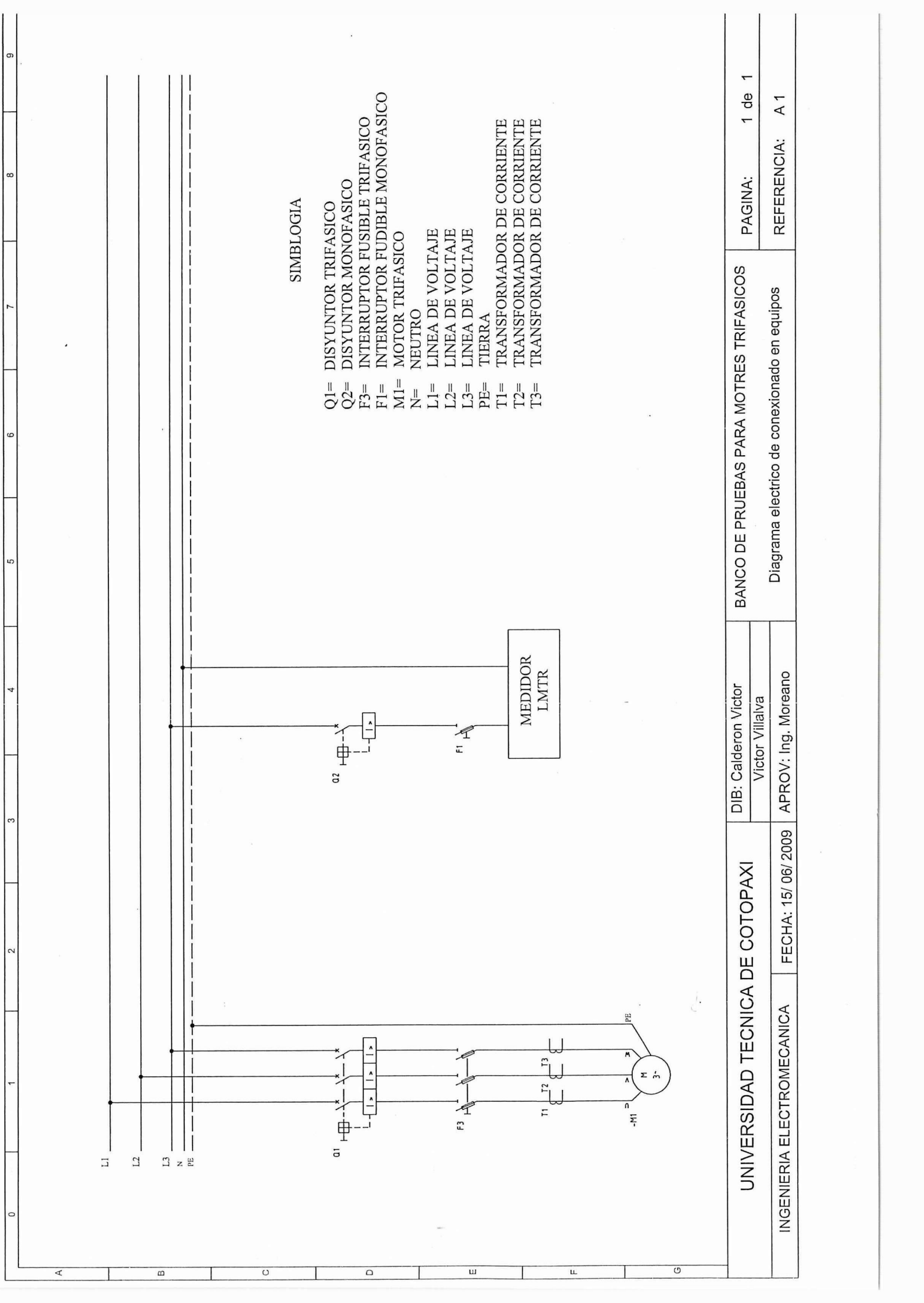
4. Esta usted conforme con los equipos existentes en el laboratorio.

SI () NO ()

5. Considera importante la implementación de un modulo didáctico para realizar prácticas en los motores de inducción trifásico.

SI () NO ()

PLANOS



SIMBLOGIA

- Q1= DISYUNTOR TRIFASICO
- Q2= DISYUNTOR MONOFASICO
- F3= INTERRUPTOR FUSIBLE TRIFASICO
- F1= INTERRUPTOR FUDIBLE MONOFASICO
- M1= MOTOR TRIFASICO
- N= NEUTRO
- L1= LINEA DE VOLTAJE
- L2= LINEA DE VOLTAJE
- L3= LINEA DE VOLTAJE
- PE= TIERRA
- T1= TRANSFORMADOR DE CORRIENTE
- T2= TRANSFORMADOR DE CORRIENTE
- T3= TRANSFORMADOR DE CORRIENTE

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

DIB: Calderon Victor
Victor Villalva

FECHA: 15/06/2009

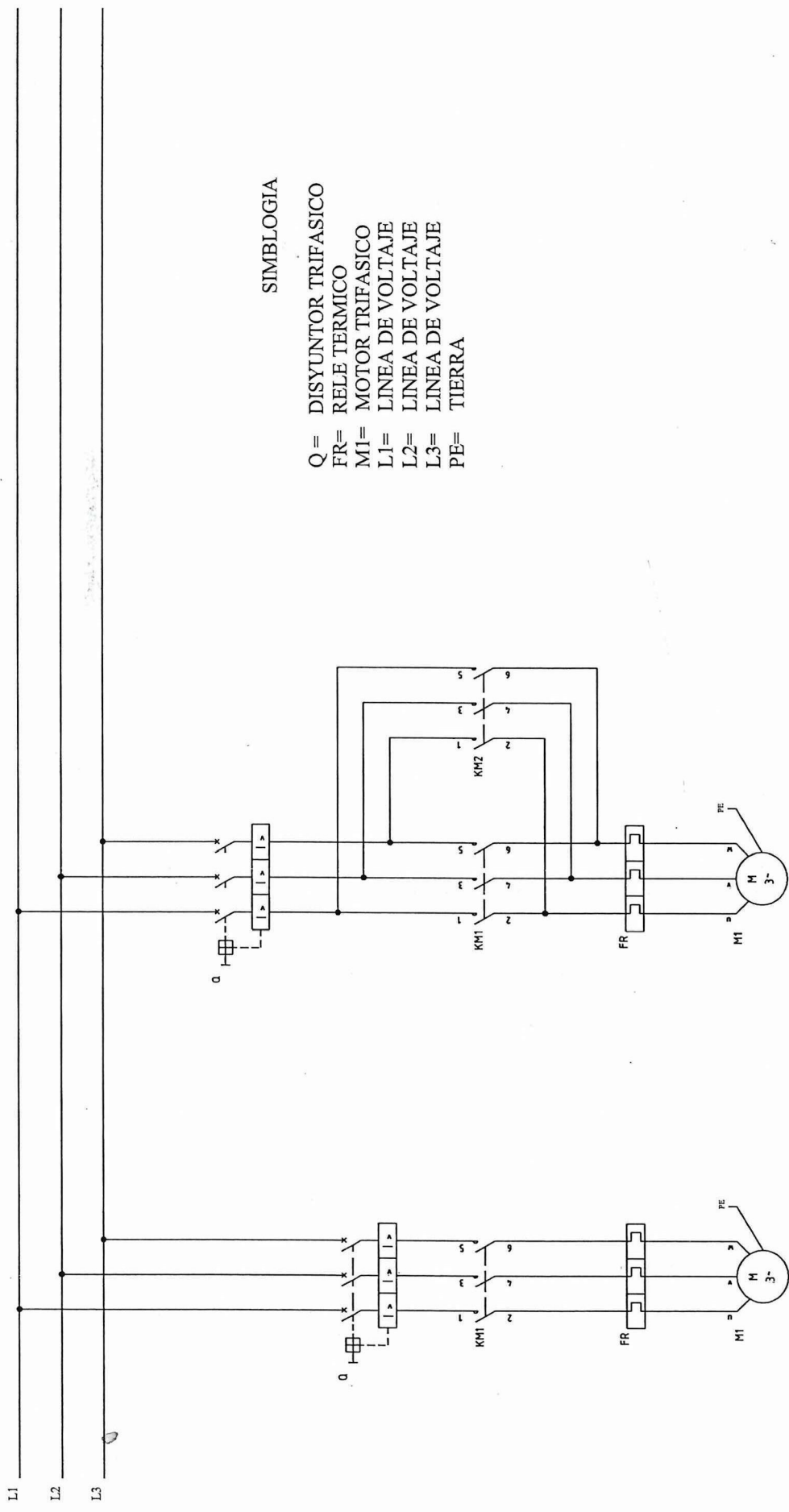
INGENIERIA ELECTROMECANICA

BANCO DE PRUEBAS PARA MOTRES TRIFASICOS

Diagrama electrico de conexionado en equipos

PAGINA: 1 de 1

REFERENCIA: A 1



SIMBLOGIA

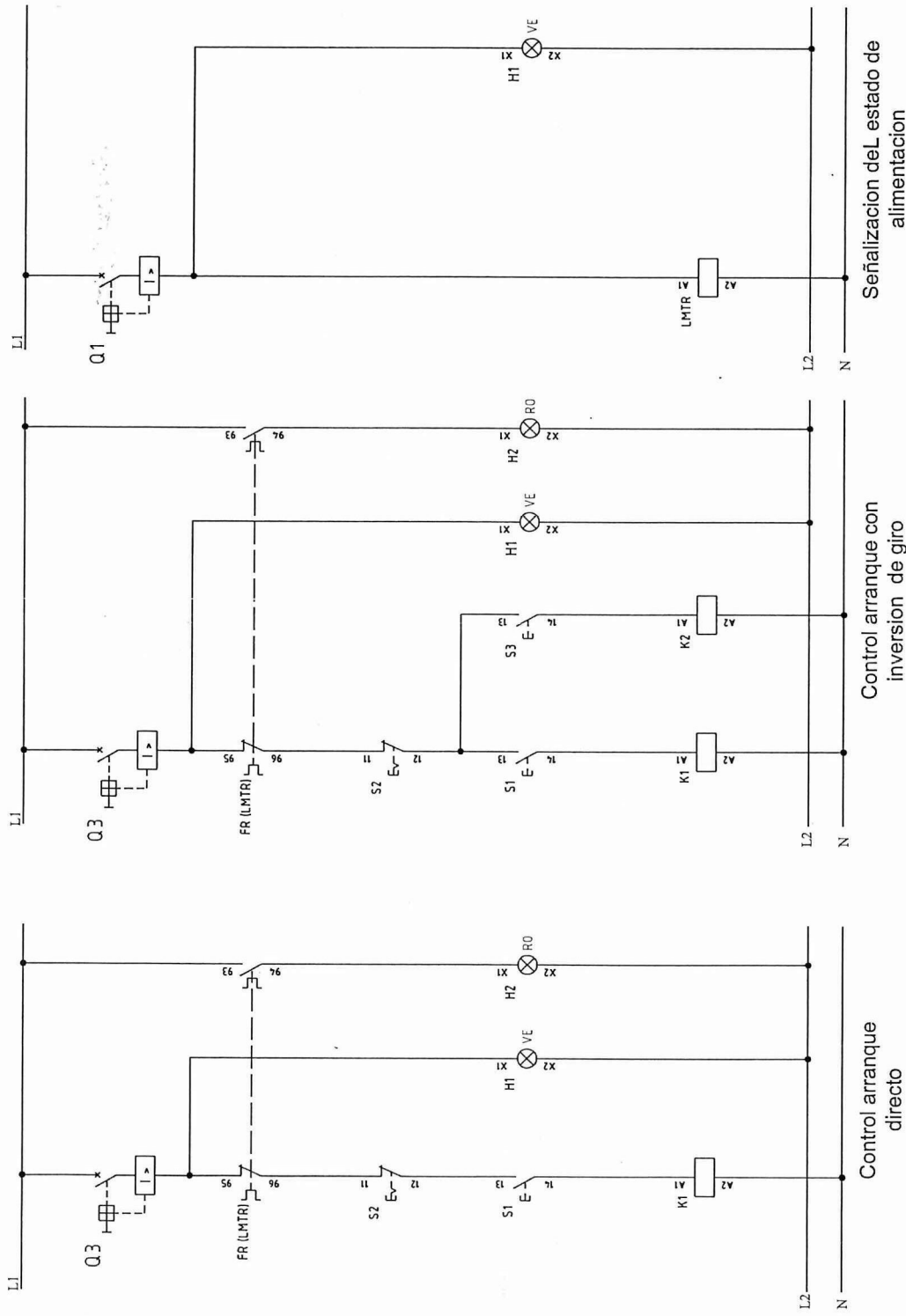
Q = DISYUNTOR TRIFASICO
 FR= RELE TERMICO
 M1= MOTOR TRIFASICO
 L1= LINEA DE VOLTAJE
 L2= LINEA DE VOLTAJE
 L3= LINEA DE VOLTAJE
 PE= TIERRA

ARRANQUE CON INVERSION DE GIRO

ARRANQUE DIRECTO

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI	DIB: Calderon Victor VictorVillalva		BANCO DE PRUEBAS PARA MOTRES TRIFASICOS	PAGINA: 1 de 2
	INGENIERIA ELECTROMECANICA	FECHA: 15/ 06/ 2009		APROV: Ing. Moreano

Diagrama electrico de fuerza



SIMBOLOGIA

- Q1= DISYUNTOR TRIFASICO
- Q3= DISYUNTOR MONOFASICO
- FR= RELE TERMICO DEL MEDIDOR LMTR
- S1= PULSADOR DE MARCHA (SENTIDO ORARIO)
- S2= PULSADOR DE MARCHA (SENTIDO ANTIORARIO)
- S3= PULSADOR DE PARADA
- K1= BOBINA DEL CONTACTOR 1
- K2= BOBINA DE CONTACTOR 2
- H1= LUZ VERDE (MODULO ENERGIZADO)
- H2= LUZ ROJA (MODULO EN MODO DE FALLA)
- L1= LINEA DE TENSION
- L2= LINEA DE TENSION
- N= NEUTRO

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

DIB: Calderon Victor
REV: Ing. Villalva

INGENIERIA ELECTROMECANICA

FECHA: 15/06/2009

BANCO DE PRUEBAS PARA MOTRES TRIFASICOS

Diagrama electrico de control

PAGINA: 2 de 2

REFERENCIA: B 1