

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

TESIS DE GRADO

TÍTULO:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI SEDE LA MANÁ, DEL CANTÓN LA MANÁ, PROVINCIA DE COTOPAXI, AÑO 2013”.

Tesis presentada previa a la obtención del Título de Ingeniero en Electromecánica.

Autor:

Darwin Vinicio Paredes Moran.

Director:

Ing. Mauricio Adrián Villacrés Jirón.

La Maná – Ecuador.

Enero, 2014.

AUTORÍA

Los criterios emitidos en el presente trabajo de investigación **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI SEDE LA MANÁ, DEL CANTÓN LA MANÁ, PROVINCIA DE COTOPAXI, AÑO 2013”**, son de exclusiva responsabilidad del autor.

Darwin Vinicio Paredes Moran.

C.I. 120668960-4

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el tema: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI SEDE LA MANÁ, DEL CANTÓN LA MANÁ, PROVINCIA DE COTOPAXI, AÑO 2013”**, de Darwin Vinicio Paredes Moran, postulante de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Anteproyecto que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, Enero, 2014.

El Director.

Ing. Mauricio Adrián Villacrés Jirón.

**AVAL DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE REVISIÓN Y
EVALUACIÓN**

TESIS DE GRADO

Sometido a consideración del tribunal de revisión y evaluación del Honorable Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO EN ELECTROMECAÁNICA

TEMA:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI SEDE LA MANÁ, DEL CANTÓN LA MANÁ, PROVINCIA DE COTOPAXI, AÑO 2013”.

REVISADA Y APROBADA POR:

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Adrián Villacrés Jirón.

MIEMBROS DEL TRIBUNAL ESPECIAL

Ing. Carmen Toapanta Toapanta.

Ing. Fernando Jácome Alarcón.

Lcdo. Ringo López Bustamante.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

La Maná - Ecuador

CERTIFICACIÓN

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Sede La Maná; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señor: Paredes Moran Darwin Vinicio cuyo título versa **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI SEDE LA MANÁ, DEL CANTÓN LA MANÁ, PROVINCIA DE COTOPAXI, AÑO 2013”**; lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

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

La Maná, Enero 2014.

Atentamente

.....
Lic. Sebastián Fernando Ramón Amores
DOCENTE
C.I. 050301668-5



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

COORDINACION ACADEMICA ADMINISTRATIVA LA MANÁ
LA MANÁ - COTOPAXI - ECUADOR

CERTIFICADO DE IMPLEMENTACIÓN.

El suscrito Lcdo. Ringo John López Bustamante M.Sc. Coordinador Académico y Administrativo de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná, Certifico que el trabajo del proyecto **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI SEDE LA MANÁ, DEL CANTÓN LA MANÁ, PROVINCIA DE COTOPAXI, AÑO 2013”**, de Paredes Moran Darwin Vinicio, con C.I. 120668960-4, postulante de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica, cumple con los requerimientos técnicos de instalación y operación, para conocimiento del Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi corroboro su correcto funcionamiento al tercer días del mes de Noviembre del año dos mil trece.

Particular que certifico para los fines pertinentes.

“POR LA VINCULACION DE LA UNIVERSIDAD CON EL PUEBLO”

La Maná, Enero del 2013.

.....
Lcdo. Ringo John López Bustamante M.Sc.

Coordinador Académico y Administrativo

Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná

AGRADECIMIENTO

Mis sinceros agradecimientos y admiración para mis catedráticos, quienes con entusiasmo depositaron en mí sus conocimientos y a la Universidad Técnica de Cotopaxi Sede La Maná por todas las enseñanzas recibidas.

Gracias a mi familia, en especial a mi Madre y Hermano por todo el apoyo que me dieron en el tiempo de mis estudio.

Darwin Paredes.

DEDICATORIA

Dedico con mucho amor este primer paso en mi vida profesional, a Dios por darme las virtudes y la fortaleza necesaria para salir siempre adelante a través de las dificultades para colocarme en el mejor camino, iluminando cada paso de mi vida, sé que siempre estás aquí conmigo en las buenas y en las malas por eso te pido que me bendigas como Profesional en la carrera de Ingeniería en Electromecánica, a mi querida Madre: Juana Moran Villagómez, quien es verdaderamente la dueña de este título, sin su apoyo no lo hubiese logrado, mil gracias por ser mi guía y por ser un ejemplo de trabajo y sacrificio de 5 años de estudio y de un aprendizaje que siempre llevaré grabado en mi corazón. Al Ing. Tutor, Mauricio Adrián Villacrés Jirón por la labor incondicional emprendida y por sus vastos conocimientos depositados en mí.

Darwin Paredes.

ÍNDICE GENERAL

Portada	
Autoría	ii
Aval del Director de tesis	iii
Aval de los Miembros del Tribunal	iv
Certificado del Abstract	v
Certificado de Implementación	vi
Agradecimiento	vii
Dedicatoria	viii
Índice General	ix
Índice de Contenido	x
Índice de Figuras	xiv
Índice de Cuadros	xv
Resumen	xvi
Abstract	xvii
Introducción	xviii

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Capítulo 1	1
1.	Fundamentación Teórica	1
1.1	Antecedentes Investigativos	1
1.1.1	Proyecto 1	1
1.1.2	Proyecto 2	2
1.2	Categorías Fundamentales	3
1.3	Marco Teórico	3
1.3.1	Electricidad	3
1.3.1.1	Historia de la Electricidad	4
1.3.1.2	Generación de Energía	4
1.3.1.3	Leyes de la Electricidad	6
1.3.1.4	Voltaje	7
1.3.1.5	Corriente Eléctrica	9
1.3.1.6	Resistencia Eléctrica	10
1.3.2	Principio de Funcionamiento de las Máquinas Eléctricas	12
1.3.2.1	Ley de Lenz	12
1.3.2.2	Ley de Faraday	14
1.3.2.3	Componentes de los Motores Eléctricos	15
1.3.3	Electromagnetismo	21
1.3.3.1	Electrostática	21
1.3.3.2	Electroimán	23
1.3.3.3	Magnetostática	24
1.3.3.4	Campos Eléctrico y Magnético	25
1.3.4	Tipos de Máquinas Eléctricas	27
1.3.4.1	Máquina Inducción	27
1.3.4.2	Máquina Síncrona	29
1.3.4.3	Máquina de Corriente Continúa	32
1.3.5	Tipos de Arranque de Motores Eléctricos	35
1.3.5.1	Arranque Directo	35

1.3.5.2	Arranque Estrella y Triángulo	35
1.3.5.3	Arranque con Autotransformador	37
1.3.5.4	Arranque con Resistencias Estatórica	38
1.3.6	Eficiencia de los Motores Eléctricas en Plena Carga	39
1.3.6.1	Eficiencia en los Motores Eléctricos	39
1.3.6.2	Rango de Eficiencia de los Motores	41
1.3.6.3	Cálculos de la Potencia de Cargas Reactivas (Inductivas)	42
	Capítulo 2	44
2	Análisis e Interpretación de Resultados	44
2.1	Breve Caracterización de la Institución	44
2.1.1	Historia	44
2.1.2	Misión	46
2.1.3	Visión	46
2.2	Operacionalización de las Variables	47
2.3	Análisis e Interpretación de Resultados	48
2.3.1	Diseño Metodológico	48
2.3.1.1	Tipos de Investigación	48
2.3.1.2	Metodología	48
2.3.1.3	Unidad de Estudio (Población y Muestra)	49
2.3.2	Métodos y Técnicas a ser Empleadas	52
2.3.2.1	Métodos y Técnicas	52
2.3.2.2	Posibles Alternativas de Interpretación de los Resultados	53
2.3.3	Resultados de las Encuestas	53
2.3.4	Resultados de la Encuesta	58
2.4	Verificación de la Hipótesis	59
2.5	Diseño de la Propuesta	59
2.5.1	Ubicación Geográfica.	60
2.5.2	Datos Informativos	60
2.5.3	Justificación	61
2.5.4	Objetivos	62
2.5.4.1	Objetivo General	62
2.5.4.2	Objetivos Específicos	62

	Capítulo 3	63
3	Validación de la Aplicación	63
3.1	Introducción	63
3.2	Estudio de Carga	64
3.2.1	Estudios de Carga y Demanda	64
3.2.2	Instalación (Conductor)	66
3.2.2.1	Tabla de Conductores	66
3.2.2.2	Especificaciones Técnicas del Conductor	66
3.3	Dimensionamiento de Disyuntores	67
3.3.1	Fusibles Trifásico	68
3.3.2	Selección de Contactores	68
3.3.4	Relés Térmicos	69
3.3.5	Temporizador	70
3.3.6	Pulsadores (rasantes)	70
3.3.7	Luces Pilotos	71
3.3.8	Tomas y Enchufes Industriales	71
3.3.9	Selección del Motor Trifásico	72
3.3.10	Diseño Mecánico del módulo	73
3.3.10.1	Diagrama Unifilar del Laboratorio	74
3.3.11	Presupuesto	75
3.3.12	Práctica N° 1	76
3.3.13	Práctica N° 2	78
3.3.14	Práctica N° 3	81
3.3.15	Práctica N° 4	84
3.3.16	Práctica N° 5	87
3.3.17	Práctica N° 6	90
3.3.18	Práctica N° 7	93
3.3.19	Práctica N° 8	96
3.3.20	Práctica N° 9	99
3.3.21	Práctica N° 10	102
3.3.22	Práctica N° 11	106
3.3.23	Práctica N° 12	109

3.4	Conclusiones	112
3.5	Recomendaciones	112
3.6	Referencias Bibliográficas	113
	Anexos	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 1	Representación del Concepto de Corriente Eléctrica	9
Figura. 2	Asociaciones Generales de Resistencias: a) Serie y b) Paralelo	11
Figura. 3	Ilustración de la Ley de Lenz	13
Figura. 4	Conductor que se Mueve a Través de un Campo Magnético	14
Figura. 5	Estator que Constituye la Parte Fija del Motor	16
Figura. 6	Rotor Constituye la Parte Móvil del Motor	17
Figura. 7	Cojinetes de Deslizamiento	18
Figura. 8	Cojinetes de Rodamiento	19
Figura. 9	Placa Características del Motor Eléctrico	20
Figura. 10	Campo Eléctrico Producido por dos Carga	21
Figura. 11	Sentido del Campo Magnético del Solenoide Atravesara el Núcleo	23
Figura. 12	Trayectoria Bajo la Fuerza de Lorentz de una Partícula	24
Figura. 13	Campos Vectoriales	26
Figura. 14	Tipos de Máquinas Síncronas y sus Inductores Alimentados por C.C	30
Figura. 15	Máquina Síncrona de Baja Potencio	31
Figura. 16	Aspectos Constructivos de una Máquina de C:C	34
Figura. 17	Circuito de Potencia de un Arranque Directo	35
Figura. 18	Circuito de Potencia de un Arranque Estrella Triangulo	36
Figura. 19	Circuito de Potencia de un Arranque por Autotransformador	37
Figura. 20	Circuito de Potencia Arranque con Resistencias Estatórica	38
Figura. 21	Línea Discontinua Indica Valores Típicos de Eficiencia	41
Figura. 22	Curva de Distribución de la Eficiencia en Motores	42
Figura. 23	Ubicación Geográfica	60

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros. 1	Operacionalización de las Variables	47
Cuadros. 2	Población 1	49
Cuadros. 3	Aleatorio Estratificado Proporcional	51
Cuadros. 4	Resultado de Encuesta 1	53
Cuadros. 5	Resultado de Encuesta 2	54
Cuadros. 6	Resultado de Encuesta 3	54
Cuadros. 7	Resultado de Encuesta 4	55
Cuadros. 8	Resultado de Encuesta 5	55
Cuadros. 9	Resultado de Encuesta 6	56
Cuadros. 10	Resultado de Encuesta 7	56
Cuadros. 11	Resultado de Encuesta 8	57
Cuadros. 12	Resultado de Encuesta 9	57
Cuadros. 13	Resultado de Encuesta 10	58
Cuadros. 14	Planilla para la Determinación de Demanda Requerida	64
Cuadros. 15	Tabla de Conductores	66
Cuadros. 16	Referencias Técnicas del Disyuntor	67
Cuadros. 17	Referencias Técnicas de los Fusible Trifásico	68
Cuadros. 18	Referencias Técnicas de los Contactores	69
Cuadros. 19	Referencias Técnicas de los Relés Térmicos	69
Cuadros. 20	Referencias Técnicas de los Temporizador	70
Cuadros. 21	Referencias Técnicas de los Pulsadores	71
Cuadros. 22	Referencias Técnicas de las Luces Pilotos	71
Cuadros. 23	Referencias Técnicas de los Tomas y Enchufes Industriales	72
Cuadros. 24	Placa Características del Motor Trifásico	72
Cuadros. 25	Presupuesto	75

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

TEMA: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI SEDE LA MANÁ, DEL CANTÓN LA MANÁ, PROVINCIA DE COTOPAXI, AÑO 2013”.

AUTOR: Darwin Paredes

RESUMEN

El presente trabajo de tesis tiene como finalidad diseñar e implementación de un laboratorio de máquinas eléctricas, para realizar práctica de laboratorio con motores de inducción para la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi Sede La Maná. Se estudian diversos factores que permiten realizar la investigación para que los estudiantes, por medio de estas prácticas enriquezca de manera adecuada en sus conocimientos teórico-práctico en el laboratorios; desarrollando habilidades y destrezas lo cual permite estar actualizado con los diferentes avances tecnológicos.

Esta investigación se realizó mediante la información obtenida de diferentes libros y la puesta en práctica de nuestros conocimientos, experiencias, obtenidos en las aulas universitarias, lo cual ha permitido construir nuestro trabajo de tesis, la implementación de módulos didácticos que permitirán realizar las conexiones adecuadas, ver el funcionamiento de los motores trifásicos. Las principales conclusiones de este trabajo están referidas al manejo, selección, mantenimiento, con el fin de realizar prácticas actualizadas de acuerdo a la tecnología existente a través de la misma que los estudiantes tengan nociones del manejo de estos equipos que encontrarán en su ambiente profesional.

COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY

ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES CAREER

ELECTROMECHANICAL ENGINEERING

THEME: “DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A LABORATORY FOR ELECTRICAL MACHINES IN COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY LA MANÁ, LA MANÁ CANTON, COTOPAXI PROVINCE, 2013”.

AUTHOR: Darwin Paredes

ABSTRACT

This thesis has as aim the design and implementation of a laboratory for electric machines to practice with induction motors for the Engineering and Applied Sciences Career in Cotopaxi Technical University La Maná. Many factors were studied that allow realizing the investigation in order that students through these practices enrich adequately their theoretical- practical knowledge in the labs; developing skills and abilities which permits being updated with the different technological advances.

This research was conducted using information from different books and the implementation of knowledge and experience obtained in university classrooms , which allowed to develop the thesis , the implementation of training modules that will let make the proper connections , see the operation of three-phase motors . The main conclusions of this work are referred to the management, selection, maintenance, in order to make updated practices according to existing technology and through this, students have notions of management of this equipment, that they will find in their professional environment.

INTRODUCCIÓN

En la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas en la Carrera de Ingeniería Electromecánica, surge la necesidad de implementar un laboratorio de máquinas eléctricas, dotándoles con equipos técnicos-prácticos con una visión acorde al avance tecnológico, enmarcándole al futuro profesional dentro de esta rama poder seguir elevando su nivel académico

Es pertinente, antes de abordar con amplitud el tema propuesto referirnos en términos generales a la importancia que tiene las máquinas eléctricas actualmente es una ciencia que forma parte de la Ingeniería en Electromecánica, relativo al diseño y aplicación de equipos, por lo general los contactores mediante pulsadores hacen generar el movimiento de diversas maquinarias como los motores eléctricos.

Para la elaboración de la propuesta se utilizaron los métodos experimental, descriptivo, los mismo que permite recoger, organizar, resumir, presentar, analizar, generalizar, los resultados de las observaciones, para dar una idea clara que servirá para realizar un estudio minucioso acerca de la implementación del laboratorio.

Los elementos, equipos implementados en el laboratorio tendrán como objetivos mejorar los conocimientos de estudiante mediante, doce guías prácticas que se elaboraron con la finalidad de explicar de una manera sencilla la forma de utilizar los equipos implementados de máquinas eléctricas.

El contenido de la presente tesis está estructurado en 3 capítulos:

El Capítulo I: Proporciona las subestructuras teórica, principios y conceptos básicos referidos a la electricidad, el funcionamiento de las máquinas eléctricas electromagnetismo, tipos de máquinas eléctricas, tipos de arranque de máquinas eléctricas, eficiencia de carga de los motores eléctricos. Adentrando a los antecedentes del problema con el respectivo planteamiento del estudio.

Capítulo II: Operacionalización de las Variables dependientes e independientes con sus respectivas dimensiones, subdimensiones, indicadores y sistema de medición; análisis e interpretación estadística del estudio de campo (encuesta y observación) con la comprobación de las respectivas hipótesis.

Capítulo III: Resolución del problema por medio de la propuesta: implementación de módulos de control para prácticas con motores de inducción con rotor jaula de ardilla, para bajas tensiones. Siendo los puntos fundamentales el estudio de carga y conductibilidad; sumado a los elementos de protección, mando y visualización, que son para el control de los motores trifásicos, conjuntamente se tendrá una guía de prácticas a ser efectuadas. Concluyendo con las recomendaciones y conclusiones.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 Antecedentes

Una vez realizadas las investigaciones en torno al tema, se presenta a continuación la información de dos proyectos similares:

1.1.1 Proyecto 1.

Diseño de un laboratorio de motores eléctricos para ensayos; mantenimiento y reparación y análisis de factibilidad para la implementación.

En la actualidad la Armada del Ecuador no posee un medio efectivo para el mantenimiento, monitoreo y reparación de motores eléctricos que se tienen en las unidades de la Escuadra Naval, por estas circunstancias creemos necesario que la Armada debe contar con una instalación eficiente y confiable donde se demuestre por medio de ensayos, guiados por normas estándares las condiciones reales de los motores eléctricos tanto nuevos como reparados, ante dicha necesidad el presente trabajo tiene como objetivo, diseñar un laboratorio de ensayo, reparación y mantenimiento de motores eléctricos para las unidades de la Comandancia de la Escuadra Naval. (VILLALVA, Luis: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1/1753.pdf>. 2009, pág. 1)

Se concluye que un moderno laboratorio de prueba de motores eléctricos, con tecnología avanzada, permitirá tener en óptimas condiciones los equipos, que disponer la Naval, este trabajo contribuirá a la Armada en la disminución del porcentaje (5%) de falla en un motor eléctrico en sus unidades, ayudando de esta manera al cumplimiento de sus objetivos, que son brindar seguridad y custodiar nuestra soberanía.

1.1.2 Proyecto 2.

Diseño y construcción de un banco de prácticas en motores eléctricos, como apoyo a la asignatura diseño de máquinas II.

En el ejercicio de la profesión los ingenieros mecánicos, deben enfrentarse a los sistemas electromecánicos cuya fuente motriz generalmente son motores eléctricos. Es por esto; que el objetivo de este proyecto fue generar una serie de prácticas para que los estudiantes de pregrado de ingeniería mecánica adquieran un conocimiento técnico que complemente los conocimientos teóricos adquiridos en la asignatura diseño de máquinas II.

El control industrial de motores eléctricos se enfoca generalmente a su arranque, variación de velocidad, inversión de giro y operación remota de los circuitos de control. Siendo necesario proteger la operación de los mismos mediante la adecuada selección de los elementos de protección. Además es fundamental reconocer y diferenciar tipos de rotores y motores al observarlos físicamente.

El resultado de este proyecto fue la construcción de un banco que permite a los estudiantes reconocer tipos de motores eléctricos, realizar la selección de protecciones, mediante catálogos comerciales, construir los circuitos de: arranque directo, arranque estrella-triángulo, inversión de giro. Los estudiantes deben cablear los circuitos usando los elementos reales y apoyándose en diagramas

eléctricos, con la finalidad de que adquieran experiencia técnica y reconozcan los circuitos y elementos con los que posiblemente tendrán contacto en su vida profesional. Al ser operado por estudiantes, el banco está diseñado para evitar el contacto de los mismos con la corriente eléctrica mediante un sistema de seguridad que inhabilita la energización de los circuitos cuando las cajas de montaje están abiertas. (RODRÍGUEZ, Rolando: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/3496>. 2010, pág. 27)

Se concluyó que debido a que los motores eléctricos son ampliamente utilizados en la industria, el conocimiento práctico al respecto de su control debe ser una competencia del ingeniero mecánico que está en continuo contacto con ellos, de esta manera el ingeniero mecánico adquiere un mayor control del mantenimiento y operación de los motores eléctricos.

1.2 Categorías Fundamentales.

1.3.1 Electricidad

1.3.2 Principio de Funcionamiento de las Máquinas Eléctricas

1.3.3 Electromagnetismo

1.3.4 Tipo de Máquinas Eléctricas

1.3.5 Tipo de Arranque de las Máquinas Eléctricas

1.3.6 Eficiente de los Motores Eléctricas en Carga

1.3 Marco Teórico.

1.3.1 Electricidad.

La electricidad es una rama de la física que estudia los fenómenos eléctricos además de una tecnología que aprovecha los efectos eléctricos relacionados con la presencia de flujo magnético, electricidad estática e inducción electromagnética.

1.3.1.1 Historia de la Electricidad.

El desarrollo de la electricidad se inició hace más de un siglo, cambiando desde entonces nuestra forma de vida. La energía eléctrica es usada para mover diferente maquinaria, tanto auxiliar como para la iluminación. Por eso es necesario disponer una fuente constante de electricidad. Así como de los elementos necesarios para su distribución. (MARTÍN, Francisco. 2009, pág. 11)

En principio, se puede decir que la electricidad interviene en la mayoría de los aspectos de nuestra vida y según avanza la tecnología se hace cada vez ms imprescindible, de tal forma que si tuviéramos que prescindir de ella la humanidad se vería inmersa en una segunda (edad media), ya que veríamos desaparecer elementos esenciales en nuestra vida desde la luz hasta lo más superficial como una lámpara. (MARTÍN, Ricardo. 2008, pág. 7)

La electricidad es originada por las cargas eléctricas en reposo o en movimiento entre ellas. Cuando varias cargas eléctricas quedan en reposo relativo se ejercen entre ellas fuerzas electrostáticas. Cuando las cargas eléctricas también están en movimiento relativo se ejercen también fuerzas magnéticas. Se conocen dos tipos de cargas eléctricas subatómicas: positivas protones y negativas electrones.

1.3.1.2 Generación de Energía.

La generación en términos generales consiste en transformar alguna clase de energía no eléctrica, sea esta química, mecánica, térmica, entre otras, en energía eléctrica, para la generación industrial se recurre a instalaciones denominadas centrales eléctricas, que ejecutan alguna de las transformaciones citadas, estos constituyen el primer escalón del sistema de suministro eléctrico.

Energía Eólica

La energía eólica es un recurso abundante, renovable, limpio y ayuda a disminuir las emisiones de gases del efecto invernadero al reemplazar termoeléctricas a base de combustibles fósiles lo que la convierte en un tipo de energía verde, en la actualidad la energía eólica es utilizada principalmente para producir energía eléctrica mediante aerogeneradores. (JAIME, Velasco. 2008, pág. 287)

Energía Térmica

La energía térmica o calorífica es la parte de energía interna de un sistema termodinámico en equilibrio que es proporcional a su temperatura absoluta y se incrementa o disminuye por transferencia de energía generalmente en forma de calor o trabajo en procesos termodinámicos. A nivel microscópico y en el marco de la teoría cinética es el total de la energía cinética media presente como el resultado de los movimientos aleatorios de átomos y moléculas o agitación térmica que desaparecen en el cero absoluto. (JAIME, Velasco. 2008, pág. 59)

Energía Solar

Se denomina energía solar a la obtención de energía eléctrica a través de paneles fotovoltaicos que están formados por dispositivos semiconductores tipo diodo que al recibir radiación solar se excitan y provocan saltos electrónicos generando una pequeña diferencia de potencial entre sus extremos. El acoplamiento en serie de varios de estos fotodiodos permite la obtención de mayores voltajes para alimentar pequeños dispositivos electrónicos. A mayor escala la corriente eléctrica continua que proporcionan los paneles fotovoltaicos se puede transformar en corriente alterna e introducir en la red eléctrica. (JAIME, Velasco. 2008, pág. 139)

Energía Hidráulica

Se denomina energía hidráulica o energía hídrica a aquella que se obtiene del aprovechamiento de las energías cinética y potencial de la corriente de ríos saltos de agua o mareas. Es un tipo de energía verde cuando su impacto ambiental es mínimo y usa la fuerza hídrica sin represarla caso contrario es considerada solo una forma de energía renovable. La energía hidráulica resulta muy útil, ya que aprovecha un recurso renovable, por lo que es muy rentable este tipo de energía produce directamente energía mecánica o eléctrica a partir de una forma de energía mecánica. (MARTÍN, Ricardo. 2008, pág. 22)

1.3.1.3 Leyes de la Electricidad.

Ley de Ohm

La ley de Ohm (en honor al físico alemán George Simón Ohm, 1789-1854), se puede decir que constituye el fundamento del cálculo de los circuitos eléctrico o electrónicos, por medio de esta ley se calculan los valores de voltaje, intensidad y resistencia, conociendo dos de estos tres valores fundamentales se halla el otro valor y sus utilidades se desarrollan en los circuito eléctricos.

La ley de Ohm dice que la intensidad (I) de corriente que circula por un conductor de resistencia R es directamente igual al valor de la tensión (V) e inversamente igual al valor de su resistencia, esto se expresa por medio de la fórmula siguiente:

$$I = \frac{V}{R}$$

La ley de Ohm tal como ya la conocemos se aplica simplemente a los circuitos de corriente directa, siempre que haya un flujo de corriente eléctrica tiene que existir su correspondiente circuito, es indicar el camino que esta sigue desde la fuente a la carga y de vuelta de la carga a la fuente. (DONATE, Antonio. 2009, pág. 79)

Ley de Joule

El efecto joule es el calentamiento experimentado por un material conductor al ser atravesado por la corriente eléctrica, este calentamiento se debe a que los electrones al trasladarse rozan con los átomos de conductor lo cual puede dar lugar a defectos (calentamiento de los conductores). Esto es como consecuencia del trabajo realizado por la corriente en su circulación de electrones se producen roces y choques entre dichas partículas que dan lugar a un calentamiento, el trabajo eléctrico (julios) que se transformará en calor en un conductor de resistencia R cuando es recorrido por una corriente de intensidad I viene dado por:

$$W = I * V * t = I(I * R) * t = I^2 * R * t$$

A esta consecuencia de desprendimiento de energía calorífica por el paso de la corriente se conoce por ley (o efecto) Joule, en honor al físico James Prescott Joule (1818-1889) que en 1841 enunció dicho efecto, que se resume en:

"La circulación de una intensidad de corriente en un conductor de resistencia R produce un efecto de calentamiento, que es proporcional al valor de resistencia (R), al cuadrado del valor de la intensidad (I^2) y al tiempo (t)".

Como se deduce cuanto más tiempo esté circulando la corriente más cantidad de calor se generará, es por esto que los soldadura, tardan un cierto tiempo en calentarse y adquirir una cierta temperatura; conforme pasa el tiempo se van generando más calorías y va aumentando así la temperatura, hasta un cierto valor dependiente de calor generado. (DONATE, Antonio. 2009, pág. 167)

1.3.1.4 Voltaje.

El voltaje es el diferencial eléctrico entre ambos cuerpos considerando que si ambos puntos establecen un contacto de flujo de electrones ocurriría una

transferencia de energía de un punto al otro debido a que los electrones (con carga negativa) son atraídos por protones (con carga positiva) y a su vez que los electrones son repelidos entre sí por contar con la misma carga.

A mayor diferencia de potencial o presión que ejerza una fuente de FEM (Fuerza Electromotriz) sobre las cargas eléctricas o electrones contenidos en un conductor mayor será el voltaje o tensión existente en el circuito al que corresponda ese conductor es independiente del camino recorrido por la carga y depende exclusivamente del potencial en el campo. (DONATE, Antonio. 2009, pág. 13)

Voltaje es la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos de un circuito es la presión que ejerce una fuente de suministro de energía eléctrica o fuerza electromotriz (FEM) sobre las cargas eléctricas o electrones en un circuito eléctrico cerrado para que se establezca el flujo de una corriente eléctrica.

$$V = I * R$$

Dónde:

V: Voltaje.

I: Intensidad.

R: Resistencia.

El voltaje más llamado fuerza electromotriz FEM representado *V* es toda causa capaz de mantener una diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito abierto o de producir una corriente eléctrica en un circuito cerrado. (MARTÍN, Ricardo. 2008, pág. 45)

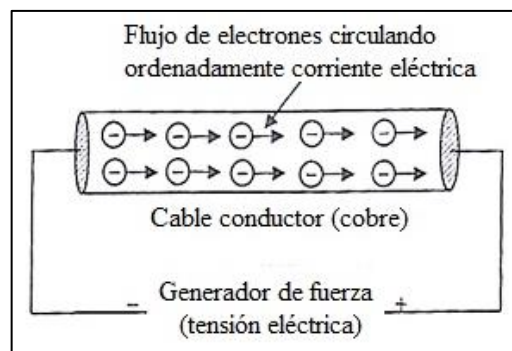
Voltaje puede ser causado por campos eléctricos estáticos, por corriente eléctrica a través de un campo magnético, por campos magnéticos que varían con el tiempo o una combinación de las tres. Se mide en voltios y se simboliza como *V* y puede representar ya sea a la fuente de energía o una energía almacenada.

1.3.1.5 Corriente Eléctrica.

El termino corriente eléctrica, o simplemente corriente, se emplea para describir el flujo de carga que pasa por un conductor, la mayor parte de las aplicaciones prácticas de la electricidad tienen que ver con corrientes eléctricas.

FIGURA N° 1

REPRESENTACIÓN DEL CONCEPTO DE CORRIENTE ELÉCTRICA.



Fuente: Principios de Electricidad y Electrónica, pág. 14.

Basándonos en la hidráulica, la corriente equivale al agua que circula por una tubería y el conductor de electricidad (un cable de cobre) equivale a la tubería por la cual circula el agua. En la figura 5 se representa la circulación de la corriente eléctrica a través de un conductor. (DONATE, Antonio. 2009, pág. 14)

Corriente eléctrica es el desplazamiento de electrones a través de un conductor si partimos de la idea de que los cuerpos siempre tienden al equilibrio eléctrico uniendo dos materiales uno con defecto de electrones (cargado positivamente) y otro con exceso de éstos (cargado negativamente). Según la Ley de Ohm, la intensidad de la corriente es igual al voltaje dividido por la resistencia.

$$I = \frac{V}{R}$$

Dónde:

I: Intensidad.

V: Voltaje.

R: Resistencia.

El movimiento de electrones de un material a otro se denomina, por tanto, corriente eléctrica. Si el movimiento de electrones es mayor, habrá mayor corriente, y si es menor habrá menos corriente, en conclusión la corriente eléctrica tiene un sentido determinado negativo hacia positivo. (MARTÍN, Ricardo. 2008, pág. 10)

Lo que conocemos como corriente eléctrica no es otra cosa que la circulación de cargas o electrones a través de un circuito eléctrico cerrado, que se mueven siempre del polo negativo al polo positivo de la fuente de suministro de fuerza electromotriz (FEM).

1.3.1.6 Resistencia Eléctrica.

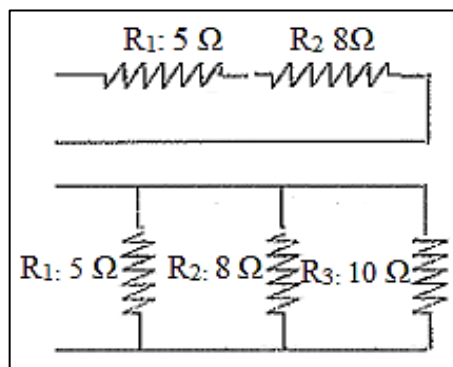
Se define resistencia eléctrica, a la mayor o menor oposición que presentan los cuerpos al paso de la corriente eléctrica, todo material por buen conductor que sea presenta algo de resistencia al paso de la corriente, en los cuerpos no conductores de la corriente, aislante la oposición es tan elevada que no permite prácticamente ningún paso de corriente.

La resistencia eléctrica es una propiedad que tienen los materiales de oponerse al paso de la corriente. Los conductores tienen baja resistencia eléctrica, mientras que en los aisladores este valor es alto en resistencia debido a rozamientos y choques con otras partículas. Por este factor de resistencia depende del tipo de material; los materiales son mejores conductores cuanto mayor sea su cantidad de electrones libres. (DONATE, Antonio. 2009, pág. 47)

Se denomina resistencia a la dificultad que muestra un material al paso de la corriente eléctrica. Un material será más resistente que otro cuando excite una diferencia de potencial igual entre los extremos de los dos materiales en uno habrá más corriente eléctrica que lo atravesase que en el otro la resistencia eléctrica se representa con la letra R y tiene como unidad el ohmio que se representa como Ω .

FIGURA N° 2

ASOCIACIONES GENERALES DE RESISTENCIAS: SERIE Y PARALELO.



Fuente: Manual de Electricidad, pág. 10.

Dicha dificultad responde a que los núcleos de los átomos del material resistente atraen a los electrones que se desplazan a través suyo y su fórmula es.

$$R = \frac{V}{I}$$

Dónde:

R: Resistencia en ohmios.

V: Diferencia de potencial en voltios.

I: Intensidad de corriente en amperios.

Esta definición es válida para la corriente continua y alterna cuando se trate de elementos resistivos puros esto es sin componente inductiva ni capacitiva de

existir estos componentes reactivos la oposición mostrada a la circulación de corriente recibe el nombre de impedancia. (MARTÍN, Ricardo. 2008, pág. 10)

Resistencia eléctrica es toda oposición que encuentra la corriente a su paso por un circuito eléctrico cerrado atenuando o frenando el libre flujo de circulación de las cargas eléctricas o electrones. Cualquier dispositivo o consumidor conectado a un circuito eléctrico representa en sí una carga resistencia u obstáculo para la circulación de la corriente eléctrica.

1.3.2 Principio de Funcionamiento de las Máquinas Eléctricas.

Definimos a las máquinas eléctricas como el conjunto de mecanismos capaz de producir, transformar la energía eléctrica, las máquinas eléctricas pueden clasificarse en: Generadores son máquinas que transforman energía mecánica en energía eléctrica y los motores son máquinas que transforman energía eléctrica en mecánica, realizando la función inversa que los generadores.

1.3.2.1 Ley de Lenz.

La ley de Lenz (en honor del físico Germano-Báltico Heinrich Lenz quien la formuló en el año 1834) el plantea que las tensiones inducidas serán de un sentido tal que se opongan a la variación del flujo magnético que las produjo; no obstante esta ley es una consecuencia del principio de conservación de la energía. La polaridad de una tensión inducida, que tiende a producir una corriente, cuyo campo magnético se opone siempre a las variaciones del campo existente producido por la corriente original. El sentido de la corriente inducida sería tal que su flujo se opone a la causa que la produce. El flujo de un campo magnético uniforme a través de un circuito plano viene dado por:

$$\Phi = B * S * \cos \alpha$$

Dónde:

Φ : Flujo magnético.

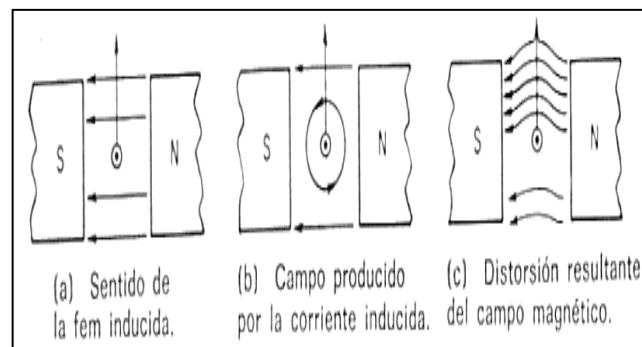
B : Inducción magnética.

S : Superficie del conductor.

α : Ángulo que forman el conductor y la dirección del campo.

FIGURA N° 3

ILUSTRACIÓN DE LA LEY DE LENZ.



Fuente: Máquinas Eléctricas y Transformadores, pág. 10.

Que rodea al conductor, repele al campo magnético situado por encima de él y atrae al campo magnético situado por debajo de él (o sea, la corriente inducida produce un campo que se opone al movimiento que la origina). La tendencia del campo magnético es por consiguiente, de tal naturaleza, según la ley de Lenz, que se opone al movimiento hacia arriba del conductor.

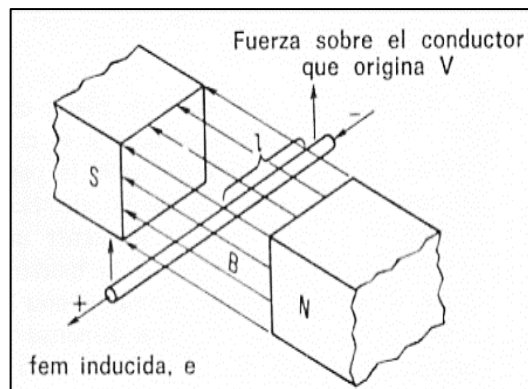
Considérese el conductor indicado como un generador elemental que está accionado por alguna máquina motriz primaria hacia arriba, como se indica. Si a este generador elemental se conecta alguna carga eléctrica, tenderá a circular corriente en el conductor, en el mismo sentido que la fem originando un campo magnético alrededor del conductor el campo magnético en sentido contrario al de las agujas del reloj. (KOSOW, Irving. 2007. Pág. 11)

1.3.2.2 Ley de Faraday.

Ley de Faraday genera una tensión en un circuito por medio de un dispositivo de naturaleza química análogo a una pila seca o una batería. La contribución única del descubrimiento de Faraday en 1831 fue la generación de una tensión debida al movimiento relativo de un campo magnético y un conductor de electricidad. Faraday denominó a esta tensión, tensión «inducida» debido a que sólo se genera cuando existe un movimiento relativo entre el conductor y el campo magnético sin contacto (físico) real entre ellos pero el principio de inducción electromagnética quizás se comprende mejor en el diagrama que aparece.

FIGURA N° 4

CONDUCTOR DE LONGITUD QUE SE MUEVE A TRAVÉS DE UN CAMPO MAGNÉTICO **B** GENERANDO UNA FEM.



Fuente: Máquinas Eléctricas y Transformadores, pág. 5.

La ley de Faraday puede expresarse así: El valor de tu tensión inducida en una sola espira de hilo es proporcional a la velocidad de variación de las líneas de fuerza que la atraviesan. Neumann en 1845 expresó cuantitativamente lo anterior en una ecuación en la que la magnitud de la fuerza electromotriz inducida generada era directamente proporcional a la velocidad de variación del flujo.

$$E = \frac{\Phi}{t} \text{Volts (V)}$$

Dónde:

Φ : Es el flujo en líneas o de maxwells (sistema inglés).

t : Es el tiempo en segundos en el cual se enlazan que son Φ líneas.

E : Es el voltaje promedio generado por conductor.

De la definición y ecuación anteriores, es evidente que la tensión inducida generada puede incrementarse aumentando la intensidad del campo magnético (o sea, el número de líneas de flujo en movimiento relativo respecto al conductor) o reduciendo el tiempo durante el que se produce la variación en la concatenación de flujo (o sea, aumentando la velocidad o el movimiento relativo entre el conductor y el campo magnético). (KOSOW, Irving. 2007. pág. 6)

1.3.2.3 Componentes de los Motores Eléctricos.

Los motores eléctricos están constituidos por unos circuitos magnéticos y dos eléctricos uno colocado en la parte fija (estator) y otro en la parte móvil (rotor). El circuito magnético de los motores de corriente alterna está formado por chapas magnéticas apiladas y aisladas entre sí para eliminar el magnetismo permanente.

Estator

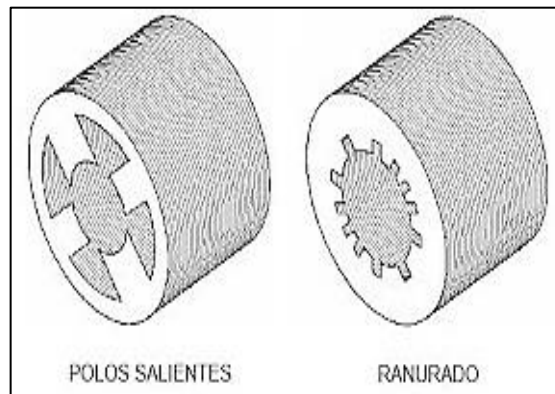
El estator es el elemento que opera como base, permitiendo que desde ese punto se lleve a cabo la rotación del motor, el estator no se mueve mecánicamente pero sí magnéticamente. Existen dos tipos de estatores:

- Estator de polos salientes
- Estator ranurado

El estator está constituido principalmente de un conjunto de láminas de acero al silicio (llamadas “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 suministran los polos magnéticos. Los polos de un motor siempre son pares (pueden ser 2, 4, 6, 8, 10.) y por ello el mínimo de polos que puede tener un motor para funcionar es dos (un norte y un sur).

FIGURA N° 5

ESTATOR CONSTITUYE LA PARTE FIJA DEL MOTOR.



Fuente: Máquinas Eléctricas, pág. 98.

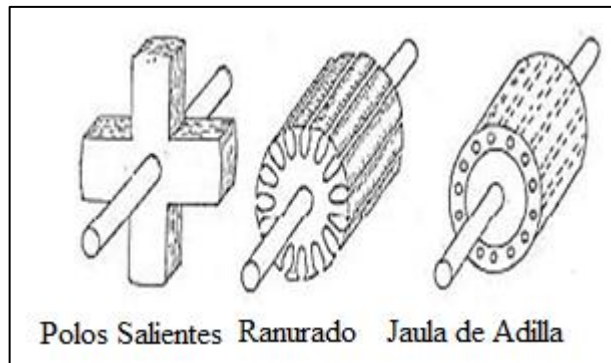
Rotor

El rotor es el elemento de transferencia mecánica porque 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 tres tipos:

- Rotor ranurado
- Rotor de polos salientes
- Rotor jaula de ardilla

FIGURA N° 6

ROTOR CONSTITUYE LA PARTE MÓVIL DEL MOTOR.



Fuente: Máquinas Eléctricas, pág. 99.

Bobinado

Un motor trifásico tiene dos grupos de devanados en el estator, el primer grupo se conoce como el devanado de trabajo, el segundo se le conoce como devanado de arranque, estos dos devanados se conectan en paralelo entre sí el voltaje de línea se aplica a ambos al energizar el motor.

Carcasa

La carcasa es la parte que resguarda y cubre al estator y al rotor el material empleado para su fabricación depende del tipo de motor de su aplicación diseño y puede ser; Cerrada, abierta, a prueba de explosiones, de tipo sumergible.

Caja de Conexiones

Por lo general en la mayoría de los casos los motores eléctricos cuentan con 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.

Cojinetes

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 que son:

Cojinetes de deslizamiento: Operan basándose en el principio de la película de aceite, esto es, que consta una delgada capa de lubricante entre el eje y la superficie de apoyo.

FIGURA N° 7

COJINETES DE DESLIZAMIENTO.



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

Cojinetes de rodamiento: Se utilizan preferentemente en lugar 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 corroen tanto como los cojinetes de tipo deslizante.
- Se sustituye fácilmente debido a sus tamaños estándares.

FIGURA N° 8
COJINETES DE RODAMIENTO.



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

Placa de Características

Cada motor debe contar con una placa de características en idioma español fácilmente visible y firmemente sujeta al motor con remaches del mismo material que las placas, deben ser de acero inoxidable la pintura del motor no debe tapar, la información debe ser grabada en el metal de las placas de tal manera que pueda ser leída aunque se borre la coloración e impresiones de superficie.

FIGURA N° 9
PLACA CARACTERÍSTICA DEL MOTOR ELÉCTRICO.

○		1		○	
Typ		2			
3	4	Nr.		5	
6		7	V	8	
9		10	S	11	cos φ 12
13		14		/min	15
16		17	18	V	19
Isol.-Kl. 20		IP 21	22		
○		23		○	

Fuente: Máquinas Eléctricas, pág. 90.

1. Nombre del fabricante.
2. Tamaño, forma de construcción.
3. Clase de corriente.
4. Clase de máquina; motor, generador.
5. Número de fabricación.
6. Identificación del tipo de conexión.
7. Tensión nominal.
8. Intensidad nominal.
9. Potencia nominal. Indicación en kW para motores y generadores en kVA.
10. Unidad de potencia en kW.
11. Régimen de funcionamiento nominal.
12. Factor de potencia.
13. Sentido de giro.
14. Velocidad nominal en revoluciones por minuto revolú/min.
15. Frecuencia nominal.
16. Excitación en máquinas de corriente alterna.
17. Forma de conexión.
18. Máquinas de cc y síncronas: tensión nominal de excitación.
19. Máquinas de cc y síncronas: corriente nominal de excitación.
20. Clase de aislamiento.
21. Clase de protección.
22. Peso en Kg o T.
23. Número y año de edición de la disposición VDE tomada como base.

Un motor eléctrico es un dispositivo rotativo que transforma energía eléctrica en energía mecánica presenta muchas ventajas relación a los motores de combustión tamaño y peso son más reducidos se pueden construir de cualquier tamaño su rendimiento es muy elevado típicamente 80% aumentando el mismo a medida que se incrementa la potencia de la máquina. (FRAILE, Jesús. 2008, pág. 98-100)

1.3.3 Electromagnetismo.

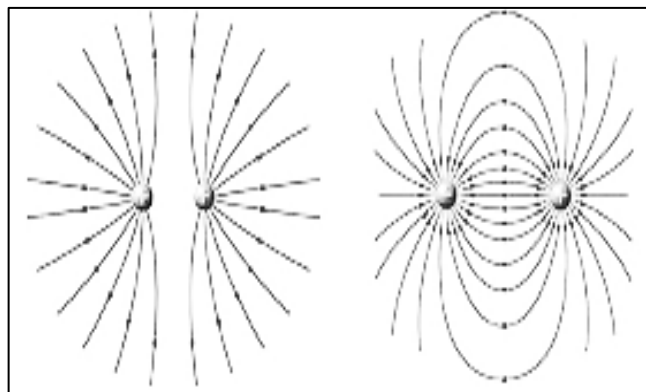
El electromagnetismo es la parte de la ciencia que estudia los fenómenos que ocurren cuando intervienen campos magnéticos y eléctricos, como muchas veces se necesitan campos magnéticos mayores se requiere crearlos con una corriente eléctrica que circule por una bobina.

1.3.3.1 Electrostática.

Es la ciencia que estudia los efectos mutuos que se producen entre los cuerpos como consecuencia de su carga eléctrica es decir el estudio de las cargas eléctricas en reposo sabiendo que las cargas puntuales son cuerpos cargados cuyas dimensiones son despreciables frente a otras dimensiones la carga eléctrica es la propiedad de la materia responsable de los fenómenos electrostáticos cuyos efectos aparecen en forma de atracciones y repulsiones entre los cuerpos que la poseen.

FIGURA N° 10

CAMPO ELÉCTRICO PRODUCIDO POR DOS CARGAS.



Fuente: Manual de Electrónica Aplicada, pág. 48.

La carga eléctrica es una propiedad que poseen algunas partículas subatómicas y que se manifiesta mediante las fuerzas observadas entre ellas la materia cargada eléctricamente es influido por los campos electrostáticos, la interacción entre

carga y campo eléctrico es la fuente de una de las cuatro interacciones fundamentales la interacción electrostática. (MARTÍN, Ricardo. 2008, pág. 48)

Estudia la fuerza eléctrica a través de conceptos del campo eléctrico y de leyes físicas como la Ley de Coulomb, históricamente la electrostática fue la rama del electromagnetismo que primero se desarrolló, hacia finales del siglo XVII el científico inglés Robert Boyle (1627-16919). Posteriormente el ingeniero y físico francés Charles – Agustín de Coulomb publicó un acuerdo donde cuantificaba las fuerzas de atracción y repulsión de cargas eléctricas estáticas.

La Ley de Coulomb

La ley de Coulomb es válida sólo en condiciones estacionarias es decir cuando no hay movimiento de las cargas como aproximación cuando el movimiento se realiza a velocidades bajas y en trayectorias rectilíneas uniformes es por ello que es llamada fuerza electrostática se expresa como:

$$F = k \frac{q_1 * q_2}{d^2}$$

En términos matemáticos, la magnitud F de la fuerza que cada una de las dos cargas puntuales q_1 y q_2 ejerce sobre la otra separadas por una distancia d .

La magnitud de cada una de las fuerzas eléctricas que interactúan dos cargas puntuales en reposo es directamente proporcional al producto de la magnitud de ambas cargas e contrariamente proporcional, la fuerza es de repulsión si las cargas son de igual signo y de atracción si son de signo contrario. (ARAUJO, Diego. 2009, pág. 73)

La electrostática es la rama de la física que estudia los fenómenos resultantes de la distribución de cargas eléctricas en reposo. Estudia la fuerza eléctrica a través de conceptos tales como el campo eléctrico y el potencial eléctrico y de leyes físicas

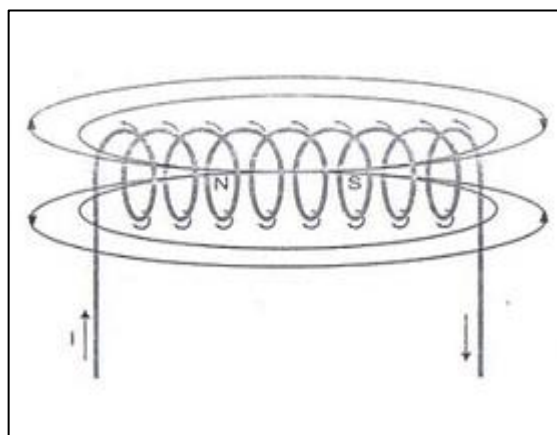
como la Ley de Coulomb. Las acciones eléctricas son directamente proporcionales al producto de sus cargas e inversamente proporcionales al cuadrado de su distancia y dependen del medio en el que ambos se estén.

1.3.3.2 Electroimán.

Se origina cuando un conductor por el que circula una corriente eléctrica se enrolla sobre un núcleo de hierro se obtiene un electroimán la acción electromagnética de la corriente sobre el solenoide producirá un flujo magnético en el núcleo del hierro al igual que lo creaba sobre el aire cuando era este el núcleo.

FIGURA N° 11

SENTIDO DEL CAMPO MAGNÉTICO DEL SOLENOIDE ATRAVESARÁ EL NÚCLEO DEL HIERRO MAGNETIZÁNDOLO.



Fuente: Manual de Electricidad, pág. 40.

El tipo más simple de electroimán es un trozo de alambre enrollado una bobina con forma de tubo recto se llama solenoide y cuando además se curva de forma que los extremos coincidan se denomina toroide. Pueden producirse campos magnéticos mucho más fuertes si se sitúa un (núcleo) de material ferromagnético (normalmente hierro dulce o ferrita aunque también se utiliza el llamado acero eléctrico) dentro de la bobina. (MARTÍN, Ricardo. 2008, pág. 40)

Un electroimán es un cable conductor normalmente de cobre enrollado sobre un núcleo de hierro en el que se hace pasar una corriente eléctrica la corriente es capaz de generar en el núcleo un campo magnético y si hacemos que la corriente eléctrica deje de circular el electroimán pierde la capacidad de atraer los objetos.

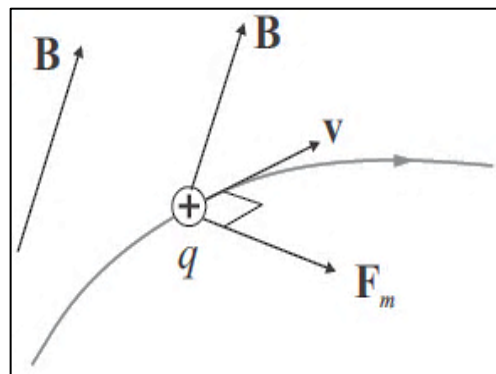
1.3.3 Magnetostática.

Corresponde al estudio del campo producido por corrientes estacionarias es decir independientes del tiempo consideraremos el caso más simple de corrientes filiformes estacionarias todas las posibles interacciones y fenómenos pudieron ser descritos en función de campos y potenciales eléctricos y sus efectos sobre las cargas el estudio de esta nueva interacción se llevará a cabo mediante la introducción de un campo vectorial llamado campo magnético.

Fuerza de Lorentz es una región del espacio donde existe un campo magnético, experimentalmente se encuentra sobre una carga q que se mueve a una velocidad v (medida en el mismo sistema de referencia donde se ha medido B) actúa una fuerza, F_m con la siguientes características.

FIGURA N° 12

TRAYECTORIA BAJO LA FUERZA DE LORENTZ DE UNA PARTÍCULA CARGADA EN UN CAMPO MAGNÉTICO CONSTANTE SEGÚN EL SIGNO DE LA CARGA ELÉCTRICA



Fuente: Manual de Electricidad, pág. 49.

Los anteriores resultados experimentales pueden ser descritos en forma matemática por la siguiente expresión:

$$\vec{F}_m = q\vec{v} * \vec{B}$$

Dónde:

q : Carga.

\vec{v} : Velocidad constante.

\vec{B} : Vector inducción magnética.

Los fenómenos físicos en los que intervienen campos magnéticos constantes en el tiempo la magnetostática abarcan desde la atracción que ejercen los imanes y los electroimanes sobre los metales ferromagnéticos hasta los campos magnéticos creados por corrientes eléctricas estacionarias. (MARTÍN, Ricardo. 2008, pág. 49)

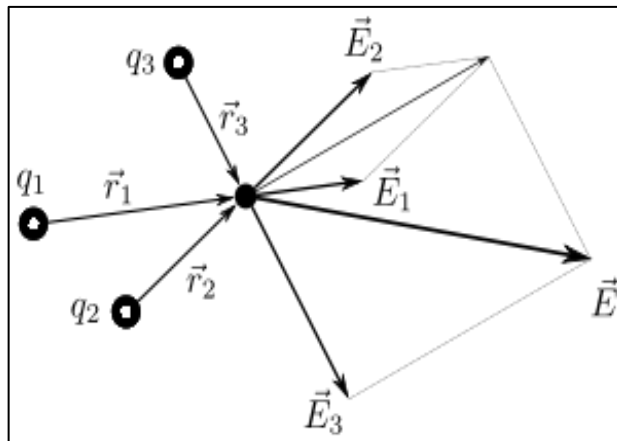
La magnetostática es la parte de la física que estudia los fenómenos relativos a los imanes y al campo magnético creado por éstos así como el comportamiento de los diferentes materiales sometidos a la acción de dicho campo. La forma más directa de apreciar la existencia de campos magnéticos se relaciona con los imanes, con ellos se puede atraer trozos de hierro, una brújula es un imán de que puede girar para alinearse con el campo magnético de la tierra.

1.3.3.4 Campos Eléctrico y Magnético.

Los campos eléctrico y magnético, son campos vectoriales caracteriza cada punto del espacio y cada instante del tiempo por un módulo, una dirección y un sentido. Una propiedad fundamental de estos campos es el principio de incorporación, según el cual el campo resultante puede ser calculado como la suma vectorial de los campos creados por cada una de las cargas eléctricas.

FIGURA N° 13

CAMPOS VECTORIALES.



Fuente: Manual de Electrónica Aplicada, pág. 45.

Un campo eléctrico producido por un conjunto de cargas puntuales. Se muestra en rosa la suma vectorial de los campos de las cargas individuales:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3$$

Dónde:

\vec{E}_1 : Campo eléctrico 1

\vec{E}_2 : Campo eléctrico 2

\vec{E}_3 : Campo eléctrico 3

\vec{E} : Suma total campo eléctrico

El campo eléctrico es un campo físico que es representado mediante la interacción entre cuerpos y sistemas con propiedades eléctrica. Matemáticamente se describe como un campo vectorial que la carga eléctrica puntual de valor q sufre los efectos de una fuerza eléctrica dada por la siguiente ecuación:

$$\vec{F} = q * \vec{E}$$

Dónde:

\vec{F} : Fuerza estática

\vec{E} : Campo eléctrico

q : Carga

En definición general indica que el campo no es directamente medible sino que lo que es observable es su efecto sobre alguna carga colocada en su seno. La idea de campo eléctrico fue propuesta por Faraday al demostrar el principio de inducción electromagnética. (ARAUJO, Diego. 2009, pág. 45-46)

El campo eléctrico es un campo físico que es representado mediante un modelo que describe la interacción entre cuerpos y sistemas con propiedades de naturaleza eléctrica y campo magnético es producido por cualquier carga eléctrica en movimiento, las fuerzas magnéticas dan información sobre la carga que lleva un material a través del efecto la interacción de los campos magnéticos en dispositivos eléctricos tales como motores eléctricos.

1.3.4 Tipos de Máquinas Eléctricas.

Las máquinas eléctricas son dispositivo que transforma la energía cinética en otra energía o bien en energía potencial pero con una presentación diferente pasando esta energía por una etapa de acumulación en un campo magnético, existen dos tipos de máquinas eléctricas que son: Estáticas y Rotativas.

1.3.4.1 Máquina de Inducción.

El estudio del máquina eléctricas tiene gran importancia en nuestros días debido a sus características de construcción, robustez y gracias a su diseño se logra tener un

campo magnético rotatorio el cual gira a una velocidad fija que se define básicamente por el número de polos magnéticos que tiene el motor y por la frecuencia de la señales de alimentación que se inyectan al estator.

Se denomina con este nombre a la máquina cuyo rotor no está conectado a una fuente de alguna potencia sino que la recibe por inducción del flujo creado por los arrollamientos dispuestos en el estator el cual está alimentado por corrientes monofásicas o trifásicas de acuerdo con la expresión:

$$n = \frac{120 * f}{p}$$

Dónde:

n : Velocidad síncrona

f : Frecuencia de la red

p : Número de polos

Las máquina trifásicos se producen en las más diversas potencias desde una fracción de un hp hasta varios miles hp de fuerza se las fabrica para prácticamente todas las tensiones y frecuencias (50 y 60 Hz) normalizadas y muy a menudo están equipados para trabajar a dos tensiones nominales distintas. Se emplean para accionar máquinas-herramienta, bombas, montacargas, grúas, maquinaria elevada.

El sistema trifásico

Las redes trifásicas de baja tensión están formadas por los tres conductores activos R, S y T, y pueden ejecutarse con o sin conductor neutro, dos conductores activos o uno de ellos y el neutro constituyen un sistema de corriente alterna trifásica.

Principio de funcionamiento

Los motores de corriente alterna y los de corriente continua se basan en el mismo principio de funcionamiento el cual establece que si un conductor por el que transita una corriente eléctrica se encuentra dentro de la acción de un campo magnético éste tiende a desplazarse perpendicularmente a las líneas de acción del campo magnético. Las partes fundamentales del motor de inducción independientemente del tipo de motor trifásico del que se trate todos convierten la energía eléctrica en energía mecánica.

- **El estator:** Está constituido por un enchapado de hierro al silicio introducido generalmente a presión entre una carcasa de hierro.
- **El rotor:** Es la parte móvil del motor. Está formado por el eje el enchapado y unas barras de cobre unido en los extremos con tornillos.
- **Los escudos:** Están hechos con hierro (la mayoría de veces). Los escudos deben estar siempre bien ajustados con respecto al estator porque de ello depende que el rotor gire libremente.

Potencia del motor

Para elegir un motor adecuado se tendrán en cuenta los datos siguientes: la potencia, la clase de servicio, el ciclo de trabajo, los procesos de arranque, frenado e inversión, la regulación de la velocidad de rotación, las variaciones de la red. (PONCE, Pedro. 2008, pág. 69-70)

1.3.4.2 Máquina Síncrona.

La máquina síncrona es un motor eléctrica cuya velocidad de rotativa n (*r.p.m*) está vinculada rigurosamente con la frecuencia f de la red de corriente alterna con la cual trabaja de acuerdo con la expresión:

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

Dónde:

f : Frecuencia de la red a la que está conectada la máquina (Hz)

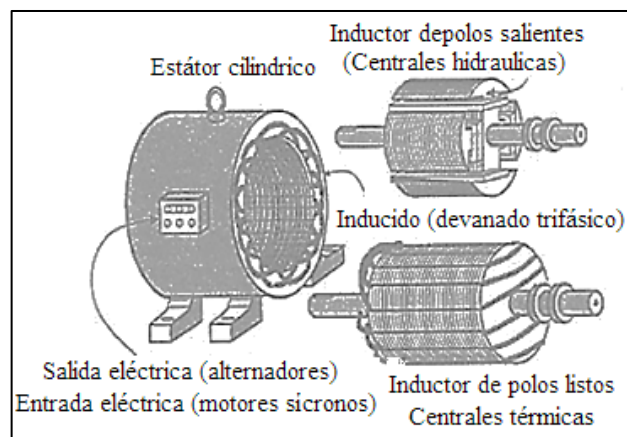
p : Número de pares de polos que tiene la máquina

n : Velocidad de sincronismo de la máquina (revoluciones por minuto)

La máquina síncrona como cualquier otro convertidor electromecánico de la energía está sometida al principio de reciprocidad electromagnético pudiendo funcionar tanto en régimen generador como en régimen motor.

FIGURA N° 14

TIPOS DE MÁQUINAS SÍNCRONAS Y SUS INDUCTORES ALIMENTADOS POR C.C QUE SE DENOMINA TAMBIÉN DEVANADO DE EXCITACIÓN.



Fuente: Máquinas eléctricas, pág. 425.

Las máquinas síncronas se utilizan en mayormente como generadores de corriente alterna que como motores de corriente alterna ya que no presentan par de arranque y hay que emplear diferentes métodos de arranque y aceleración hasta la velocidad de sincronismo.

El funcionamiento del motor síncrona es susceptible de funcionar también convirtiendo la energía eléctrica en mecánica lo que da lugar al régimen de marcha como motor estos motores se emplean en aquellos accionamientos industriales que requieren velocidades de transmisión constantes.

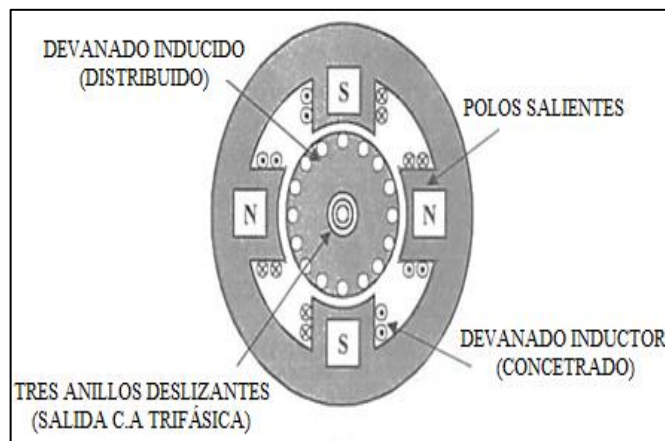
Aspectos constructivos las máquinas síncronas, al igual que los demás tipos de máquinas eléctricas, están constituidas por dos devanados independientes:

- Un devanado inductor, construido en forma de arrollamiento concentrado o bien distribuido en ranuras, alimentado por corriente continua.
- Un devanado inducido, distribuido formando un arrollamiento trifásico recorrido por corriente alterna.

Los motores pequeños para potencias que no superan los 10 kVA, el devanado inductor se coloca normalmente en el estator en forma concentrada sobre expansiones magnéticas denominadas polos salientes estando situado el inducido en el rotor formando generalmente tres fases las cuales tienen salida al exterior por medio de tres anillos como se muestra en la figura siguiente.

FIGURA N° 15

MÁQUINA SÍNCRONA DE BAJA POTENCIA CON EL INDUCIDO EN EL ROTOR.



Fuente: Máquinas eléctricas, pág. 426.

Alto rendimiento

En la conversión de energía eléctrica en mecánica es más eficiente generando mayor ahorro de energía, los motores sincrónicos son proyectados para operar con alto rendimiento en un amplio rango de velocidad y para proveer un mejor aprovechamiento de energía. (FRAILE, Jesús. 2008, pág. 425,426)

1.3.4.3 Máquina de Corriente Continúa.

Las máquina de C.C. tiene una gran importancia histórica debido a que empleo como generadores o dinamos representaron el primer procedimiento para producir energía eléctrica a gran escala de varios tamaños es una máquina que convierte la energía eléctrica continua en mecánica provocando un movimiento rotatorio.

El motor de corriente continua es la máquina eléctrica más antigua empleada en aplicaciones de potencia y tracción, su sencillo principio de funcionamiento y gran versatilidad han permitido que siga vigente hasta nuestros días a pesar de ser constructivamente más complejo que los motores de corriente alterna.

Principio de funcionamiento

Según la Ley de Lorentz cuando un conductor por el que pasa una corriente eléctrica se sumerge en un campo magnético, el conductor sufre una fuerza perpendicular al plano formado por el campo magnético y la corriente, siguiendo la regla de la mano izquierda, con módulo.

$$F = B * l * I$$

Dónde:

F: Fuerza en newton.

I: Intensidad que recorre el conductor en amperios.

l: Longitud del conductor en metros.

B: Densidad de campo magnético o densidad de flujo teslas.

Aspectos constructivos

La máquina de C.C. está constituida por una parte fija o estator y una parte móvil o rotor, en la siguiente figura se muestra un esquema básico de la forma física que presenta este tipo de máquinas.

El estator está formado por la culata (1) que pertenece al circuito magnético inductor y que ejerce la función de soporte mecánico del conjunto. En las máquinas de pequeña potencia se construye de hierro fundido pero en las máquinas grandes se realiza con plancha de acero curvada sobre un molde cilíndrico y posteriormente soldada en su base.

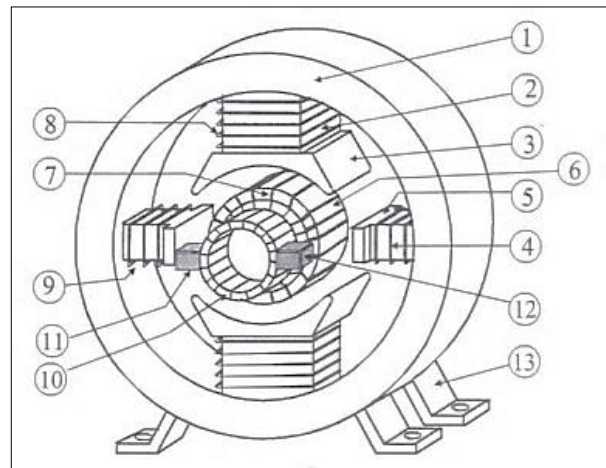
La culata o carcasa contiene también los pies (13) sobre los que se apoyará la máquina. La culata está perforada en diversos puntos de su periferia para fijar los polos, los cuales están constituidos por los núcleos polares (2), modernamente realizados en chapas de acero convenientemente apiladas sobre las que se coloca el devanado inductor o de excitación (8).

La parte de los polos próxima al rotor presenta una expansión magnética denominada zapata polar (3). Para mejorar la conmutación, estas máquinas suelen llevar también unos polos intermedios (4) y (5), que reciben también el nombre de inter polos, polos auxiliares o polos de conmutación; el devanado de estos polos se conecta en serie con el inducido.

El rotor está formado por el inducido (6) y el colector de delgas o conmutador (10). El inducido se construye con discos de chapa de acero al silicio convenientemente ranurado para alojar en él el correspondiente devanado. En la siguiente figura es muestra el arrollamiento del inducido (7).

FIGURA N° 16

ASPECTOS CONSTRUCTIVOS DE UN MOTOR DE C.C.



Fuente: Máquinas eléctrica, pág. 525.

Reversibilidad

Los motores y los generadores de corriente continua están constituidos esencialmente por los mismos elementos, diferenciándose únicamente en la forma de utilización.

Por reversibilidad entre el motor y el generador se entiende que si se hace girar al rotor, se produce en el devanado inducido una fuerza electromotriz capaz de transformarse en energía en el circuito de carga. Si se aplica una tensión continua al devanado inducido del generador a través del colector de delgas, el comportamiento de la máquina ahora es de motor, capaz de transformar la fuerza contra electromotriz en energía mecánica. (FRAILE, Jesús. 2008, pág. 524-526)

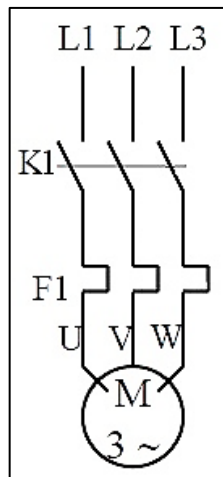
1.3.5 Tipos de Arranque de Motores Eléctricos.

1.3.5.1 Arranque Directo.

Se trata de un sistema de arranque en un único tiempo es el más usado en motores eléctricos que accionan bombas de pequeña potencia, el bobinado del motor se conecta directamente a la red.

FIGURA N° 17

CIRCUITO DE POTENCIA DE UN ARRANQUE DIRECTO.



Elaborado por: Darwin Paredes.

El motor arranca con sus características normales con una fuerte punta de intensidad, esta punta puede alcanzar hasta 8 veces la intensidad nominal. El par inicial de arranque puede llegar a ser de las 1,5 veces el nominal, lo cual ocurre al 80% de la velocidad nominal. (PONCE, Pedro. 2008, pág. 84)

1.3.5.2 Arranque Estrella y Triángulo.

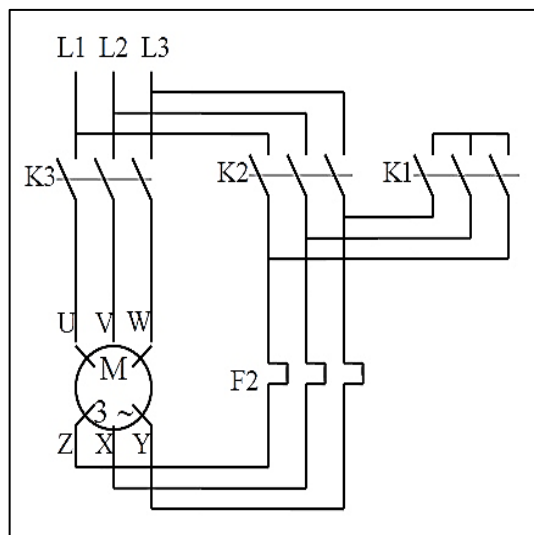
Este arranque sólo puede ser aplicado a los motores donde los dos extremos de los tres devanados del estator son accesibles, el procedimiento consiste en arrancar el

motor conectando sus devanados en estrella y cuando ha adquirido el 80% de su velocidad nominal (máximo par, corriente cercana a la nominal) se conectan los devanados en triángulo.

El paso de una a otra configuración es determinado por un temporizador incorporado al circuito de maniobra. Mientras el motor está conectado en estrella la tensión de alimentación se reduce a $1/\sqrt{3}$ (al 57,7%). el par se reduce con el cuadrado de la tensión (al 50%) y es igual al tercio del par proporcionado por un motor en arranque directo, la intensidad disminuye, es decir reducimos la intensidad en detrimento del par de arranque.

FIGURA N° 18

CIRCUITO DE POTENCIA DE UN ARRANQUE ESTRELLA TRIANGULO.



Elaborado por: Darwin Paredes.

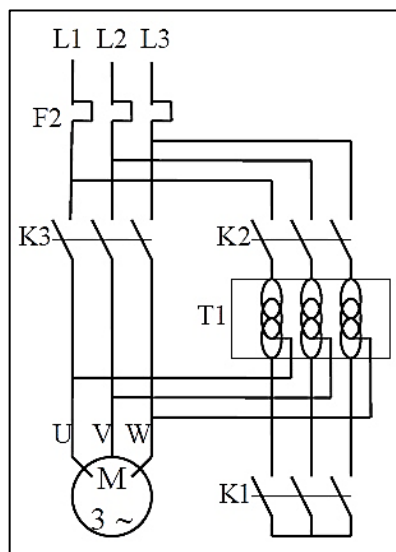
Este arranque es indicado para motores que arranque en vacío o tengan un par resistente pequeño, hay que señalar en el paso de estrella a triángulo se produce la apertura de los contactos del contactor produciéndose un transitorio debido a la característica inductiva de los devanados, este transitorio se refleja en una punta de corta duración de intensidad muy elevada. (PONCE, Pedro. 2008, pág. 85)

1.3.5.3 Arranque con Autotransformador.

En este método la reducción de tensión se realiza mediante un autotransformador normalmente durante el proceso de arranque el número de espiras del secundario no se varía luego la relación de transformación es constante aunque puede regularse de cara a un siguiente arranque en función del par resistente de la carga y la secuencia de funcionamiento es la siguiente.

FIGURA N° 19

CIRCUITO DE POTENCIA DE UN ARRANQUE POR AUTOTRANSFORMADOR.



Elaborado por: Darwin Paredes.

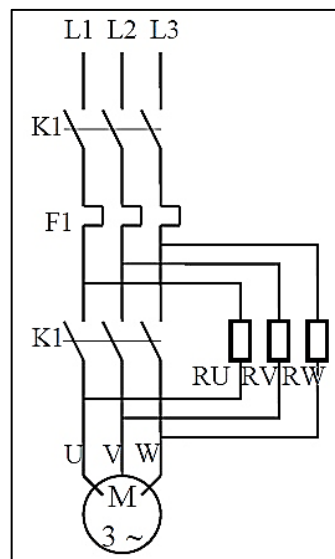
Se emplea el arranque por autotransformador en motores de gran potencia y como siempre con la intención de reducir la intensidad absorbida en el momento de arranque, sin embargo presenta un inconveniente, es más caro debido al precio del autotransformador. (PONCE, Pedro. 2008, pág. 87)

1.3.5.4 Arranque con Resistencias Estatórica.

Este tipo de arranque se utiliza para reducir la intensidad de arranque, es decir, en una primera instancia, entran en funcionamiento las resistencias y en una segunda instancia, el motor es alimentado directamente, para este proceso se utiliza dos contactores y un temporizador. Las particularidades más interesantes son que las resistencias tienen un número limitado de arranques cada tiempo, que debe ser señalado por el propio fabricante, la ventaja que tiene este tipo de arranque, es que no hay una caída de tensión, algo que si sucede con el arranque estrella-triángulo.

FIGURA N° 20

CIRCUITO DE POTENCIA DE UN ARRANQUE CON RESISTENCIAS ESTATÓRICA.



Elaborado por: Darwin Paredes.

Se utiliza en motores que deben accionar máquinas con un par bajo en su arranque, si en el momento del arranque conectamos en serie resistencias, estas producirán una caída de tensión que consigue que la tensión del motor sea inferior a la nominal.

La alimentación a tensión reducida del motor durante el primer tiempo se obtiene poniendo en serie con cada fase del estator una resistencia que es cortocircuitada luego en un solo tiempo este cortocircuito se realiza mediante el cierre de un contactor accionado por un temporizador. (PONCE, Pedro. 2008, pág. 88)

1.3.6 Eficiencia de los Motores Eléctricas en Plena Carga.

La eficiencia de los motores eléctricos tienen aumenta abruptamente conforme se incrementa la carga se estabiliza dentro de un amplio intervalo de potencia y luego comienza a bajar lentamente, esto es típico de eficiencia de todos los motores eléctricos tanto de corriente alterna como de corriente continua los diseñadores de motores eléctricos casi siempre tratan de alcanzar la eficiencia pico a plena carga.

1.3.6.1 Eficiencia en los Motores Eléctricos.

El concepto de eficiencia tanto en transformadores como en motores eléctricos, en el caso de los motores eléctricos no es exactamente correcto decir que consumen energía eléctrica, más bien convierten la energía eléctrica en potencia mecánica este proceso de conversión no es nunca perfecto, ya que una porción de la energía de entrada se pierde como calor.

La relación de la energía mecánica de salida dividida entre la energía eléctrica de entrada, se le llama la eficiencia un incremento en la eficiencia del motor significa que para una cantidad dada de potencia eléctrica de entrada, se produce más potencia mecánica de salida. En las siguientes ecuaciones se muestra la forma de calcular la eficiencia.

$$Eficiencia = \frac{Salida}{Entrada} = \frac{Entrada - Perdidas}{Entrada} = \frac{Salida}{Salida + Perdidas}$$

Como se sabe la potencia eléctrica se mide en watts (W) o para cantidades relativamente grandes de energía como en el caso de los motores trifásicos se mide en Kilowatts (1000 watts) y se abrevia KW. En algunos países la potencia mecánica de salida se mide también en KW pero en otros se mide en caballos de fuerza (HP).

$$1HP = 746W / 0.746KW$$

Por esta razón, se usa un factor de conversión de 0.746 cuando se compara la potencia eléctrica de entrada y los caballos de fuerza de salida en los cálculos de eficiencia, la acción básica para calcular el consumo de potencia eléctrica de un motor es:

$$\text{Demanda (kW)} = (\text{HP} * \text{L} * 0.746) / \text{ef.}$$

Dónde:

kW = Consumo de energía por el motor en kW.

HP = Capacidad del motor en HP.

L = Factor de carga.

0.746 = Factor de conversión de HP a kW.

ef. = Eficiencia del motor.

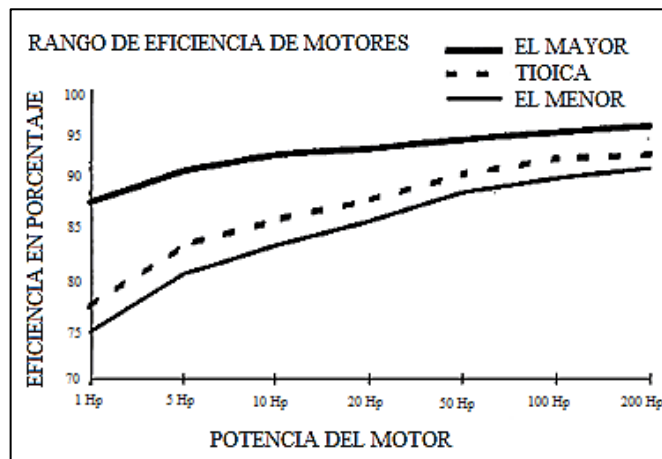
Dado que cuando se incrementa la eficiencia se reduce la cantidad de energía requerida para producir una potencia de salida los valores de eficiencia están invertidos o colocados en el denominador, en los cálculos de uso de energía de los motores. (HARPER, Enríquez. 2007, pág. 406)

1.3.6.2 Rango de Eficiencia de los Motores.

Los motores eléctricos se encuentran disponibles en un rango de eficiencias éstas varían dependiendo del diseño, tamaño, carga y condiciones de operación. En la siguiente figura, se muestra el rango desde un mínimo hasta un máximo para motores que están comercialmente disponibles a valores de potencias diferentes.

FIGURA N° 21

LÍNEA DISCONTINUA INDICA VALORES TÍPICOS DE EFICIENCIA PARA MOTORES.



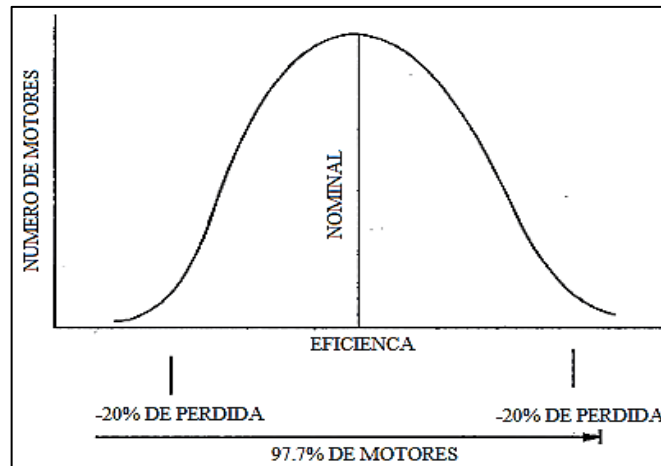
Fuente: Curso de transformadores y motores de inducción, pág. 410.

La eficiencia para motores estándar y motores de alta eficiencia tiende a incrementarse y entonces el rango se estrecha a potencias grandes por lo tanto lo que es considerado como alta eficiencia para motores pequeños puede ser baja eficiencia para grandes motores.

En la siguiente figura se representan los valores de eficiencia media, debido a las variaciones del azar, la mitad de todos los motores tienen ligeramente menores pérdidas y la otra mitad ligeramente mayores pérdidas. La mínima eficiencia representa el extremo de la curva de menos del 2.3% de los motores se deberían comportar debajo de esta eficiencia. (HARPER, Enríquez. 2007, pág. 410)

FIGURA N° 22

CURVA DE DISTRIBUCIÓN DE LA EFICIENCIA EN MOTORES.



Fuente: Curso de transformadores y motores de inducción, pág. 411.

1.3.6.3 Cálculos de la Potencia de Cargas Reactivas (Inductivas).

Para calcular la potencia de algunos tipos de equipos que trabajan con corriente alterna es necesario tener en cuenta también el valor del factor de potencia o coseno ($\text{Cos } \varphi$) que poseen. En ese caso se encuentran los equipos que trabajan con carga reactiva o inductiva es decir consumidores de energía eléctrica que para funcionar utilizan una o más bobinas o enrollado de alambre de cobre como ocurre con los motores.

Sin embargo las cargas reactivas o inductivas como la que poseen los motores eléctricos tienen un factor de potencia menor que “1” (generalmente su valor varía entre 0,85 y 0,98) por lo cual la eficiencia de trabajo del equipo en cuestión y de la red de suministro eléctrico varía cuando el factor se aleja mucho de la unidad traduciéndose en un mayor gasto de energía. No obstante tanto las industrias que tiene muchos motores eléctricos de corriente alterna trabajando así como las centrales eléctricas tratan siempre que el valor del factor de potencia llamado también coseno ($\text{Cos } \varphi$) se acerque lo más posible a la unidad en los equipos que consumen carga eléctrica reactiva.

La fórmula para hallar la potencia de los equipos que trabajan con corriente alterna teniendo en cuenta su factor de potencia o $\text{Cos } \varphi$ es la siguiente:

$$P = V * I * \text{Cos } \varphi$$

Dónde:

P = Potencia en watt (W)

V = Voltaje o tensión aplicado en volt (V)

I = Valor de la corriente en Amper (A)

$\text{Cos } \varphi$ = Coseno de "fi" (phi) o factor de potencia (menor que "1")

Si queremos conocer la potencia que desarrolla un motor eléctrico cuyo consumo de corriente es de 10,4 A posee un factor de potencia o $\text{Cos } = 0,96$ y está conectado a una red eléctrica de corriente alterna de 220 V sustituyendo estos valores en la fórmula anterior tendremos:

$$P = 220.10,4.0,96 = 2196,48\text{Watt}$$

Como vemos, la potencia de ese motor eléctrico será de 2196,48 watt. Si convertimos a continuación los watt obtenidos como resultado en kilowatt dividiendo esa cifra entre 1000 tendremos: $2196,48 \div 1000 = 2,2 \text{ kW}$ aproximadamente. (HARPER, Enríquez. 2007, pág. 415,416)

CAPÍTULO II

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

2.1 Breve Caracterización de la Institución.

La presente investigación se realizó en la Universidad Técnica de Cotopaxi Sede La Maná que está ubicada en las calle los Almendros y Pujilí, en el Barrio el Progreso, cantón La Maná.

2.1.1 Historia.

La Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná resulta de un proceso de organización y lucha. La idea de gestionar la presencia de la Universidad Técnica de Cotopaxi en La Maná, surgió en el año de 1998, en 1999, siendo rector de la Universidad, el Lcdo. Rómulo Álvarez, se inician los primeros contactos con este centro de educación para ver la posibilidad de abrir una Extensión en La Maná.

El 16 de mayo de 1999, con la presencia del Rector de la Universidad y varios representantes de las instituciones locales, se constituye el primer Comité, dirigido por el Lcdo. Miguel Acurio, como presidente y el Ing. Enrique Chicaiza, vicepresidente. La tarea inicial fue investigar los requisitos técnicos y legales para que este objetivo del pueblo Lamanense se haga realidad. El 3 de febrero de 2001 se constituye un nuevo Comité Pro– Universidad, a fin de ampliar esta aspiración hacia las fuerzas vivas e instituciones cantonales. El 2 de mayo de 2001, el

Comité, ansioso de ver plasmados sus ideales, se traslada a Latacunga con el objeto de expresar el reconocimiento y gratitud a las autoridades Universitarias por la decisión de contribuir al desarrollo intelectual y cultural de nuestro cantón a través del funcionamiento de un paralelo de la UTC.

El 8 de mayo del 2001, el Comité pidió al Ing. Rodrigo Armas, Alcalde de La Maná se le reciba en comisión ante el Concejo Cantonal para solicitar la donación de uno de los varios espacios que la Ilustre Municipalidad contaba en el sector urbano, también se firmó un convenio con el colegio Rafael Vásquez Gómez por un lapso de 5 años. El 9 de marzo de 2002, se inauguró la Oficina Universitaria por parte del Arq. Francisco Ulloa, en un local arrendado al Sr. Aurelio Chancusig, ubicado al frente de la escuela Consejo Provincial de Cotopaxi.

El 8 de julio de 2003 se comenzaron los labores académicas en el colegio Rafael Vásquez Gómez y posteriormente en la Casa Campesina, con las especialidades de Ingeniería Agronómica con la presencia de 31 alumnos; Contabilidad y Auditoría con 42 alumnos. de igual manera se gestionó ante el Padre Carlos Jiménez la donación de un solar que él poseía en la ciudadela Los Almendros, lugar donde se construyó el moderno edificio universitario, el mismo que fue inaugurado el 7 de octubre del 2006, con presencia de autoridades locales, medios de comunicación, estudiantes, docentes y comunidad en general.

La Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, se rige por la Constitución de la República del Ecuador, la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) forma actualmente profesionales al servicio de la población en las siguientes unidades académicas: Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, Ciencias Agropecuarias, Ciencias Administrativas y Humanísticas. Las Carreras de Ingeniería Agronómica e Ingeniería en Contabilidad y Auditoría fueron aprobadas con la resolución RCP.S08.No. 203-03 emitida por el CONESUP con fecha 10 de junio del 2003.

Posteriormente en Sesión Ordinaria del Honorable Consejo Universitario fueron aprobadas las carreras de Ingeniería en Ecoturismo, Abogacía, Medicina Veterinaria, Ingeniería Comercial, Licenciatura en Ciencias de la Educación Mención Educación Básica, Ingeniería en Diseño Gráfico Computarizado, Ingeniería en Electromecánica e Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales bajo resolución RCP.S08.No. 203-03 emitida por el Conesup con fecha 01 y 02 de marzo del 2004. El Honorable Consejo Universitario resuelve por acuerdo, se designa como Coordinador Académico Administrativo de La Maná al Lcdo. Ringo López Bustamante.

2.1.2 Misión.

La Universidad "Técnica de Cotopaxi Sede La Maná", es pionera en desarrollar una educación para la emancipación; forma profesionales humanistas y de calidad; con elevado nivel académico, científico y tecnológico; sobre la base de principios de solidaridad, justicia, equidad y libertad, genera el conocimiento, la ciencia, el arte y la cultura a través de la investigación científica; y se vincula con la sociedad para contribuir a la transformación social-económica del país.

2.1.3 Visión.

En el año 2015 seremos una universidad acreditada y líder a nivel nacional en la formación integral de profesionales críticos, solidarios y comprometidos en el cambio social; en la ejecución de proyectos de investigación que contribuyan a la solución de los problemas de la región y del país, en un marco de alianzas estratégicas nacionales e internacionales; dotada de infraestructura física y tecnología moderna, de una planta docente y administrativa de excelencia; que mediante un sistema integral de gestión le permite garantizar la calidad de sus proyectos y alcanzar reconocimiento social.

2.2 Operacionalización de las Variables.

CUADRO N° 1

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variables	Dimensión	Subdimensión	Indicadores	Técnica/ Instrumento
Máquinas eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Instalación ➤ Protección 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Conductores ➤ Equipos de medición ➤ Herramientas ➤ Disyuntores 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Capacidad de los conductores ➤ Voltímetro ➤ Amperímetro ➤ Manuales y de precisión ➤ Capacidad de los disyuntores 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Encuesta Observación
Diseño e implementación de un laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Practicas ➤ Elementos didácticos 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Guías ➤ Módulos de conexión eléctricos 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tipos de arranques ➤ Conectores didácticos 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Encuesta Observación

Elaborado por: Darwin Vinicio Paredes Moran.

2.3 Análisis e Interpretación de Resultados.

2.3.1 Diseño Metodológico.

2.3.1.1 Tipos de Investigación.

Para la elaboración de este trabajo de tesis se utilizará la investigación experimental las características necesarias y suficientes en la implementación de un laboratorio de máquinas eléctricas, estadísticas de algunos años anteriores de otras instituciones de educación superior en área de trabajos de tesis.

Además esta investigación utilizará la investigación descriptiva que permitirá conocer en forma detallada las características técnicas del motor eléctrico y otros equipos de control. Nos facilitará la evaluación de los estudios técnicos, los precios, la infraestructura y recursos humanos.

Adicionalmente el trabajo investigativo a realizarse utilizará, estudios correlacionales, por cuanto se ha establecido varias relaciones de variables de manera simple, tales como:

- Relación existente entre las guías prácticas y los instrumentos del laboratorio.
- Relación existente entre precio, tamaño, localización y la evaluación financiera.

2.3.1.2 Metodología.

El trabajo a realizarse se fundamentará en el diseño e implementación de un laboratorio de máquinas eléctricas que se deberá realizar de manera primordial, porque este estudio es el punto de partida del nuestra tesis de grado.

El laboratorio de máquinas eléctricas es un conjunto de diferentes elementos que pueden ser interconectados para formar un centro completo de enseñanza y aprendizaje, desde la configuración mínima a la más avanzada, ofrece un medio para aprender las funciones eléctricas de los motores y las de sus dispositivos de control.

Mediante la experimentación del diseño e implementación de un laboratorio de máquinas eléctricas se podrá determinar las condiciones técnicas como funcionamiento de los motores eléctricos mediante las practicas aplicadas y con estos podremos experimentar el funcionamiento de los equipos del laboratorio de máquinas eléctricas que se plantea en la tesis.

2.3.1.3. Unidad de Estudio (Población y Muestra).

Población

La población inmersa en la investigación está compuesta por las poblaciones de docentes y estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi Sede La Maná

**CUADRO N° 2
POBLACIÓN 1**

Estrato	Datos
Docentes La Maná	6
Estudiantes de Ing. Electromecánica. Latacunga- La Maná	390
Estudiantes de Ing. Eléctrica. Latacunga	283
Total	679

Fuente: Secretaria UTC Latacunga-La Maná Ciclo Académico Marzo- Julio 2012.
Elaborado por: Darwin Paredes.

Tamaño de la Muestra

Para el cálculo del tamaño de la muestra se utilizará la siguiente fórmula:

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

Dónde:

N: Población

n: Tamaño de la muestra

E: Error (0,05)

Desarrollo de la fórmula:

$$n = \frac{679}{(0,05)^2(679 - 1) + 1}$$

$$n = \frac{697}{(0,0025)(678) + 1}$$

$$n = \frac{679}{1.695 + 1}$$

$$n = \frac{679}{2.695}$$

$$n = 252$$

Por lo expuesto la investigación se fundamentará con los resultados de 252 estudiantes a encuestar.

Criterios de Selección de la Muestra

El método a utilizarse para la selección de la muestra es el aleatorio estratificado proporcional por tal motivo se presenta el siguiente cuadro.

CUADRO N° 3

ALEATORIO ESTRATIFICADO PROPORCIONAL

Estrato	Población	Fracción Distributiva	Muestra
Docentes La Maná	6	0.3711340	2
Estudiantes de Ing. Electromecánica. Latacunga- La Maná	390	0.3711340	145
Estudiantes de Ing. Eléctrica. Latacunga	283	0.3711340	105
Total	679		252

Fuente: Secretaría UTC Latacunga-La Maná Ciclo Académico Marzo- Julio 2012.
Elaborado por: Darwin Paredes.

$$f = \frac{n}{N}$$

$$n = \frac{252}{679}$$

$$n = 0.3711340$$

Dónde:

f: Factor de proporcionalidad

n: Tamaño de la muestra

N: Población universo

Por tanto, se debe aplicar 2 encuestas a docentes, 145 encuestas a los alumnos de Ing. Electromecánica, 105 encuestas a los alumnos de Ing. Eléctrica según los datos que se presentan en el cuadro.

2.3.2 Métodos y Técnicas a ser Empleadas.

2.3.2.1 Métodos y Técnicas.

La investigación aplicará los resultados de las encuestas se generalizar el diseño e implementación de un laboratorio de máquinas eléctricas para la Universidad Técnica de Cotopaxi, además los aspectos positivos que se obtendrán, serán recomendados para su aplicación en otros laboratorios para otras instituciones de educación, se utilizará deducción en base al siguiente razonamiento:

- La implementación de un laboratorio de máquinas eléctricas necesita el estudio del diseño y aplicación, en las cuales se incorporara los equipos de control, protección, motores eléctricos y complementarse con la elaboración de las guías prácticas para que los estudiantes mejore sus conocimientos.

Es importante que la investigación se trabaje con métodos para identificar las partes del diseño e implementación de un laboratorio de máquinas eléctricas y las relaciones existentes entre ellas, con la finalidad de realizar adecuadamente la tesis.

- Se considera que los elementos son: El manejo de los instrumentos de control y medición para verificar que los motores estén funcionando de forma correcta.
- Y las principales relaciones entre los elementos son: Las capacidad que poseen las máquinas eléctricas para su correcta manipulación.

Finalmente mediante la síntesis se estudiará los elementos establecidos del Diseño e Implementación de un Laboratorio de Máquinas Eléctricas (Se hace necesario incluir el estudio de máquinas eléctricas y la elaboración de guías de laboratorio),

con el fin de verificar que cada uno de ellos, reúna los requerimientos necesarios para llegar a cumplir con los objetivos totalizados que se persigue.

El levantamiento de datos se realizará mediante observaciones aplicables a las máquinas eléctricas, observaciones de campo según operacionalización de variables y análisis.

2.3.2.2 Posibles Alternativas de Interpretación de los Resultados.

Las tabulación de datos levantados en el campo y gráficos serán realizados con en el programa computacional Microsoft Excel, la redacción de la tesis con en el programa Microsoft Word y la presentación del proyecto con el programa Microsoft Power Point.

2.3.3 Resultados de las Encuestas.

1. ¿Cree usted que es necesario la implementación de un laboratorio de máquinas eléctricas en la UTC Sede La Maná?

CUADRO N°. 4

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	252	100%
No	0	0%
TOTAL	252	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Darwin Paredes.

Las encuestas realizadas a los estudiantes consideran que la implementación de un laboratorio de máquinas eléctricas en la Universidad Técnica de Cotopaxi Sede La Maná es muy importante para los estudiantes puedan aplicar el conocimiento aprendido en la práctica.

2. ¿Usted cree que es necesario instalar un sistema de puesta tierra en el laboratorio de máquinas eléctricas en la UTC Sede La Maná?

CUADRO N°. 5

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	243	96.43%
No	1	0.40%
Tal vez	8	3.17%
TOTAL	252	100%

Fuente: Encuesta
Elaborado por: Darwin Paredes.

La mayor parte de los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi Sede La Maná creen muy importante instalar un sistema de puesta tierra en el laboratorio de máquinas eléctricas que se implementara para proteger los equipos.

3. ¿Considera importante que antes de implementar el laboratorio de máquinas eléctricas se debe realizar un estudio de carga instalada en la UTC Sede La Maná?

CUADRO N°. 6

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	232	92.06%
No	9	3.57%
Tal vez	11	4.37%
TOTAL	252	100%

Fuente: Encuesta
Elaborado por: Darwin Paredes.

La mayoría quienes conforman la Universidad dicen que si es necesario que antes de implementar el laboratorio se debe realizar un estudio de carga instalada es de mucha importancia conocer la cargabilidad de los equipo a implementar.

4. ¿Considera importante la implementación de un motor de corriente continua en el laboratorio de máquinas eléctricas?

CUADRO N°. 7

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	247	98.02%
No	5	1.98%
TOTAL	252	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Darwin Paredes.

Mediante la información obtenida nos indican que es necesario implementar un motor de corriente continua en el laboratorio de máquinas eléctricas es importante conocer el funcionamiento de este motor.

5. ¿Conoce usted el principio de funcionamiento de un motor eléctrico en la UTC Sede La Maná?

CUADRO N°.8

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	176	69.84%
No	20	7.94%
Tal vez	56	22.22%
TOTAL	252	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Darwin Paredes.

Mediante el resultado obtenido la mayor parte de los estudiantes conocen el funcionamiento de un motor eléctrico solo en teoría y no en lo práctico por lo cual es de vital importancia la implementación de mencionado laboratorio.

6. ¿Está usted de acuerdo que el relé térmico debe incluirse como una protección principal para un motor eléctrico?

CUADRO N°. 9

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	180	71.43%
No	5	1.98%
Tal vez	67	26.59%
TOTAL	252	100%

Fuente: Encuesta
Elaborado por: Darwin Paredes.

Los estudiantes consideran necesario que el relé térmico, se debe implementar como una protección para un motor eléctrico este componente protegerá contra sobrecarga y cortocircuito.

7. ¿Conoce usted cual es la diferencia entre eficiencia y regulación de un motor eléctrico?

CUADRO N°. 10

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	173	68.65%
No	79	31.35%
TOTAL	252	100%

Fuente: Encuesta
Elaborado por: Darwin Paredes.

La mayoría de los estudiantes conocen la diferencia entre eficiencia y regulación de un motor consideran que los motores de alta eficiencia pueden alcanzar grandes reducciones del consumo de energía y la regulación se encarga de regular el voltaje.

8. ¿Considera importante que el rotor jaula de ardilla debe implementarse en un motor de inducción en el laboratorio de máquinas eléctricas?

CUADRO N°. 11

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	178	70.63%
No	36	14.29%
Tal vez	38	15.08%
TOTAL	252	100%

Fuente: Encuesta
Elaborado por: Darwin Paredes.

Mediante el resultado obtenido a través de la encuesta, nos indica que si es importante el rotor de jaula de ardilla implementarlo en un motor de inducción porque es necesario saber el funcionamiento de la maquina con otro tipo de rotor.

9. ¿Considera importante la implementación de un motor de trifásico en el laboratorio de máquinas eléctricas?

CUADRO N°.12

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	230	91.27%
No	9	3.57%
Tal vez	13	5.16%
TOTAL	252	100%

Fuente: Encuesta
Elaborado por: Darwin Paredes.

Los resultados obtenidos nos dan a conocer lo importante que es la implementación de un motor trifásico porque tiene gran importancia en nuestros días debido a sus características de construcción, robustez por es necesario saber el funcionamiento y componente que conforman una máquina de inducción.

10. ¿Cree usted que el laboratorio de máquinas eléctricas debe estar conformado para su funcionamiento con otros laboratorios de la carrera?

CUADRO N°. 13

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	180	71.43%
No	24	9.52%
Tal vez	48	19.05%
TOTAL	252	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Darwin Paredes.

Mediante el resultado obtenido es importante que el laboratorio de máquinas eléctricas este conformado para su funcionamiento con otros laboratorios de la carrera, porque así lograremos un mejor aprendizaje en el mismo espacio en las actividades realizadas teóricas prácticas.

2.3.4 Resultados de las Encuestas.

Luego de haber realizado las encuestas a los docentes y estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi Sede La Maná, se procede a analizar las preguntas que contiene el cuestionario de encuesta aplicado, información que nos permitirá establecer parámetros para realizar una correcta planificación del trabajo de tesis y la implementación del laboratorio de máquinas eléctrica, que será de mucha ayuda para mejorar los conocimientos de los estudiantes.

2.4 Verificación de la Hipótesis.

Para la efectuación del presente trabajo de tesis se planteó la siguiente hipótesis, “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI SEDE LA MANÁ, DEL CANTÓN LA MANÁ, PROVINCIA DE COTOPAXI, AÑO 2013”.

Para verificar la siguiente hipótesis es necesario considerar los resultados de la encuesta y redactamos algunos argumentos que confirman la hipótesis.

- La Universidad Técnica de Cotopaxi Sede La Maná, no cuenta con un laboratorio de máquinas eléctricas por lo tanto se verifica que es necesario el mismo para que los estudiantes obtenga criterio práctico.
- La insuficiente interrelación técnica práctica en el funcionamiento de una máquina eléctrica es necesaria en la formación del estudiante en la carrera de Ingeniería en Electromecánica.
- La unificación de laboratorios de las carreras de Ingeniería Electromecánica, nos permitirá compartir conocimientos prácticos y funcionamiento de diferentes equipos que estarán implementado.

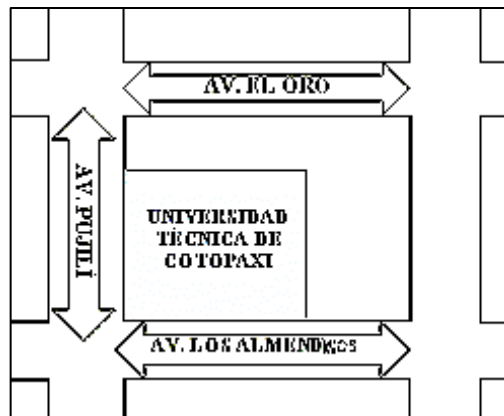
2.5 Diseño de la Propuesta.

Como resultado de nuestra investigación hemos concluido qué es necesario la implementación de laboratorio con módulos didácticos, para realizar prácticas con motores de inducción. Como fin primordial es fundamentar la interrelación teórica-practica; teniendo de esta manera un lineamiento y direccionalidad en el proceso de formación pre-profesional a los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi Sede La Mana.

2.5.1 Ubicación Geográfica.

La Universidad Técnica de Cotopaxi se encuentra ubicada en las calles Los Almendros y Pujilí, del cantón La Maná, parroquia urbana El Triunfo.

FIGURA N° 23



Elaborado por: Darwin Paredes

2.5.2 Datos Informativos.

Nombre de la institución: Universidad Técnica de Cotopaxi-La Maná.

Dirección: Av. Los Almendros y Pujilí.

Teléfono: (03) 2688443

Coordinador: Lic. Mg.Sc. Ringo López Bustamante.

Correo electrónico: extension.lamana@utc.edu.ec

2.5.3 Justificación.

La razón para disponer de un laboratorio de máquinas eléctricas en la Universidad Técnica de Cotopaxi Sede La Maná, tiene como objetivo de mejorar los conocimientos prácticos de los estudiantes para identificar los problemas que se van a presentar en la vida profesional.

En la ejecución del trabajo de tesis se procederá a la elaboración de 12 guías prácticas, para orientar y facilitar el desarrollo profesional del estudiante sobre el funcionamiento de los motores eléctricos en el laboratorio y poner en práctica los resultados obtenidos en la investigación a través del estudiante autor de la tesis.

El desarrollo del tema de estudio es de gran importancia en nuestro medio, se encuentran tesis similares implementadas que servirán como punto de partida en nuestro trabajo a realizar, se utilizarán instrumentos tales como: encuestas, observaciones, entrevistas.

Todo este aporte metodológico constituye elementos importantes para futuras investigaciones de tesis similares y también podrán ser aplicados por otros investigadores.

El estudio a realizarse utilizará la formulación de tesis con el enfoque del estudio técnico. Para la presentación del proyecto de tesis se cuenta con el apoyo de la Universidad Técnica de Cotopaxi Sede La Maná, docentes, estudiantes para ejecuta el laboratorio, como beneficiarios están los estudiantes de la Universidad.

Los beneficiarios del laboratorio será la Universidad Técnica de Cotopaxi Sede La Maná, todos los estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica, porque este proyecto de tesis es necesario para poner énfasis en la atención de los futuros profesionales que formarán parte de esta institución.

2.5.4 Objetivos

2.5.4.1 Objetivo General

Implementar un laboratorio de máquinas eléctricas que permitan mejorar el aprendizaje teórico mediante la aplicación de prácticas, manteniendo el desarrollo profesional de los estudiantes.

2.5.4.2 Objetivos Específicos

- Identificar el área e adecuarla para la implementación del laboratorio de máquinas eléctricas.
- Determinar los equipos necesarios a implementar en el laboratorio de máquinas eléctricas.
- Realizar doce prácticas de laboratorio para que los estudiantes mejoren sus conocimientos.

CAPÍTULO III

VALIDACIÓN DE LA APLICACIÓN.

3.1 Introducción.

Los módulos didáctico-prácticos se encuentran implementados con equipos de control y máquinas eléctricas, de uso sencillo que son utilizados en las industrias como contactores, relés térmicos, temporizadores y motores trifásicos, siendo 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.

Los módulos de pruebas de energía mecánica-eléctrica permitirán a docentes y estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica realizar prácticas donde se podrá conocer y analizar los parámetros necesarios para realizar una conexión adecuada y mejorar sus conocimientos en el área de motores eléctricos. Cabe destacar que la realización de distintas prácticas de laboratorio ayudará 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 del estudiante en la Universidad Técnica de Cotopaxi Sede La Maná.

3.2 Estudio de Carga.

El estudio de cargas eléctricas es el cálculo que se aplicará a un proyecto eléctrico para conocer la demanda de energía eléctrica que consumirá, se elabora una planilla de cálculo, en la que se toma en cuenta los motores eléctricos ya que estos son lo que consumen la mayor cantidad energía y la suma de este equipo nos va a dar como resultado la demanda requerida.

3.2.1 Estudios de Carga y Demanda.

CUADRO N° 14

Planilla para la Determinación de Demanda Requerida.

NO.	APARATOS ELECTRICOS			FFUN (%)	CIR (W)	Fsn (%)	DMU (W)
	DESCRIPCION	CANT.	Pn(W)				
1	Luminarias	6	80	50	240,0	100	240,0
2	Tomas monofásico	5	300	50	750,0	50	375,0
3	Tomas trifásico	2	3520	50	3520,0	100	3520,0
4	Motor trifásico	2	1492	50	1492,0	100	1492,0
	TOTAL				6002,0		5627,0
Factor de Potencia: (FP)			0,90		Factor de demanda (FDM) 0,9		
DMU:			6.3 kVA		Factor de diversidad (FD) 1,00		
DMUp:			6,3 kVA				
Demanda requerida:			6.k kVA		$(UN*DMUp/FD)+(AP+Ce)$		

Elaborado por: Darwin Paredes.

3.2.2 Instalación (Conductor).

La corriente de servicio de los equipos conectados no debe sobrepasar la corriente nominal del aparato de protección, es decir, del disyuntor principal, cuyo valor, a su vez, no debe sobrepasar la corriente admisible del conductor.

$$P = \sqrt{3} * V * I * \text{Cos}\varphi$$

Dónde:

P: Potencia Activa

I: Corriente Nominal

V: Voltaje

Cos φ : 0.9

Desarrollo de fórmula:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \text{Cos}\varphi} \quad I = \frac{50 \text{ kVA}}{\sqrt{3} * 220 \text{ V} * 0.9} \quad I = 145.8 \text{ A}$$

Para la selección de conductor adecuado existen tablas establecidas con la sección del conductor y calibre para los distintos valores de corriente, la corriente máxima ya antes calculada es de 145.8 A, por lo que el conductor seleccionado es tipo, SGR calibre AWG 2, temperatura del trabajo 105°C, voltaje del servicio 600V, corriente máxima 130 A, normas referenciales ASTM B-3, NEMA WC-70/ICEA-95-658.

Cálculos de Caída de Tensión de los Conductores.

Conductor del transformador.

$$e\% = \frac{I * L}{V * S} \quad e\% = \frac{145,8\text{A} * 12\text{mt}}{220\text{V} * 67.44} \quad e\% = 0.11$$

Conductor de alimentación de la caja de distribución.

$$e\% = \frac{I * L}{V * S} \quad e\% = \frac{145,8A * 9mt}{220V * 33,62} \quad e\% = 0.17$$

Conductor de distribución a los módulos.

$$e\% = \frac{I * L}{V * S} \quad e\% = \frac{145,8A * 3mt}{220V * 3,31} \quad e\% = 0.6$$

Se eligió el conductor número 2 AWG para que no haya inconveniente por futura carga en nuestros laboratorios y pueda acoplarse al mismo sistema de distribución por eso optamos por ese tipo de conductor.

3.2.2.1 Tabla de Conductores.

CUADRO N° 15

Calibre (AWG o kcmil)	Sección Transversal (mm²)	N°. Hilos	Espesor de Aislamiento (mm)	Diámetro Externo Aprox. (mm)	Peso Total kg/km	Capacidad de Corriente (Amp)
8	8,36	67	1,52	6,82	97,91	55
6	13,3	106	1,52	7,80	146,39	75
4	21,15	168	1,65	9,29	225,54	95
2	33,62	268	1,65	11,16	349,59	130

Fuente: Catálogo ELECTROCABLES C.A.

Elaborado por: Darwin Paredes.

3.2.2.2 Especificaciones Técnicas del Conductor.

Los conductores tipos SGR fabricados por ELECTROCABLES C.A., cumplen con las siguientes especificaciones y normas:

ASTM B-172: Cable extra flexibles de cobre formado por manojos de cables trenzados, para conductores eléctricos.

ASTM B-174: Cables flexibles de cobre trenzados, para conductores eléctricos.

NEMA WC-58: Cable portátiles de potencia para industria y minería.

3.3 Dimensionamiento de Disyuntores.

Los disyuntores son dispositivos para establecer y cortar la corriente nominal en un circuito eléctrico, la caja de transferencia y los módulos didácticos requieren fusibles que estén en la capacidad de trabajar con los valores de corriente y voltaje con la característica de los equipos. Se considera que la potencia desarrollada por los motores es de 6.3 kW la corriente nominal se determina de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$I = 1.25 I_{\text{Motor grande}} + I \sum \text{Motores pequeños}$$

$$I = 1.25 (6.3) + 6.3$$

$$I = 14.17 \text{ Amp}$$

CUADRO N° 16

REFERENCIA	NUMERO DE POLOS	AMPERAJE NOMINAL	PODER DE CORTE
TCD134020	3 POLOS	20 AMP	25KA-600V

Fuente: Catálogo GE Energy.
Elaborado por: Darwin Paredes.

3.3.1 Fusibles Trifásico.

Proporciona la protección adecuada para el equipo contra la sobretensión que ocurre en la red eléctrica la I_{Max} , sirve para protección personal y de los elementos instalados.

$$I = 1.25 * I \text{ Motor}$$

$$I = 1.25 * 6.3$$

$$I = 7.8 \text{ Amp}$$

Se seleccionó este tipo de breaker por la razón que en los módulos que se implementara se puede controlar al mismo tiempo dos motores eléctricos y por seguridad se dimensionó a la capacidad indicada.

CUADRO N° 17

REFERENCIA	CORRIENTE NOMINAL	CAP. RUPTURA 240V (ICU)
C60N 3P 16A	16 AMP	6 kA

Fuente: Catálogo Camsco.

Elaborado por: Darwin Paredes.

3.3.2 Selección de Contactores.

Elegir un contactor para una aplicación concreta significa fijar la capacidad de un aparato para establecer, soportar e interrumpir la corriente en el receptor que se desea controlar, en unas condiciones de utilización establecidas, sin recalentamientos ni desgaste excesivo de los contactos.

CUADRO N° 18

REFERENCIA	CORRIENTE AC3/AC1	CAPACIDAD MOTOR	CONTACTOS
C1-D12	12AMP/25AMP	HP 4-7.5	NA-NC

Fuente: Catálogo Camco.

Elaborado por: Darwin Paredes.

Para elegir correctamente el contactor hay que tener en cuenta:

- Las características del circuito o del receptor que se desea controlar: intensidad y tipo de corriente.
- Las condiciones de explotación: ciclos de maniobras/hora, factor de partida, corte en vacío o en carga.

La importancia de estos dos criterios es distinta en cada aplicación se deberá tener en cuenta las características del motor y el tipo de aplicación que se utilizará.

3.3.4 Relés Térmicos

El relé se utilizará generalmente como una medida de seguridad para proteger el circuito principal del motor eléctrico de daños y de todo lo que se encuentre al alrededor de este.

CUADRO N° 19

REFERENCIA	REGULACIÓN	PARA CONTACTOR
R2-D1314	7-10 AMP	C1-D09....C1-D32

Fuente: Catálogo Telemecanique.

Elaborado por: Darwin Paredes.

3.3.5 Temporizador.

Temporizador on-delay son aquellos relevadores en los que al energizar la bobina empieza a transcurrir el tiempo, (este tiempo es previamente ajustado, y se les llama con retardo a la conexión porque retarda la señal de entrada) cuando completa este tiempo cambian de estado sus contactos y permanecen en ese estado mientras este energizada su bobina, cuando se desenergiza la bobina dichos contactos regresan a su estado original.

CUADRO N° 20

CARACTERÍSTICA	TIEMPOS	VOLTAJE
TIMER MULTIVOLTAJE	1S/10S/6°10S/10M	24V-240V AC/DC
ADAPTADOR PARA PUERTA DE TODO TIMER AH3		

Fuente: Catálogo Camsco.

Elaborado por: Darwin Paredes.

3.3.6 Pulsadores (rasantes).

El pulsador es un interruptor de encendido o apagado que conectado a un componente eléctrico que hace funcionar o apagar el mismo. Los pulsadores constan de diversas formas, tamaños que se encuentran en diferentes equipos eléctricos y electrónicos.

Los contactos puede ser de dos tipos: **Normalmente Cerrados** (NC) que son los **pulsadores de Paro** y **Normalmente Abiertos** (NA) que son los **pulsadores de Marcha**. Los pulsadores interiormente consta de una lámina conductora que establece el contacto o desconexión de sus terminales y un resorte que retorna a su estado de reposo sea NC o NA.

CUADRO N° 21

REFERENCIA	CARACTERÍSTICA	COLOR
FPB-EA1/G	Pulsador de Marcha	Verde
FPB-EA2/R	Pulsador de Paro	Rojo

Fuente: Catálogo Camsco.

Elaborado por: Darwin Paredes.

3.3.7 Luces Pilotos

Sirven para visualizar la operación de los módulos prácticos, cuando una luz piloto no enciendo esto significa que no está funcionado correctamente la maniobra que se quiere realizar en los con los equipos.

CUADRO N° 22

REFERENCIA	CARACTERÍSTICA	COLOR	VOLTAJE
AD1622DS-220V/G	Luz Piloto	Verde	220V
AD1622DS-220V/R	Luz Piloto	Rojo	220V

Fuente: Catálogo Camsco.

Elaborado por: Darwin Paredes

3.3.8 Tomas y Enchufes Industriales

El enchufe establece una conexión eléctrica que permite el paso de corriente a los equipos de control y motores. Este dispositivo consta con carcasa de una pieza roscada antitracción y protección contra deformaciones del cable.

Toma corriente es una pieza cuya función es establecer una conexión eléctrica segura con un enchufe de función complementaria, se sitúa en la pared, de forma superficial en la misma. Consta como mínimo de 4 piezas metálicas que permiten la circulación de la corriente eléctrica.

CUADRO N° 23

REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	COLOR	CAPACIDAD/ VOLTAJE	TIPO
574 28	Enchufe trifásico	Rojo	16A/380V-415V	3P+T
553 57	Tomas corriente trifásico	Rojo	16A/380V-415V	3P+T

Fuente: Catálogo Camsco.

Elaborado por: Darwin Paredes.

3.3.9 Selección del Motor Trifásico

El motor trifásico se seleccionará por su gran aplicación dentro de la industria debido a su robustez, liviano, escaso mantenimiento, precio, tipo de alimentación que la encontramos a través de la red de suministro eléctrico trifásico, para así poder realizar las diferentes prácticas en las cuales pueda ser aprovechado.

CUADRO N° 24

PLACA CARACTERÍSTICAS DE MOTOR TRIFÁSICO

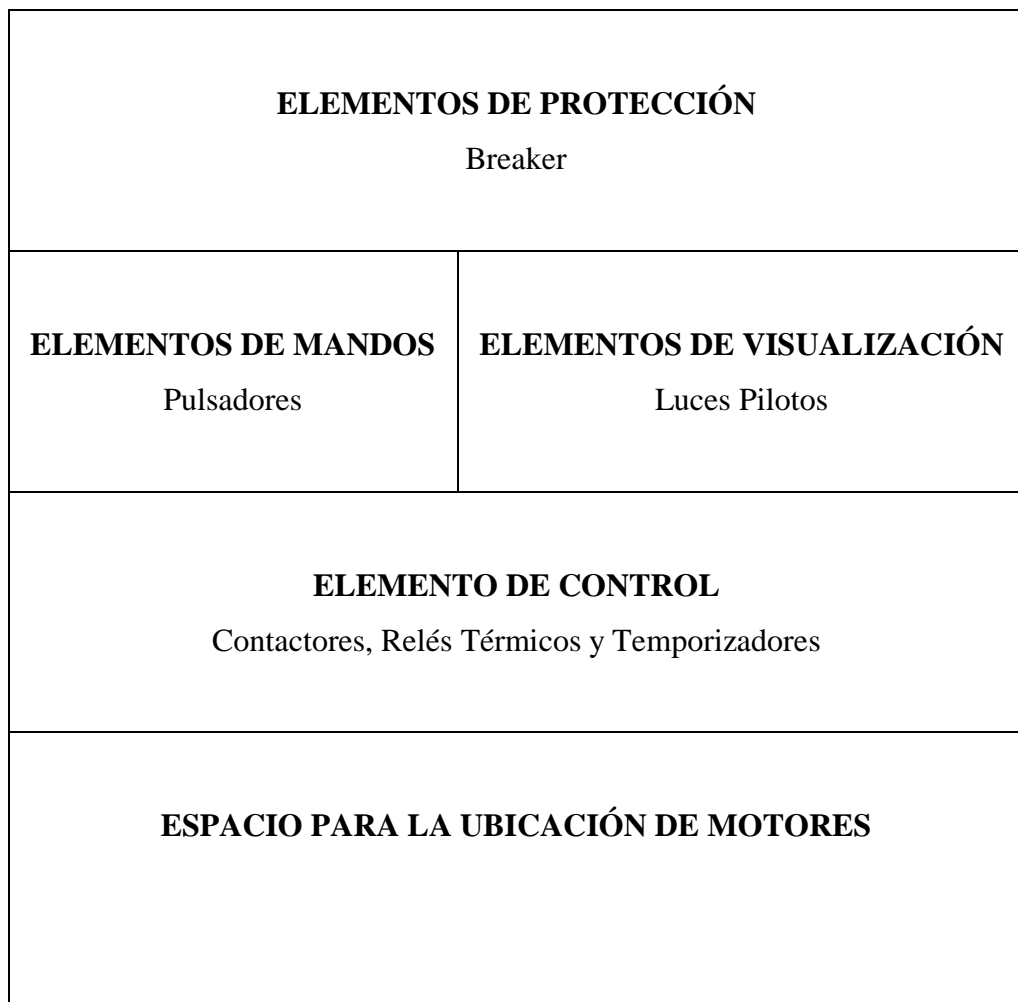
SIEMENS	3F MOTOR	1LA7	083-2YA60
	2.0 HP	Ta-15/40°C	FS 1.15
S1	IP55	220 YY /440YV	1000msnm
60 Hz	IMB3	6.2 /3.1 A.	10 Kg
AISL.F	η 73.4	Cos. φ 0.86	BG 080
IEC 34	Ia 6.3In	Tn/Ta 4.18/13.7Nm	3410 rpm

Fuente: Motor Trifásico.

Elaborado por: Darwin Paredes.

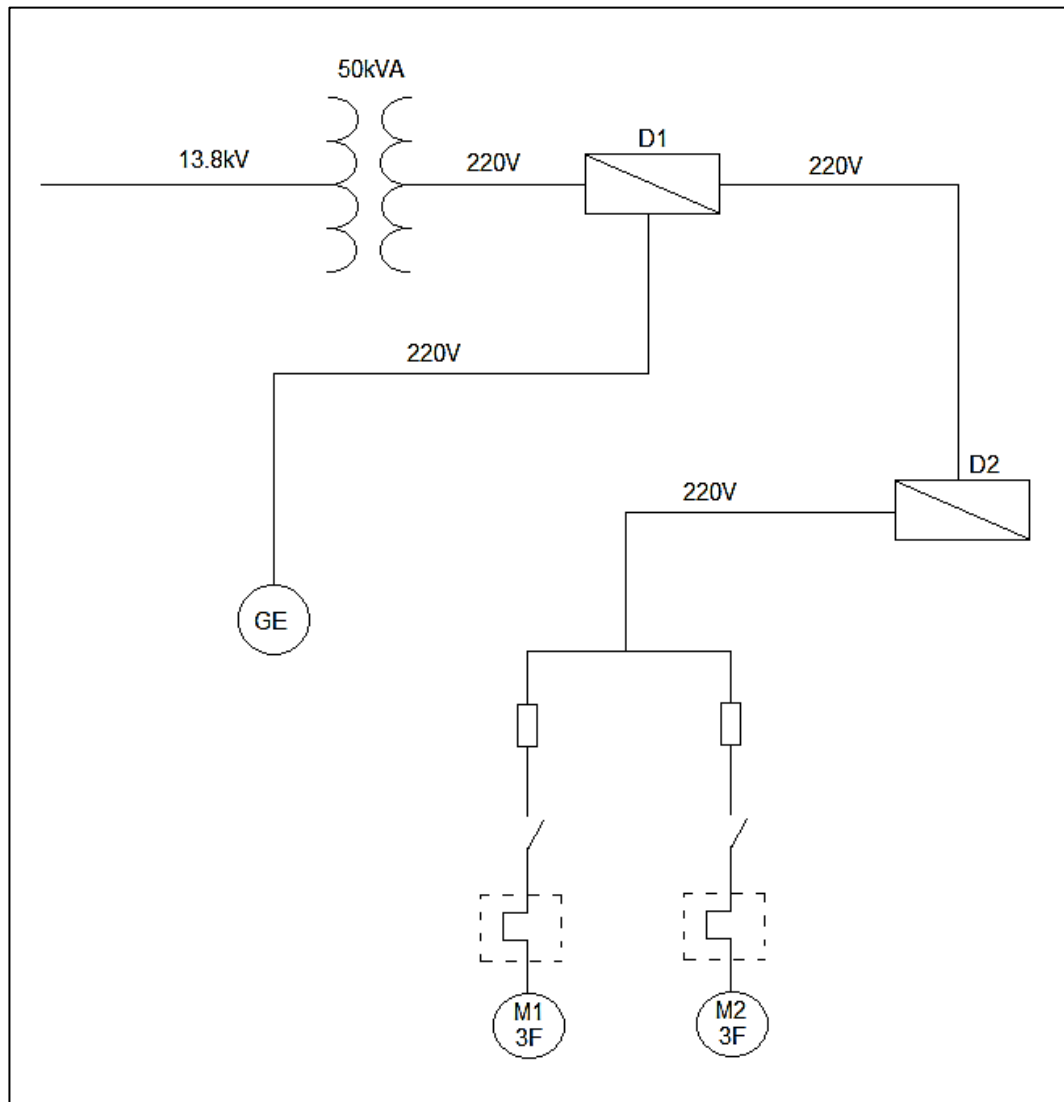
3.3.10 *Diseño Mecánico del Módulo*

Encontramos el diseño mecánico en el cual puede ser instalado los elementos que se incluirán en los módulos. Además dentro del diseño se debe tomar en cuenta la facilidad para realizar las conexiones, el mantenimiento de los elementos en el caso de fallas y para realizar mantenimiento preventivo a los módulos de entrenamiento, en el siguiente diagrama se puede observar la ubicación física de los elementos del módulo.



Elaborado por: Darwin Paredes.

3.3.10.1 Diagrama Unifilar del Laboratorio



Elaborado por: Darwin Paredes.

3.3.11 Presupuesto.

CUADRO N° 25

CANT	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Investigador	U	
1	Computadora	U	
2	Motores Trifásicos	U	260.00	520.00
1	Caja de Distribución Trifásica	U	35.00	35.00
50	Cable # 2	MT	7.04	245.00
8	Contactores	U	30.00	240.00
8	Contactores auxiliares	U	5.00	40.00
8	Relés Térmicos	U	40.00	320.00
4	Temporizadores	U	20.00	80.00
1	Breaker 20 A	U	13.00	13.00
2	Breakers 16 A	U	8.50	17.00
2	Multímetros Digitales	U	11.40	22.80
8	Luces Pilotos	U	3.00	24.00
12	Pulsadores	U	3.00	36.00
2	Tomas Corrientes Trifásicos	U	20.00	40.00
2	Enchufes Trifásico	U	20.00	40.00
2	Módulos	U	100.00	200.00
8	Canaleta Ranurada	U	4.50	36.00
6	Riel Din	U	4.00	16.00
24	Borneras Plásticas	U	1.50	36.00
100	Tuercas	U	0.10	10.00
4	Angulo 1*1/8 (25*3)	U	6.35	25.00
4	Tubería EMT 1*1/2	U	12.00	48.00
6	Codos EMT 1*1/2	U	3.00	18.00
6	Unión EMT 1*1/2	U	1.70	10.20
1	Obra civil	GLOBAL	75.00	75,00
1	Materiales varios	GLOBAL	95.00	95,00
	Transporte y Alimentación	GLOBAL	60.00	60,00
	TOTAL			2.278,00

Elaborado por: Darwin Paredes

3.3.12 PRÁCTICA N° 1: CONTROLAR DESDE DOS PUNTOS DIFERENTES UN MOTOR.

1.- OBJETIVO GENERAL.

- Manipular desde dos puntos diferentes un motor.

2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Observar el control de un motor desde varios puntos diferente.
- Controlar con pulsadores una determinada secuencia del control de un circuito.

3.- FUNCIONAMIENTO.

- Accionar el pulsador P_1 obtenemos que entre en funcionamiento K_2 lo cual nos permite hacer uso de K_1 .
- Con este funcionamiento controlamos desde un tablero general el funcionamiento de alguna máquina.
- Mediante P_1 o P_2 accionamos K_1 , B_1 detenemos P_1 y B_1 apagamos todo el sistema.

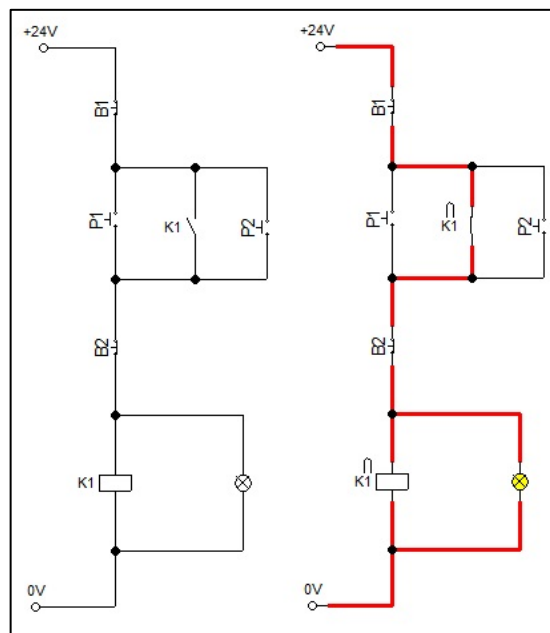
4.- EQUIPOS DE LABORATORIO.

#	ITEMS	CANTIDAD	OBSERVACIONES
1	Cable # 14.	16 mt	Color verde y negro
2	Multímetro.	1	Clamp Meter
3	Pulsador.	5	NC-NO
4	Contactador.	2	NC-NO
5	Luces Pilotos.	2	Rojas y Verdes

5.- PROCEDIMIENTOS.

- Conectar de la línea de alimentación al terminal 1 del pulsador B₀.
- Del terminal 2 del pulsador B₀ conectar al terminal 3 del pulsador P₁.
- Del terminal 4 del pulsador conectar al terminal A₁ del contactor K₁.
- Del terminal A₂ del contactor K₁ conectar a la otra línea de alimentación.
- Conectar una luminaria en paralelo al contactor K₁ para indicar cuando este accionado el contactor.
- Sacar una conexión en paralelo del pulsador P₁ al contacto auxiliar abierto.
- Del contactor K₁ conectar al terminal 3 del pulsador P₁.
- Conectar respectivamente los cables como lo muestra el gráfico y siempre asegurando de hacerlo de manera correcta.

6.- GRÁFICO ESQUEMÁTICO DE LA PRÁCTICA.



Elaborado por: Darwin Paredes, Software Festo fluidsims.

7.- CONCLUSIONES.

- Se aprendió a poder controlar un motor desde varios puntos de control.

- Se diseñó el circuito antes de implementarlo en el Software Festo fluidsim para comprobar su correcto funcionamiento.
- Se logró hacer que un motor funcione desde varios pulsadores de encendido.

8.- RECOMENDACIONES.

- Comprobar que el módulo al momento de hacer la práctica no este energizado.
- Verificar la correcta conexión de los equipos en el módulo para prevenir un corto circuito al momento de encender.

3.3.13. PRÁCTICA N° 2: ENCENDIDO Y APAGADO DE CONTACTORES EN CASCADA.

1.- OBJETIVO GENERAL.

- Aprender el funcionamiento de dos contactores en cascada mediante temporizadores.

2.- OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Realizar una secuencia de encendido y apagado mediante temporizadores.
- Determinar el funcionamiento del temporizador ON DELAY en las secuencias de mando de los contactores.

3.- FUNCIONAMIENTO.

- Utilizaremos un temporizador ON DELAY para hacer que los contactores sigan una debida secuencia mediante un pulsante de marcha y con otro pulsante hacer que el circuito se apague.

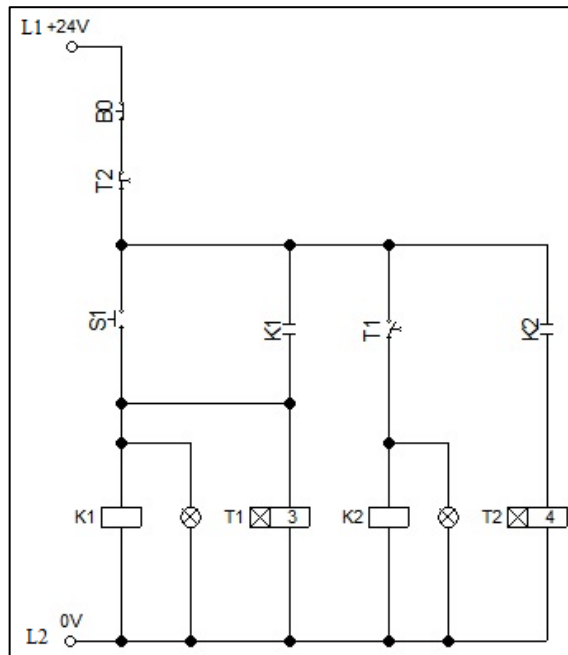
4.- EQUIPOS DE LABORATORIO.

#	ITEMS	CANTIDAD	OBSERVACIONES
1	Cable # 14.	16 mt	Color negro y verde
2	Multímetro.	1	Clamp Meter
3	Pulsador.	5	NC-NO
4	Contactador.	2	NC-NO
5	Temporizadores.	2	ON DELAY
6	Luces Pilotos.	2	Rojas y Verdes

5.- PROCEDIMIENTOS.

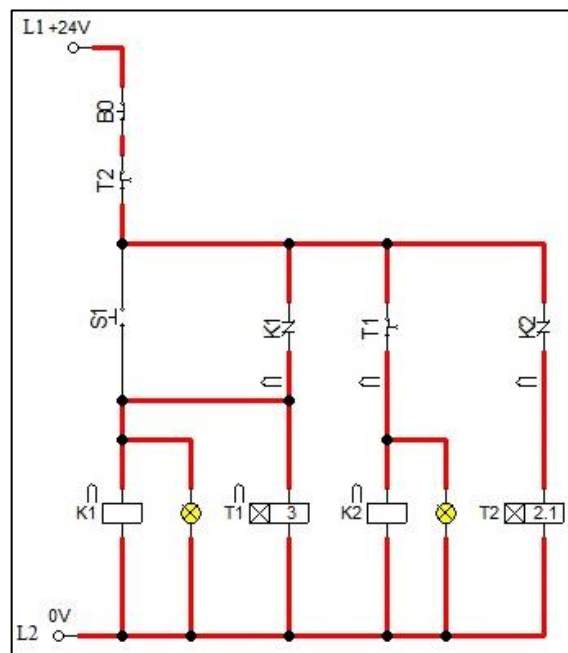
- Conectar de la línea de alimentación al terminal 1 del pulsador B₀.
- Del terminal 2 del pulsador B₀ conectar al terminal 3 del pulsador S₁.
- Del terminal 4 del pulsador conectar al terminal A₁ del contactor K₁.
- Del terminal A₂ del contactor K₁ conectar a la otra línea de alimentación L₂.
- Conectar una luminaria en paralelo al contactor K₁ para indicar cuando este accionado el contactor.
- Sacar una conexión en paralelo del pulsador S₁ al contacto auxiliar abierto 53 – 54.
- Del contacto 54 del contactor K₁ conectar al terminal 3 del pulsador S₂.
- Del terminal 3 conectar en paralelo al contacto auxiliar abierto 53 del contactor K₂.
- Seguir respectivamente la conexión como muestra el gráfico.

6.- GRÁFICO ESQUEMÁTICO DE LA PRÁCTICA.



Elaborado por: Darwin Paredes, Software Festo fluidsims.

7.- GRÁFICO ESQUEMÁTICO DE LA PRÁCTICA EN FUNCIONAMIENTO.



Elaborado por: Darwin Paredes, Software Festo fluidsims.

8.- CONCLUSIONES.

- Se aprendió el correcto funcionamiento de los contactores en cascada.
- Se logra una debida secuencia de encendido y apagado de los contactores.

9.- RECOMENDACIONES.

- Verificar que el módulo didáctico no este energizado al momento de las conexiones internas de la práctica a realizarse como precaución de un corto circuito.
- Comprobar que las conexiones no estén flojas al momento de una práctica por la razón de que no funcione el circuito.

3.3.14. PRÁCTICA N° 3: MANDO DE DOS CONTACTORES DE MANERA SECUENCIAL.

1.- OBJETIVO GENERAL.

- Realizar el accionamiento de dos contactores en forma secuencial mediante la aplicación de los contactos auxiliares.

2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Identificar como se logra una debida secuencia mediante pulsadores y contactores auxiliares.
- Diseñar un circuito para cumplir el mando de dos contactores de manera secuencial.

3.- FUNCIONAMIENTO.

- El contactor dos no deberá accionarse siempre que el contactor uno no esté accionado.

- El contactor dos solamente podrá accionarse siempre y cuando el contactor uno este retroalimentado.

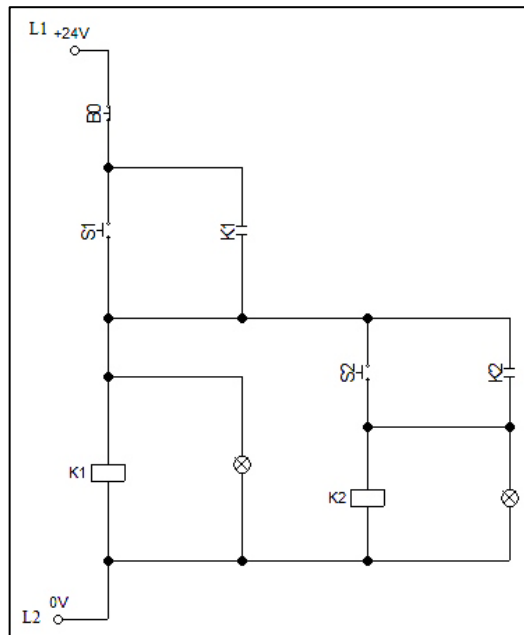
4.- EQUIPOS DE LABORATORIO.

#	ITEMS	CANTIDAD	OBSERVACIONES
1	Cable # 14.	16 mt	Color rojo y verde
2	Multímetro.	1	Clamp Meter
3	Pulsador.	5	NC-NO
4	Contactador.	2	NC-NO
5	Luces Pilotos.	2	Rojas y Verdes

5.- PROCEDIMIENTOS.

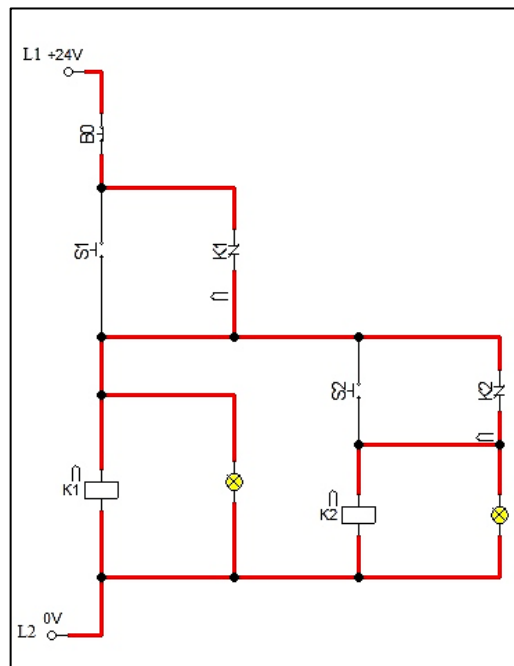
- Conectar de la línea de alimentación al terminal 1 del pulsador B₀.
- Del terminal 2 del pulsador B₀ conectar al terminal 3 del pulsador S₁.
- Del terminal 4 del pulsador conectar al terminal A₁ del contactor K₁.
- Del terminal A₂ del contactor K₁ conectar a la otra línea de alimentación.
- Conectar una luminaria en paralelo al contactor K₁ para indicar cuando este accionado el contactor.
- Sacar una conexión en paralelo del pulsador S₁ al contacto abierto.
- Del contacto 54 del contactor K₁ conectar al terminal 3 del pulsador S₂.
- Del terminal 4 del pulsador S₂ conectar al terminal 54 del contacto auxiliar abierto.
- Del terminal 3 conectare al terminal A₁ del contador K₂.
- Del terminal A₂ conectar a la otra línea de alimentación L₂.
- Conectar una luminaria paralela al contador K₂ para que se encienda cada vez que este encendido en contactor K₂.

6.- GRÁFICO ESQUEMÁTICO DE LA PRÁCTICA.



Elaborado por: Darwin Paredes, Software Festo fluidsims.

7.- GRÁFICO ESQUEMÁTICO DE LA PRÁCTICA EN FUNCIONAMIENTO.



Elaborado por: Darwin Paredes, Software Festo fluidsims.

8.- CONCLUSIONES.

- Se pudo hacer que los contactores sigan una debida secuencia mediante la utilización de los contactos auxiliares.
- Se logró cumplir con lo señalado en la práctica realizada en el funcionamiento del circuito eléctrico.

9.- RECOMENDACIONES.

- Precaución al energizar los elementos de la práctica debido al uso de alto voltaje.
- Evidenciar que la conexiones del circuito eléctrico este bien conectado por precaución de un corto circuito o daño de los equipos.

3.3.15. PRÁCTICA N°4: SELECTOR DE ENCENDIDO DE CONTACTORES INDIVIDUAL.

1.- OBJETIVO GENERAL.

- Encender los contactores según selección individual.

2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Aprender el debido funcionamiento de los contactores mediante pulsadores.
- Conocer las condiciones que cumple los contactores en el circuito eléctricos al momento de encendido.

3.- FUNCIONAMIENTO.

- Si seleccionamos el contactor K_1 no se podrá accionar el K_2 si este está accionado entonces para accionara K_2 tiene que estar apagado K_1 para poder accionar K_2 y así respectivamente.

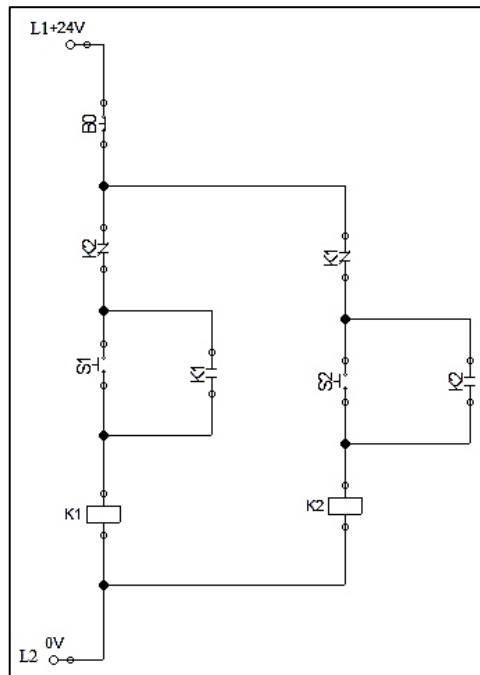
4.- EQUIPOS DE LABORATORIO.

#	ITEMS	CANTIDAD	OBSERVACIONES
1	Cable # 14.	16 mt	Color rojo y verde
2	Multímetro.	1	Clamp Meter
3	Pulsador.	5	NC-NO
4	Contactador.	2	NC-NO
5	Luces Pilotos.	2	Rojas y Verdes

5.- PROCEDIMIENTOS.

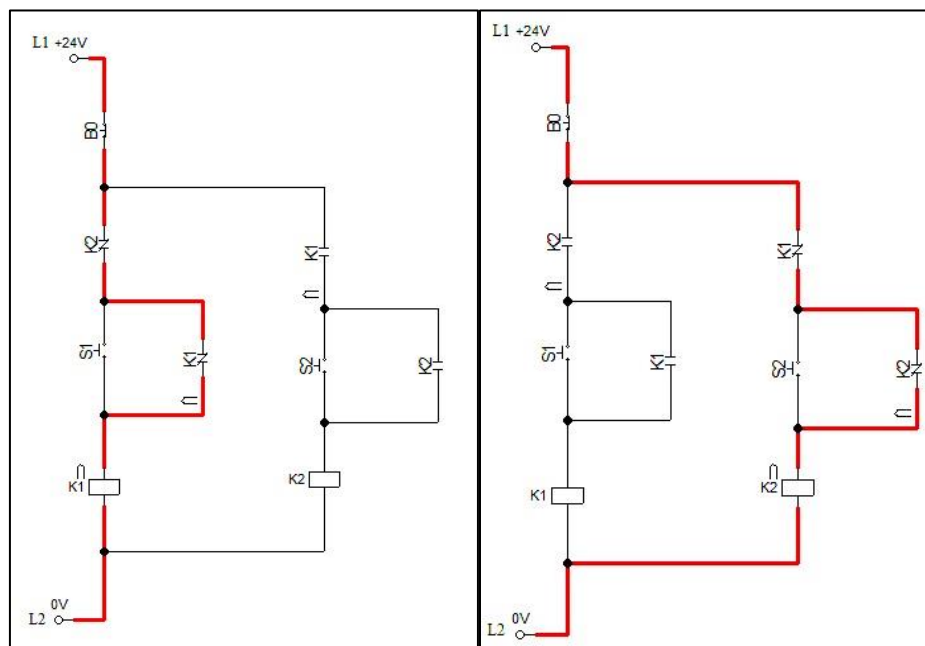
- Conectar de la línea de alimentación al terminal 1 del pulsador B₀.
- Del terminal tres del pulsador B₀ conectar 1 contacto cerrado de contacto K₂.
- Del terminal del contacto cerrado del contactor K₂ conectar al pulsador S₁.
- Conectar en paralelo al pulsador un contacto vierto del contactor K₁.
- Del pulsador conectar terminal A₁ y A₂ del contactor.
- Del terminal A₂ conectar a la línea de alimentación.
- Del terminal 2 del pulsador NC conectar al contacto vierto del contactor K₁.
- Del terminal 54 del contacto abierto conectar al pulsador en el 3 terminal.
- Conectar en paralelo un contacto abierto del contactor K₂.
- Conectar del terminal 4 del pulsador al terminal A₁ del contactor K₂.
- Conectar del terminal A₂ ala line de alimentación.

6.- GRÁFICO ESQUEMÁTICO DE LA PRÁCTICA.



Elaborado por: Darwin Paredes, Software Festo fluidsims.

7.- GRÁFICOS ESQUEMÁTICOS DE LA PRÁCTICA EN FUNCIONAMIENTO.



Elaborado por: Darwin Paredes, Software Festo fluidsims.

8.- CONCLUSIONES.

- Se diseñó el circuito antes de implementarlo en el Software Festo fluidsim para verificar su correcto funcionamiento.
- Se simuló maniobras con los contactores mediante los pulsadores.

9.- RECOMENDACIONES.

- Utilizar adecuadamente los equipos que se encuentran implementados en los módulos didácticos.
- Comprobar que las conexiones no estén flojas al momento de una práctica por la razón de que no funcione el circuito eléctrico.

3.3.16. PRÁCTICA N° 5: ACTIVACIÓN DE DOS CONTACTORES EN FORMA PERMANENTE E INDEPENDIENTE.

1.- OBJETIVO GENERAL.

- Realizar el mando de dos contactores cada uno con su propio pulsador.

2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Verificar que cada pulsador mande a funcionar al determinado contactor.
- Comprobar que el contactor en funcionamiento funcione con sus respectivos pulsadores.

3.- FUNCIONAMIENTOS.

- Al presionar S_1 se observará la retroalimentación del contactor K_1 y encenderá la luz piloto paralelo al mismo.

- Al presionar S_2 se observara la retroalimentación del contactor K_2 y se encenderá la luz piloto del mismo solamente si el contactor K_1 esta accionado.

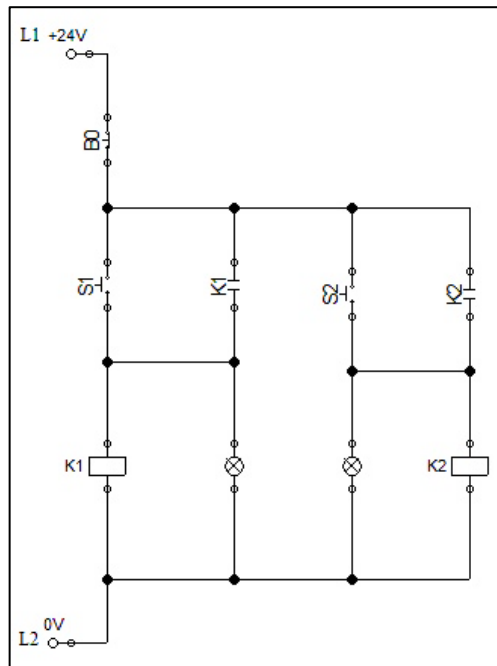
4.- EQUIPOS DE LABORATORIO.

#	ITEMS	CANTIDAD	OBSERVACIONES
1	Cable # 14.	16 mt	Color rojo y verde
2	Multímetro.	1	Clamp Meter
3	Pulsador.	5	NC-NO
4	Contactador.	2	NC-NO
5	Luces Pilotos.	2	Rojas y Verdes

5.- PROCEDIMIENTOS.

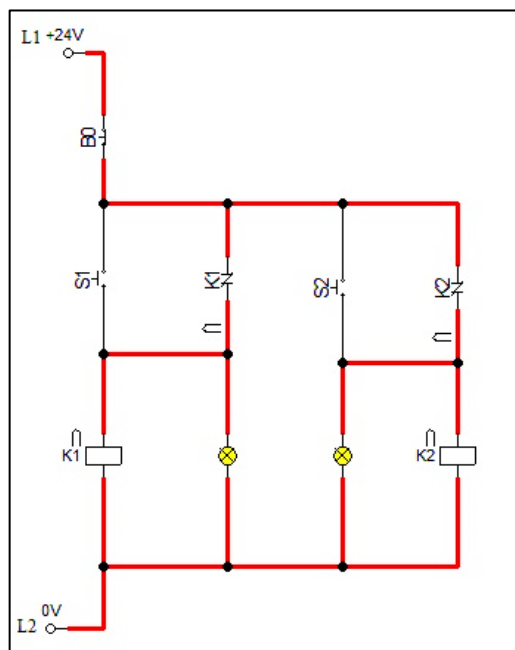
- Conectar de la línea alimentación L_1 al terminal 1 del pulsador B_0 .
- Se hará una conexión en paralelo a los pulsadores S_1 en el terminal "3 " y en el pulsador S_2 en el terminal "3".
- Del pulsador S_1 terminal "3" se realizará una conexión paralela con el contacto número 53 del contactor K_1 .
- Del pulsador S_1 terminal "4" se realizará la otra parte de la conexión paralela al contacto 54 del contactor K_1 .
- Del terminal A_1 del contactor K_1 que a su vez se conecta en paralelo a uno de los terminales de la luz piloto.
- El terminal A_2 del contactor K_1 se conectará a la otra línea de alimentación L_2 y a su vez en paralelo al otro terminal de la luz piloto.
- Del pulsador S_2 terminal "4" se realizará una conexión paralela con el contacto número 53 del contactor K_2 .
- Del pulsador S_2 terminal "4" se realizará la otra parte de la conexión paralela al contacto 54 del contactor K_2 .
- El terminal A_2 del contactor K_2 se conectará a la otra línea de alimentación L_2 y a su vez en paralelo al otro terminal de la luz piloto.

6.- GRÁFICO ESQUEMÁTICO DE LA PRÁCTICA.



Elaborado por: Darwin Paredes, Software Festo fluidsims.

7.- GRÁFICO ESQUEMÁTICO DE LA PRÁCTICA EN FUNCIONAMIENTO.



Elaborado por: Darwin Paredes, Software Festo fluidsims.

8.- CONCLUSION.

- Al finalizar la práctica ya debemos tener en claro cómo manda dos contactores cada uno con su debido pulsador.
- Se pudo hacer que los contactores sigan una debida secuencia mediante la utilización de los contactos auxiliares.

9.- RECOMENDACION.

- Verificar en cada práctica que se realice en el módulo ante de la implementación del circuito este no este energizado.
- Utilizar adecuadamente los equipos que se encuentran implementado en los módulos didácticos.

3.3.17. PRÁCTICA N° 6: ENCENDIDO DE UNA LUZ PILOTO DESPUÉS DE 5 SEGUNDOS.

1.- OBJETIVO GENERAL.

- Aprender el correcto uso de un temporizador ON DELAY con cada uno de sus contactos.

2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Comprobar que el temporizador este correctamente conectado para la ejecución de la práctica.
- Establecer un debido tiempo con el temporizador para maniobra un determinado circuito eléctrico.

3. – FUNCIONAMIENTO.

- Utilizar un temporizador ON DELAY para encender una luz piloto en un determinado orden y tiempo en el módulo de control.

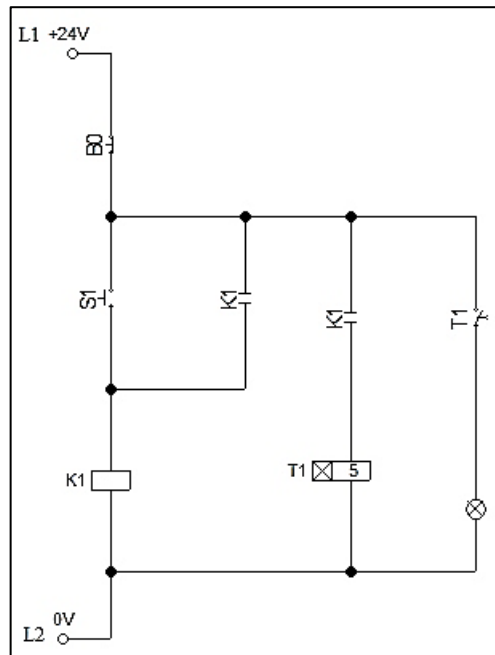
4.- EQUIPOS DE LABORATORIO.

#	ITEMS	CANTIDAD	OBSERVACIONES
1	Cable # 14.	16 mt	Color blanco y negro
2	Multímetro.	1	Clamp Meter
3	Pulsador.	5	NC-NO
4	Contactador.	2	NC-NO
5	Temporizador.	1	ON DELAY
6	Luces Pilotos.	2	Rojas y Verdes

5.- PROCEDIMIENTOS.

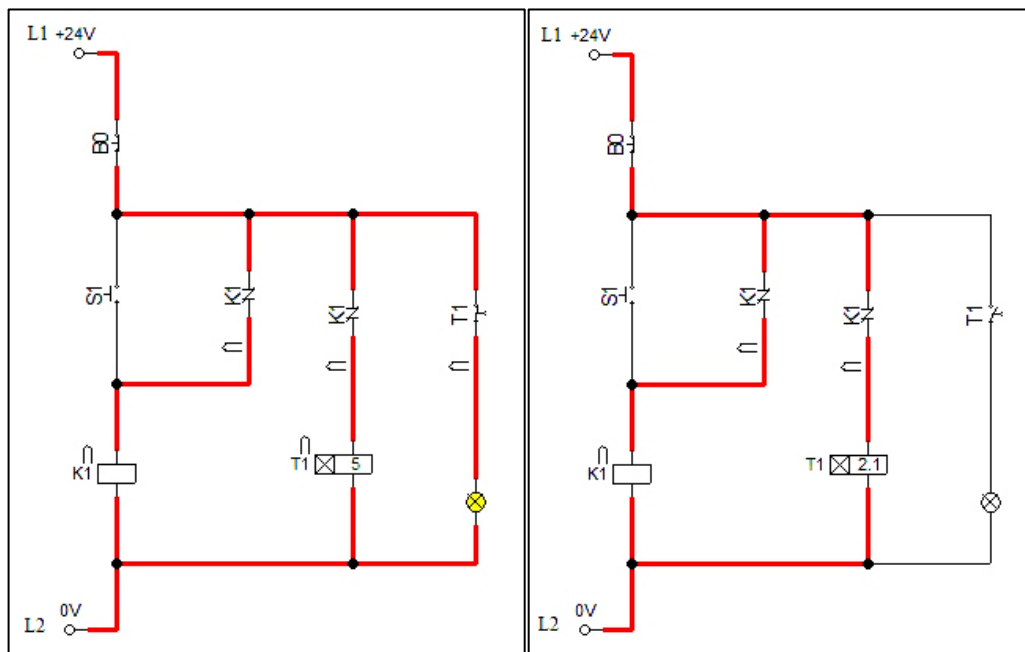
- Conectar de la línea de alimentación al pulsador NC.
- Del terminal dos del pulsador NC-S₁ conectar al pulsador NO.
- Conectar en paralelo un contacto abierto del contactador K₁.
- Conectar del terminal 4 del pulsador S₁ al terminal A₁ del contactador.
- Conectar del terminal A₂ del contactador K₁ a la línea de alimentación.
- Del terminal dos del pulsador NC conectar al terminal 53 del contactador K₁.
- Del terminal 54 del K₁ conectar al terminal A₁ del temporizador T₁.
- Conectar del terminal A₂ del T₁ a la línea de alimentación.
- Del terminal 53 del K₁ conectar al terminal de T₁.
- Del terminal del T₁ conectar a la otra línea de alimentación.

6.- GRÁFICO ESQUEMÁTICOS DE LA PRÁCTICA.



Elaborado por: Darwin Paredes, Software Festo fluidsims.

7.- GRÁFICOS ESQUEMÁTICOS DE LA PRÁCTICA EN FUNCIONAMIENTO.



Elaborado por: Darwin Paredes, Software Festo fluidsims.

8.- CONCLUSIONES.

- Se pudo aprender el uso adecuado del temporizador ON DELAY.
- Se logró determinar un correcto tiempo con un temporizador para maniobra un circuito eléctrico.

9.- RECOMENDACIONES-

- Comprobar que las patas de conexión del temporizador no estén flojas para su correcto funcionamiento.
- Explicar cómo se debe comentarse un temporizador a su base para un correcto funcionamiento.

3.3.18. PRÁCTICA N° 7: MANDO DE UN CONTACTOR DESDE VARIAS CAJAS DE PULSADORES.

1.- OBJETIVO GENERAL.

- Realizar el mando de un circuito eléctrico desde varios pulsadores.

2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Comprender cómo controlar mediante pulsadores un determinado circuito eléctrico.
- Controlar un determinado circuito eléctrico desde varias cajas mediante pulsadores.

3.- FUNCIONAMIENTO.

- Accionar el pulsador general (G)
- Obtenemos que entre en funcionamiento K_G lo cual nos permite K_1 .

- Con este funcionamiento controlamos desde un tablero general el funcionamiento de alguna maquinaria.
- Mediante P_1 o P_2 accionamos K_1 , $STOP_1$ detenemos P_1 y $STOP_G$ apagamos toso el sistema.

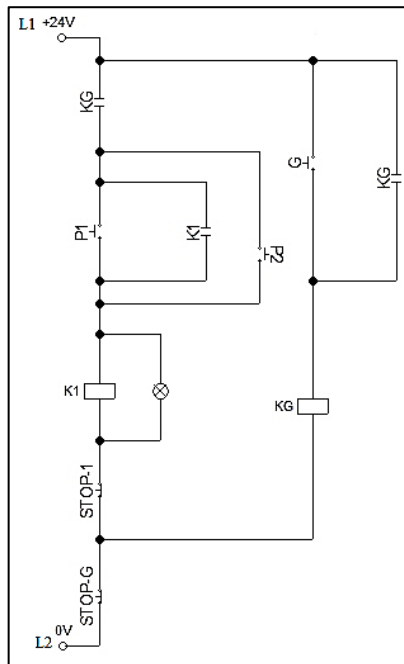
4.- EQUIPOS DE LABORATORIO.

#	ITEMS	CANTIDAD	OBSERVACIONES
1	Cable # 14.	16 mt	Color verde y negro
2	Multímetro.	1	Clamp Meter
3	Pulsador.	5	NC-NO
4	Contactador.	2	NC-NO
5	Luces Pilotos.	2	Rojas y Verdes

5.- PROCEDIMIENTOS.

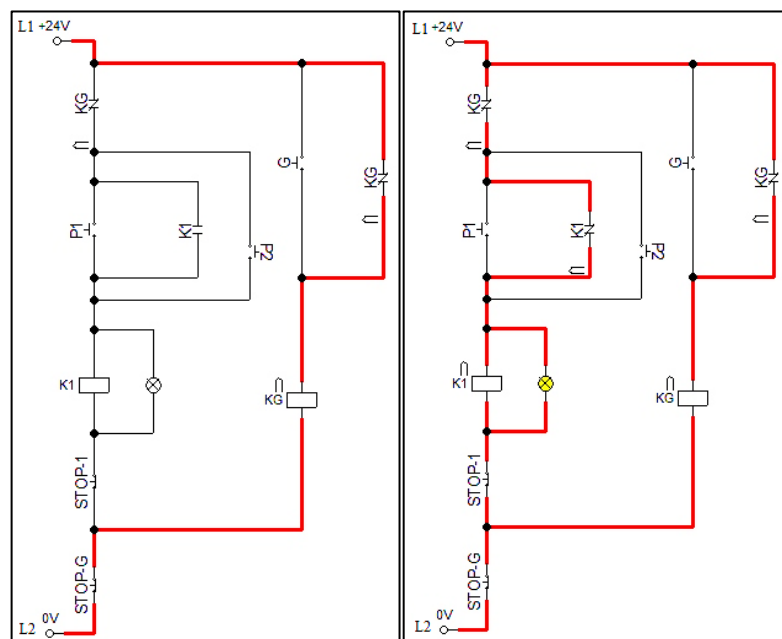
- Conectar de la línea de alimentación al terminal 1 del pulsador B_0 .
- Del terminal 2 del pulsador B_0 conectar al terminal 3 del pulsador P_1 .
- Del terminal 4 del pulsador conectar al terminal A_1 del contactador K_1 .
- Del terminal A_2 del contactador K_1 conectar a la otra línea de alimentación L_2 .
- Conectar una luminaria en paralelo al contactador K_1 para indicar cuando este accionado el contactador.
- Sacar una conexión en paralelo del pulsador P_1 al contacto auxiliar abierto.
- Del contacto 54 del contactador K_1 conectar al terminal 3 del pulsador P_2 .
- Conectar respectivamente los cables como lo muestra el gráfico y siempre asegurando de hacerlo de manera correcta.

6.- GRÁFICO ESQUEMÁTICO DE LA PRÁCTICA.



Elaborado por: Darwin Paredes, Software Festo fluidsims.

7.- GRÁFICOS ESQUEMÁTICOS DE LA PRÁCTICA EN FUNCIONAMIENTOS.



Elaborado por: Darwin Paredes, Software Festo fluidsims.

8.- CONCLUSIONES.

- Se logró controlar un circuito eléctrico desde varios pulsadores.
- Se diseñó el circuito antes de implementarlo en el Software Festo fluidsim para verificar su correcto funcionamiento.

9.- RECOMENDACIONES.

- Verificar que el módulo al momento de hacer la práctica no este energizado.
- Comprobar que las conexiones de los equipos en el módulo este bien comentador por precaución de un corto circuito.

3.3.19. PRÁCTICA N° 8: SECUENCIA DE CONTACTORES EN CASCADA MÉDIATE TEMPORIZADORES.

1.- OBJETIVO GENERAL.

- Aprender hacer seguir una secuencia permanente de contactores mediante temporizador ON DELAY.

2.- OBJETIVO ESPECÍFICOS.

- Controlar los contactores mediante temporizadores para que sigan una debida secuencia.
- Verificar el funcionamiento correcto del temporizador ON DELAY dentro de un circuito eléctrico.

3. – FUNCIONAMIENTO.

- Utilizaremos un temporizador ON DELAY para hacer que los contactores sigan una debida secuencia y no paren hasta presionar el pulsador de paro.

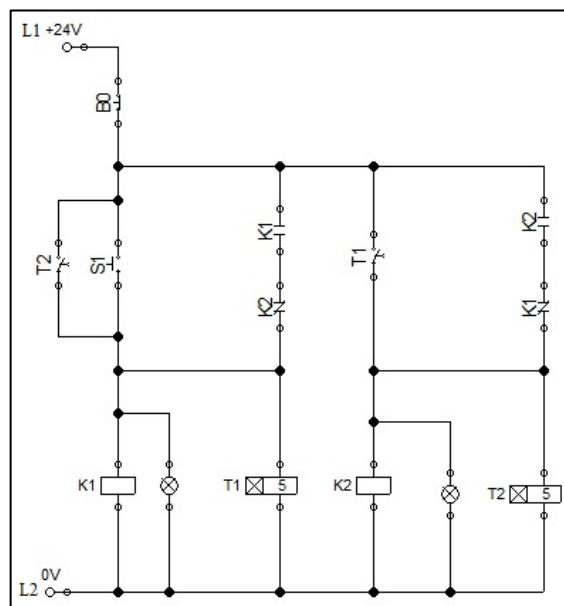
4.- EQUIPOS DE LABORATORIO.

#	ITEMS	CANTIDAD	OBSERVACIONES
1	Cable # 14.	16 mt	Color verde y rojo
2	Multímetro.	1	Clamp Meter
3	Pulsador.	5	NC-NO
4	Contactores.	2	NC-NO
5	Temporizadores.	2	ON DELAY
6	Luces Pilotos.	2	Rojas y Verdes

5.- PROCEDIMIENTOS.

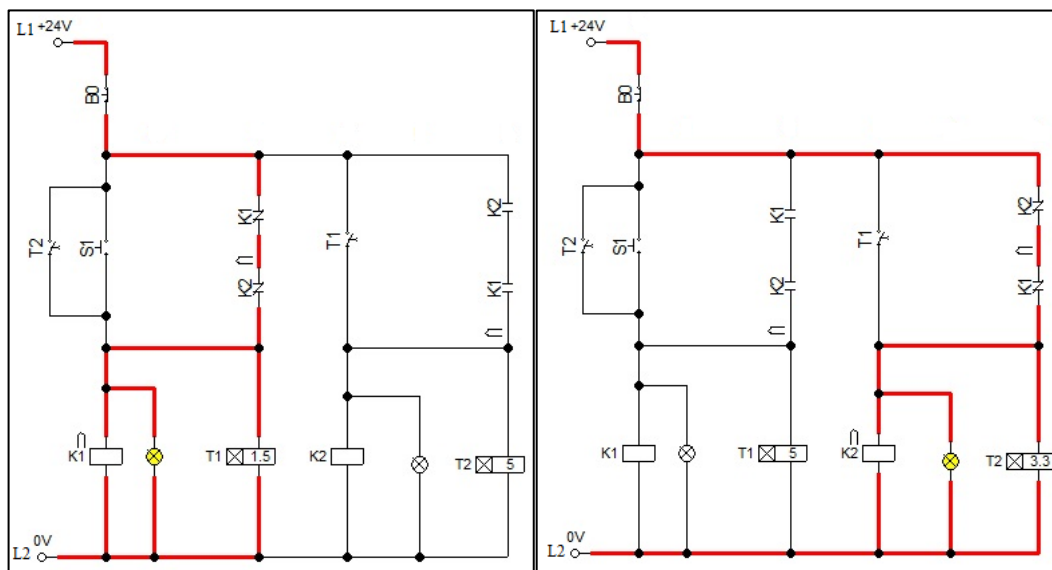
- Conectar de la línea de alimentación al terminal 1 del pulsador B₀.
- Del terminal 2 del pulsador B₀ conectar al terminal del pulsador S₁.
- Del terminal 4 del pulsador conectar al terminal A₁ del contactor K₁.
- Del terminal A₂ del contactor K₁ conectar a la otra línea de alimentación.
- Conectar respectivamente los cables como lo muestra el grafico.

6.- GRÁFICO ESQUEMÁTICOS DE LA PRÁCTICA.



Elaborado por: Darwin Paredes, Software Festo fluidsims.

7.- GRÁFICO ESQUEMÁTICOS DE LA PRÁCTICA EN FUNCIONAMIENTO.



Elaborado por: Darwin Paredes, Software Festo fluidsim.

8.- CONCLUSIONES

- Se aprendió a controlar contactores mediante temporizar circuito.
- Se logró el correcto funcionamiento del temporizador ON DELAY dentro de un circuito de control.

9.- RECOMENDACIONES

- Verificar los equipos del módulo didáctico antes de utilizarlos debido a desconexión que tengan sus contactos.
- Comprobar que el módulo al momento de hacer las práctica no este energizado.

3.3.20. PRÁCTICA N° 9: ARRANQUE DIRECTO DE UN MOTOR.

1.- OBJETIVO GENERAL.

- Observar las características del arranque directo de un motor trifásico.

2.- OBJETIVO ESPECÍFICOS.

- Realizar una debida conexión de un arranque directo.
- Determinar el voltaje del arranque directo de un motor trifásico.

3.- EQUIPOS DE LABORATORIO.

#	ITEMS	CANTIDAD	OBSERVACIONES
1	Cable # 14.	16 mt	Color rojo y verde
2	Pulsador.	5	NC-NO
3	Contactador.	2	NC-NO
4	Relé Térmico.	1	Telemecanique
5	Motor	1	Siemens

4.- INTRODUCCIÓN.

Es el que se presenta cuando suministramos directamente al motor su tensión nominal, este tipo de arranque es utilizado para motores de pequeña potencia, 4 o 5 HP, cuando se alimenta directamente de la red, en este caso las normas de la compañía suministradora establecen, por tanto el valor límite de la potencia.

También es utilizado este tipo de arranque directo en motores de gran potencia (300 ó 400 HP) cuando son alimentados por transformador particular. Los motores con arranque directo absorben un gran pico de corriente, del orden de 4,5 a 7 veces la intensidad nominal y esto causa un par de arranque del orden de 1,5 a 2 veces el par nominal, lo que permite arrancar estos motores a plena carga.

El arranque directo se efectuará en estrella o en triángulo, según los valores de la tensión de red y las tensiones nominales del motor en cada tipo de conexión, datos que vienen siempre indicados en la placa de características del motor (la tensión mayor corresponde a la conexión estrella y la menor a la conexión triángulo).

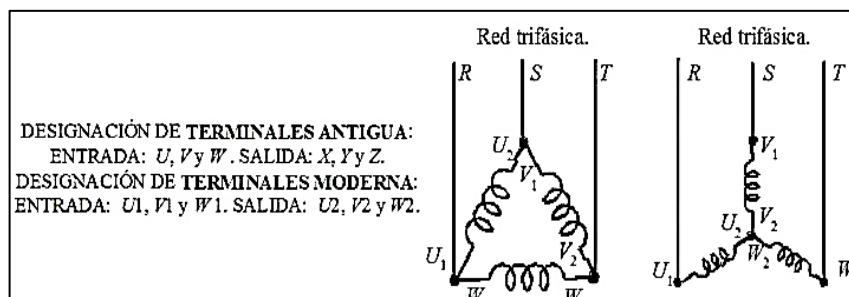


Figura 1. Esquemas desarrollados de las conexiones en estrella y triángulo

5.- FUNCIONAMIENTO.

En la siguiente figura se muestra el circuito de potencia y de mando con un relé térmico para el arranque directo de motores en jaula de ardilla. En el circuito de potencia se observa la red trifásica R.S.T a la cual se va a conectar el motor, aparece un interruptor general, los fusibles de protección contra cortocircuitos, el contactor con su bobina y sus contactos principales (1,2), (3,4) y (5,6), el relé térmico e_3 y el motor.

Generalmente el contactor y el relé térmico están unidos eléctricamente y mecánicamente dando alimentación a las bornes U_1, V_1 y W_1 del motor.

La unión entre las bornes del motor ($U_1, V_1, W_1, U_2, V_2, W_2$) no se representa, ya que según sea conexión estrella o triángulo, se hará una u otra.

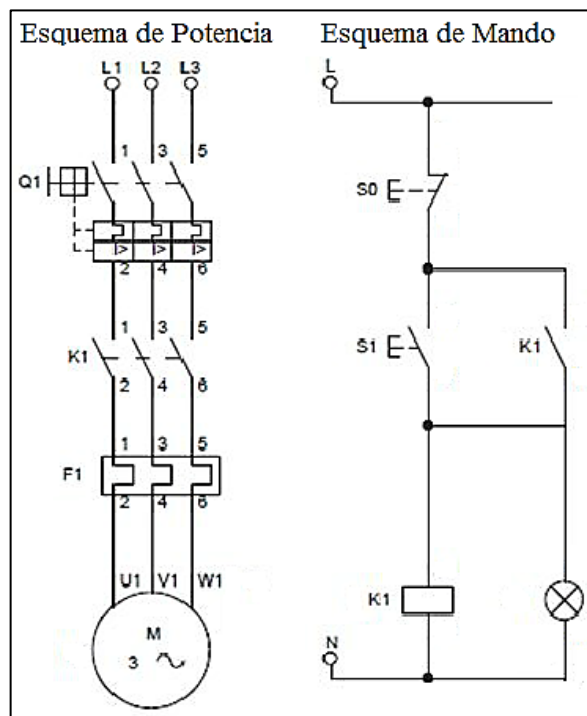
El circuito de mando, se tomará de dos fases cualquiera; en nuestro caso de R y N y se pondrá un fusible (o dos) de protección, luego el juego de pulsadores de marcha (normalmente abierto) y el de paro (normalmente cerrado), en serie con el contacto del relé térmico y cerrando con la bobina del contactor. El

contacto auxiliar del contactor produce la retención del mismo, lo que indica que la bobina del contactor sigue excitada aunque se deje de presionar sobre el pulsador de marcha.

Para arrancar el motor se cierra el interruptor general a1 y se actúa sobre el pulsador de marcha, esto excita la bobina ab del contactor principal por lo que cierra todos sus contactos abiertos debido a la fuerza magnética y llega tensión al motor (ver circuito principal) por lo que arranca en ese momento.

Aunque se deje de pulsar, el motor sigue girando debido al contacto auxiliar del contactor (ver circuito de mando) que está cerrado por estar excitada su bobina, es decir el contacto auxiliar sirve de retención o mantenimiento de la bobina y va en paralelo con el pulsador de marcha. En el funcionamiento del motor se produce una sobrecarga actúa el relé térmico que abre su contacto auxiliar lo que desexcita el contactor y abre el circuito principal, protegiendo al motor.

6.- GRÁFICOS ESQUEMÁTICOS DE LA PRÁCTICA.



Elaborado por: Darwin Paredes.

7.- CONCLUSIONES.

- Se practicó el arranque directo de un motor trifásico jaula de ardilla haciendo la respectiva conexión.
- Se diseñó el circuito antes de implementarlo en el Festo fluidsím para verificar su correcto funcionamiento.

8.- RECOMENDACIONES.

- Comprobar que las conexiones de los equipos en el módulo estén bien comentadas por precaución de un corto circuito.
- Tener precaución al momento de conectar las líneas de alimentación del motor por intercambio de fase se puede ocasionar daño al motor trifásico.

3.3.21. PRÁCTICA N° 10: INVERSIÓN DE GIRO MOTOR DE INDUCCIÓN.

1.- OBJETIVO GENERAL.

- Realizar la inversión de giro de un motor de inducción con su respectivo circuito.

2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Construir el respectivo circuito de inversión de giro de un motor de inducción.
- Determinar en qué tiempo hacer el cambio de giro de un motor de inducción.

3.- EQUIPOS DE LABORATORIO.

#	ITEMS	CANTIDAD	OBSERVACIONES
1	Cable # 14.	16 mt	Color rojo y negro
2	Multímetro.	1	
3	Pulsador.	5	NC-NO
4	Contactador.	2	NC-NO
5	Relé Térmico.	1	Telemecanique
6	Luces Pilotos.	4	Rojas y Verdes
7	Motor trifásico	1	Siemens

4.- INTRODUCCIÓN.

Para ejecutar la inversión de giro, se ha de tener en cuenta que para invertir el sentido, sólo se invertirá el sentido de la corriente en uno de los bobinados, ya que de hacerlo en ambos no se lograría la inversión deseada.

5.- FUNCIONAMIENTO.

En el circuito principal se observa que si actúa el contactor K_1 le llega la tensión al motor (U_1, V_1, W_1) en la sucesión R.S.T. Si funciona el contactor K_2 , se obtiene una inversión en las fases de entrada llegando a U_1, V_1, W_1 las fases T.S.R, lo que hace que el motor cambie de sentido de giro al haber intercambiado las fases R y T.

En el circuito de mando se muestra también el segundo enclavamiento utilizando pulsadores de doble efecto que a la vez que abren un circuito cierran el otro.

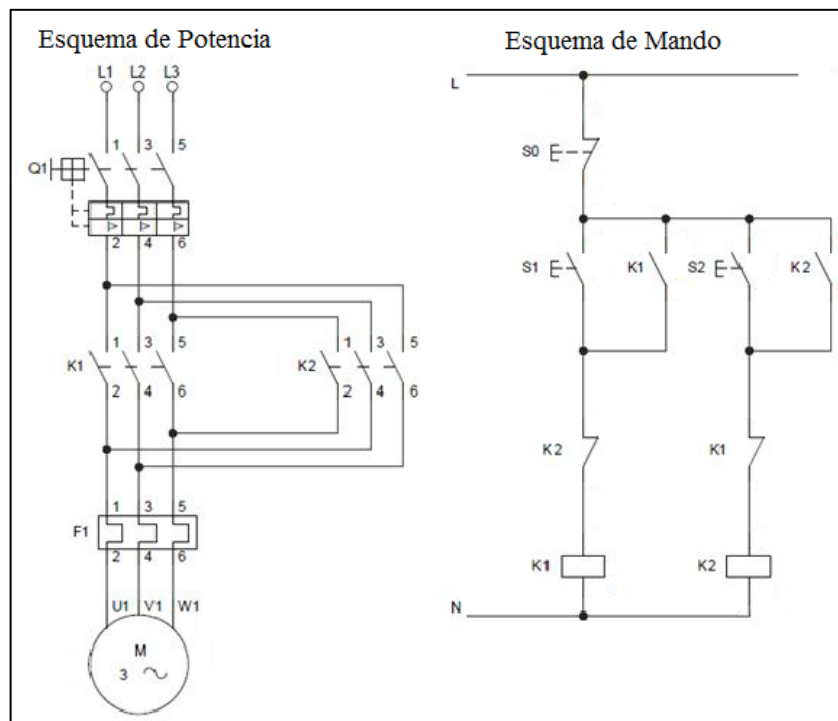
Obsérvese por ejemplo que al pulsar S_1 se cierra de la rama primera, por lo que se alimenta la bobina del contactor de marcha izquierda K_1 , lo que cierra el contacto K_1 de mantenimiento de este contactor, (que está en paralelo con la

conexión serie de ambos pulsadores), girando el motor hacia la izquierda aunque se deje de pulsar S_1 .

Por otro lado, al excitarse la bobina K_1 se producirá la apertura del contacto normalmente cerrado K_1 que está en serie con la bobina del contactor K_2 lo que asegura el enclavamiento eléctrico entre ambos contactores. La parada se consigue apretando el pulsador de paro B_0 .

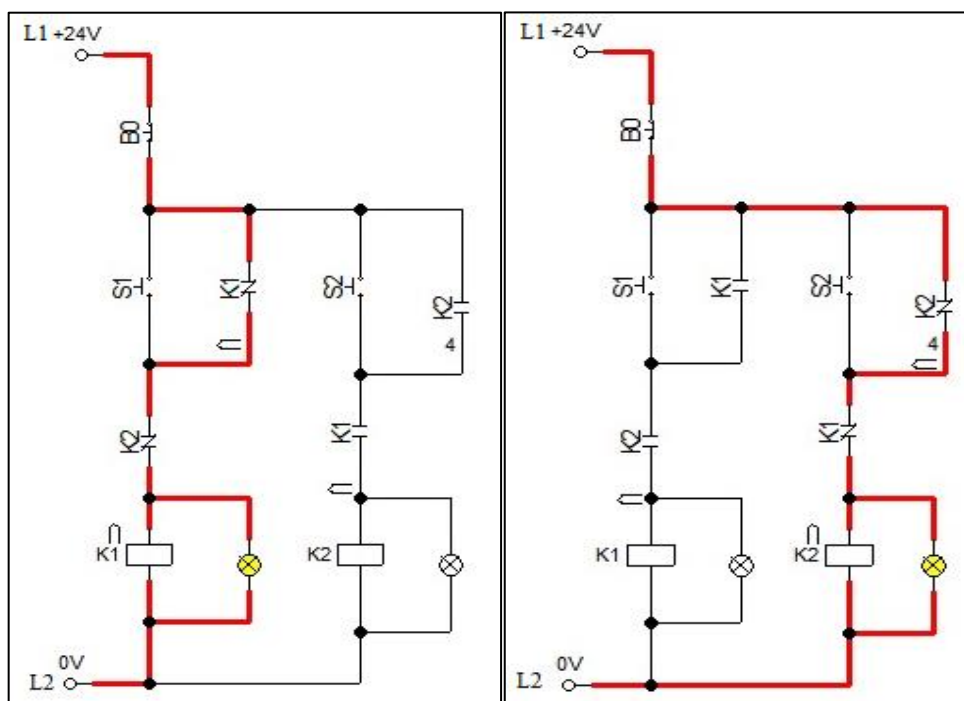
Presionando S_2 se conseguiría que el motor gire a la derecha. Obsérvese también que si se presionan ambos pulsadores S_1 y S_2 no entraría en funcionamiento ningún contactor debido al enclavamiento eléctrico existente tanto entre ambos pulsadores como entre ambos contactores.

6.- GRÁFICOS ESQUEMÁTICOS DE LA PRÁCTICA.



Elaborado por: Darwin Paredes.

7.- GRÁFICOS ESQUEMÁTICOS DE LA PRÁCTICA EN FUNCIONAMIENTO.



Elaborado por: Darwin Paredes, Software Festo fluidsim.

8.- CONCLUSIONES.

- Se practicó el control del sentido de giro de un motor trifásico mediante contactores y pulsadores.
- Se comprobó que al intercambiar dos de sus tres líneas de alimentación su sentido de giro se invierte.

9.- RECOMENDACIONES.

- Intercambiar correctamente las dos de sus tres líneas de alimentación para su correcto sentido de giro.
- Verificar las conexiones de exterior del motor que estén bien conectadas por motivo de una falla.

3.3.22. PRÁCTICA N° 11: ARRANQUE ESTRELLA TRIÁNGULO DE UN MOTOR TRIFÁSICO.

1.- OBJETIVO GENERAL

- Observar las características del arranque estrella triángulo de un motor trifásico.

2.- OBJETIVO ESPECÍFICOS.

- Determinar el tiempo de cambio de arranque estrella triángulo con el temporizador.
- Verificar la reducción de corriente lograda por el método de arranque estrella triángulo.

3.- EQUIPOS DE LABORATORIO.

#	ITEMS	CANTIDAD	OBSERVACIONES
1	Cable # 14.	16 mt	Color verde y negro
2	Multímetro.	1	
3	Pulsador.	5	NC-NO
4	Contactador.	2	NC-NO
5	Relé Térmico.	1	Telenecanique
6	Luces Pilotos.	2	Rojas y Verdes
7	Motor trifásico	1	Siemens

4.- INTRODUCCIÓN.

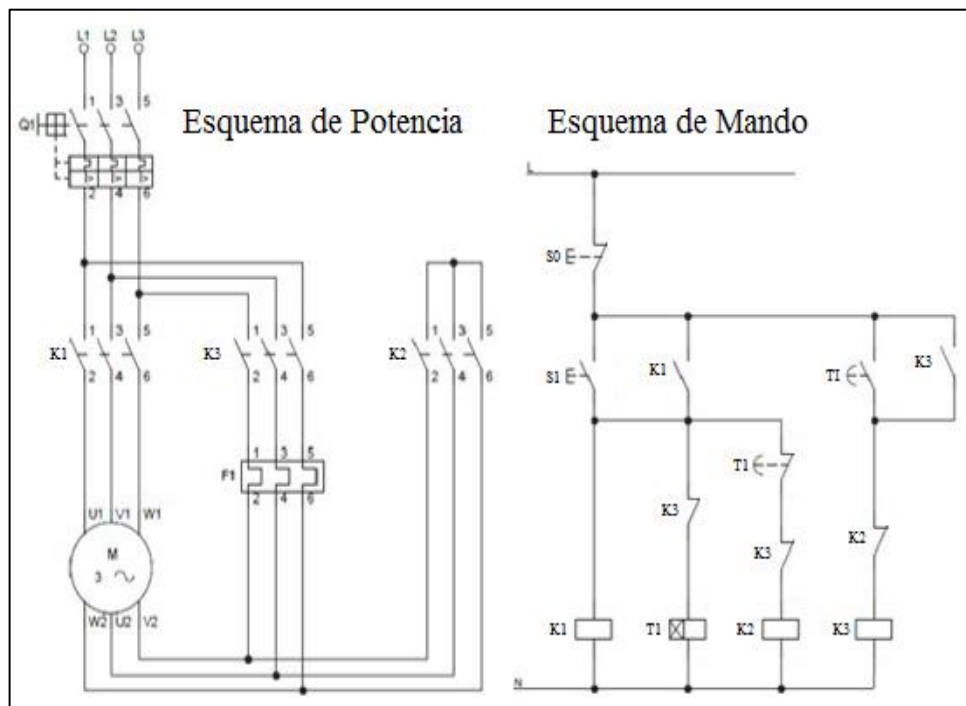
Un motor trifásico, en el momento del arranque, consume entre 3 y 7 veces la intensidad nominal. Estos picos de corriente, aunque no perjudican el motor, logran ocasionar trastornos en los demás aparatos. Para evitar esto se realizan unos arranques especiales y uno de ellos es el arranque estrella-triángulo.

5.- FUNCIONAMIENTO.

Si pulsamos S_1 tenemos la conexión en estrella, porque entran en funcionamiento K_1 , K_2 y T_1 . Transcurrido un tiempo, pasamos a la conexión en triángulo, por medio del temporizador T_1 , se activa K_3 y se desactiva K_2 . Recordar, que el temporizador debe activarse cuando se alcance el 80% de la velocidad nominal del motor.

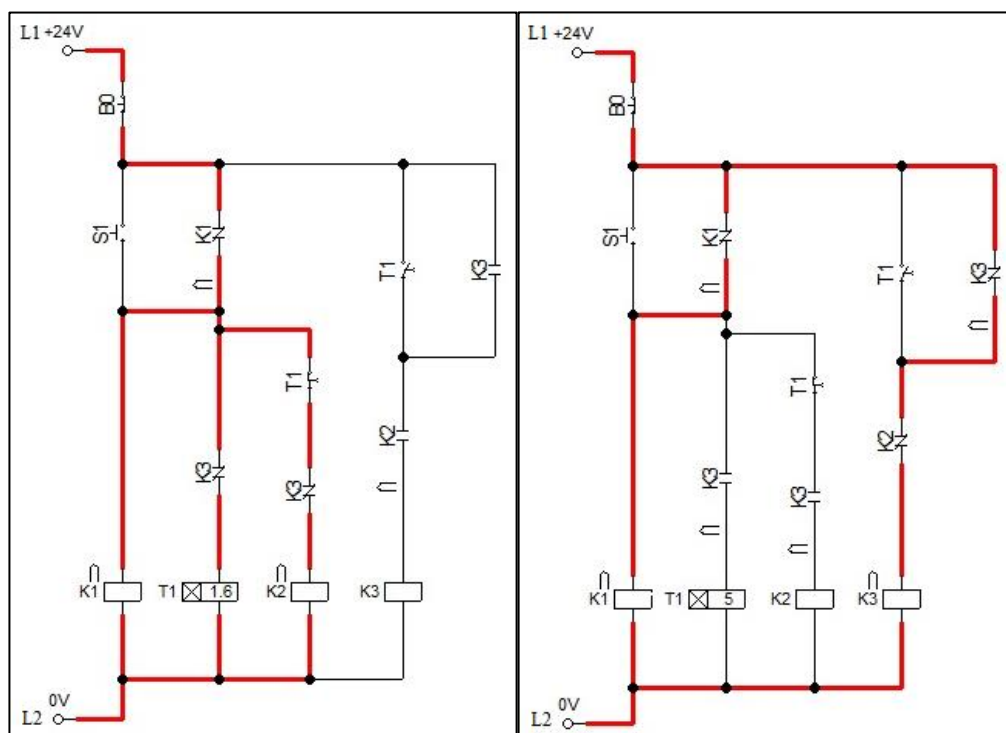
Por otra parte, el bobinado debe realizarse de manera que el acoplamiento en triángulo corresponda con la tensión de la red. El principio consiste en arrancar el motor acoplando los devanados en estrella a la tensión de la red, lo que equivale a dividir la tensión nominal del motor en estrella por $\sqrt{3}$. El pico de corriente durante el arranque se divide por $\sqrt{3}$.

6.- GRÁFICOS ESQUEMÁTICOS DE LA PRÁCTICA.



Elaborado por: Darwin Paredes.

7.- GRÁFICOS ESQUEMÁTICOS DE LA PRÁCTICA EN FUNCIONAMIENTO.



Elaborado por: Darwin Paredes, Software Festo fluidsim.

8.- CONCLUSIONES.

- En esta práctica aprendí hacer la conexión estrella triángulo y controla su cambio de arranque por medio de un temporizador.
- Se comprobó que la conexión en estrella consume menos corriente que la conexión en triángulo esto debido a la proporcionalidad de la potencia en la conexión triángulo la tensión es menor que la de la conexión en estrella pero en corriente la conexión triángulo consume más.

9.- RECOMENDACIONES.

- Cuando se realice esta práctica y otra también vaya a estar en funcionamiento en el mismo modulo tener en cuenta el cambio de estrella a triángulo para

recién poner en marcha el otro arranque que se quiera hacer funcionar por el motivo del consumo excesivo de energía.

3.3.23. PRÁCTICA N° 12: ARRANQUE DE 2 MOTORES EN CASCADA.

1.- OBJETIVO GENERAL.

- Aprender como conectar dos motores trifásicos para que funcionen secuencialmente.

2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Determinar que equipos necesitamos para hacer funcionar esta práctica.
- Realizar las correctas conexiones para el arranque de dos motores trifásicos en cascada.

3.- FUNCIONAMIENTO.

- Accionando el pulsador S_1 se pondrá en funcionamiento el motor M_1 , a través del contactor K_2 ; con el pulsador S_2 , el motor K_2 , por medio del contactor K_2 , para paro general se efectuará por medio del pulsador S_0 .

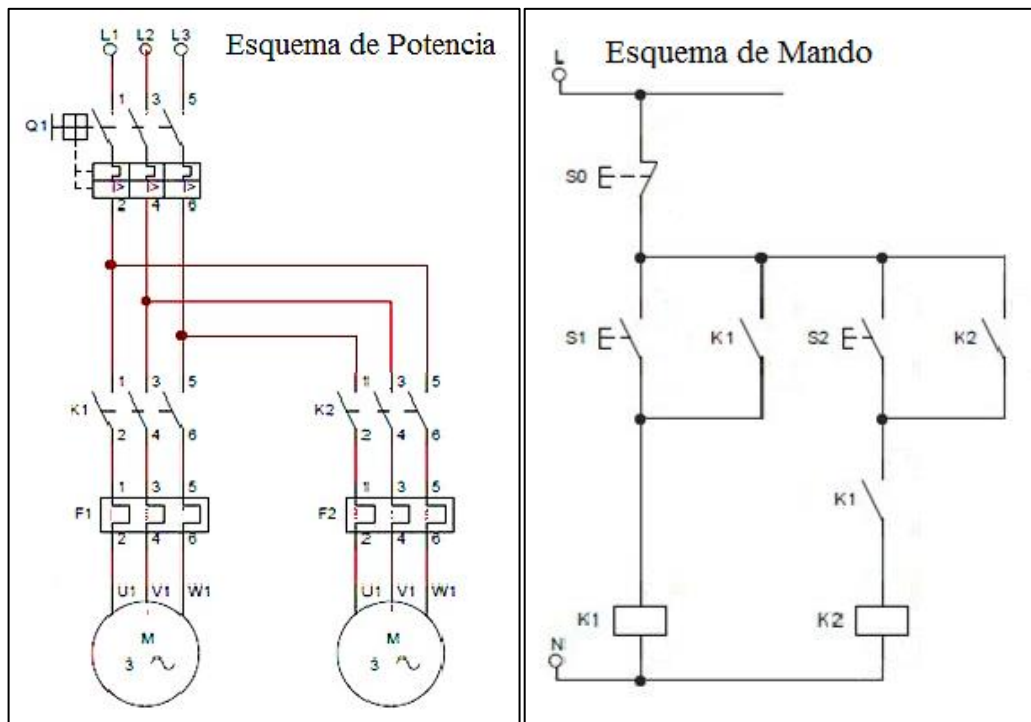
4.- EQUIPOS DE LABORATORIO.

#	ITEMS	CANTIDAD	OBSERVACIONES
1	Cable # 14.	16 mt	Color rojo y negro
2	Pulsador.	5	NC-NO
3	Contactador.	2	NC-NO
4	Luces Pilotos.	2	Rojas y Verdes
5	Motor trifásico	2	-

5.- PROCEDIMIENTOS.

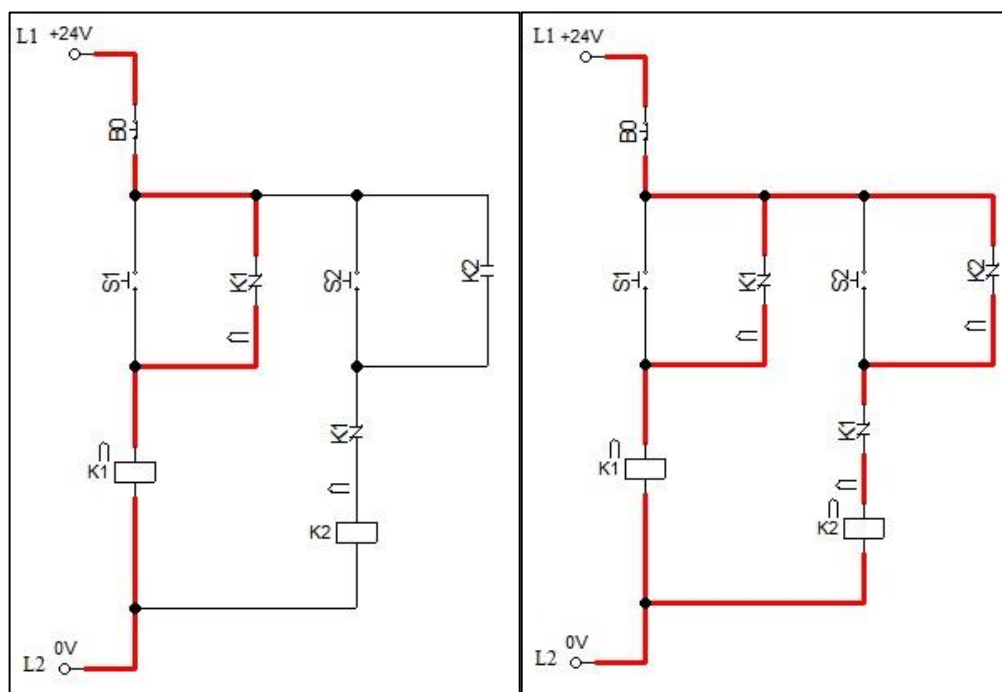
- El pulsador S_1 pone en marcha el motor M_1 , por medio del contactor K_1 .
- Pulsando el pulsador S_2 , y a través del contacto K_1 , se pone en marcha el contactor K_2 , (motor M_2).
- Como podemos comprobar, el motor M_2 no entrará en funcionamiento si no lo está el M_1 no lo está, con S_0 detendremos todo el proceso.

6.- GRÁFICOS ESQUEMÁTICOS DE LA PRÁCTICA.



Elaborado por: Darwin Paredes.

7.- GRÁFICOS ESQUEMÁTICOS DE LA PRÁCTICA EN FUNCIONAMIENTOS.



Elaborado por: Darwin Paredes, Software Festo fluidsिम.

8.- CONCLUSIONES

- Se aprendió hacer la conexión para que funcionen dos motores en cascada.
- Se diseñó el circuito ante de implementarlo en el programa Software Festo fluidsिम para verificar su correcto funcionamiento.

9.- RECOMENDACIONES

- Tener en cuenta cuando se implemente el circuito los breakers debe estar bajado para poder trabajar en el módulo didáctico.
- Comprobar con el amperímetro o multímetro los equipos que estén en el módulo didáctico estén en perfecto estado para realizar la práctica.

3.4 CONCLUSIONES.

- La necesidad de reconocer los elementos eléctricos ya que nos suministran información técnica necesaria tal como cantidad y tipo de corriente, tensión, resistencias eléctricas, número y normalidad de la posición de inducción magnética de los motores, material y demás datos operativos y estructurales.
- Imprescindible entremetimiento en los parámetros operativos de los módulos de control y su respectivo motor eléctrico; tales como el sentido de giro , la velocidad; paro y marcha, permiten al estudiante de pregrado en ingeniería en electromecánica adquiere un mayor nivel pedagógico.
- Finiquitando el trabajo de tesis se procederá a la elaboración de 12 guías prácticas, para orientar y facilitar el desarrollo profesional del estudiante sobre el funcionamiento de los equipos implementados en el laboratorio y poner en práctica los resultados obtenidos en la investigación a través del estudiante autor de la tesis.

3.5 RECOMENDACIONES.

- Revisionismo continuo de teorías, conceptos, fundamentos y principios en electricidad y electromagnetismo para el desarrollo de prácticas dentro del laboratorio de máquinas eléctricas con conocimiento de causa-efecto.
- Dar mantenimiento preventivo a los equipos de control y mando, para precautelar la vida útil de los mismos. Verificar la correcta conexión y voltaje que se le va a conectar a los módulos y su respectivo motor eléctrico.

- Se debe incentivar a los estudiantes el implementar otros módulos prácticos, para el área de estudio de Ingeniería en Electromecánica, de esta manera, se podrá contar en el laboratorio de la Universidad con nuevos equipamientos, para la formación teórica práctica de los futuros ingenieros de nuestra carrera.

3.6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIBROS

- ARAJUO, Diego. Manual de Electrotecnia Aplicada. Primera Edición. Madrid, España: Impresión: Grafilles. 2009. ISBN: 978-84-8369-026-0
- DONATE, Antonio. Principio de Electricidad y Electrónica. Tercer Edición. Barcelona, España: Editorial MARCOMBO, S.A. 2009. ISBN: 978-84-267-1541-8
- MARTIN, Francisco; MARTIN, Javier. *Electricidad Aplicada*. Segunda Edición. Valencia, San Vicente: Editorial Club Universitario. 2009. ISBN: 978-84-8454-942-0
- PONCE, Pedro; SAMPE, Javier. Máquinas Eléctricas y Técnicas Modernas de Control. Primer Edición. Del Valle, México D.F: Editorial México. 2008. ISBN: 978-970-15-1312-5
- FRAILE, Jesús. Máquinas Eléctricas. Sexta Edición. México: Editorial McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESOAÑA, S.A. 2008. ISBN: 978-84-481-6112-5.

- MARTIN, Ricardo. *Manual de Electricidad*. Segunda Edición. Madrid, España. San Vicente: Editorial Cultural S.A. 2008. ISBN: 978-84-8369-061-1
- WILDI, Theodore. *Máquinas Eléctricas y Sistemas de Potencia*. Sexta Edición. México: Editorial Entile Electric Machines. 2007. ISBN: 970-26-0814-7
- KOSOW, Irving L. *Máquinas Eléctricas y Transformadores*. Segunda Edición. México D.F: Editorial Prentice-Hall, Hispanoamericana S.A. 2007. ISBN: 0-13-248733-0
- HARPER, Enríquez. *Curso de Transformadores y Motores de Inducción*. Cuarta Edición. México, D.F: Editorial Limusa, S.A. 2009. ISBN: 968-18-5993-6

TEXTOS ELECTRÓNICOS

- <http://es.wikipedia.org/wiki/Rodamiento>
- GARCÍA, José et al. *Ingeniería electromecánica máquinas síncronas*. [en línea]. Julio-2008. Disponible en world wide web: <<http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/3496>>
- VILLALVA, Luis .*Ingeniería Eléctrica y Computación* [en línea]. Febrero-2009. Disponible en world wide web: <<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/933/1/1753.pdf>>

ANEXOS

Anexo 1. Formato de Encuesta



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI SEDE LA MANÁ

SEÑORES:

ESTUDIANTES

“Proyecto de tesis”: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI SEDE LA MANÁ.**

Para efectos de la realización de este proyecto se requiere recabar información para lo cual necesitamos conocer su opinión, por tal razón le agradecemos se digne contestar la siguiente encuesta.

1. ¿Cree que es necesario la implementación de un laboratorio de máquinas eléctricas en la UTC sede La Maná?

Si () No ()

2. ¿Usted cree que es necesario instalar un sistema de puesta tierra en el laboratorio de máquinas eléctricas en la UTC sede La Maná?

Si () No () Tal vez ()

3. ¿Considera importante que antes de implementar el laboratorio de máquinas eléctricas se debe realizar un estudio de carga instalada en la UTC sede La Maná?

Si () No () Tal vez ()

4. ¿Considera importante la implementación de un motor de corriente continua en el laboratorio de máquinas eléctricas?

Si () No ()

5. ¿Conoce usted el principio de funcionamiento de un motor eléctrico?

Si () No () Tal vez ()

6. ¿Está usted de acuerdo que el relé térmico debe incluirse como una protección principal para un motor eléctrico?

Si () No () Tal vez ()

7. ¿Conoce usted cual es la diferencia entre eficiencia o regulación de un motor eléctrico?

Si () No ()

8. ¿Considera importante que el rotor jaula de ardilla debe implementarse en un motor de inducción en el laboratorio de máquinas eléctricas?

Si () No () Tal vez ()

9. ¿Considera importante la implementación de un motor de trifásico en el laboratorio de máquinas eléctricas?

Si () No () Tal vez ()

10. ¿Cree usted que el laboratorio de máquinas eléctricas debe estar conformado para su funcionamiento con otros laboratorios de la carrera?

Si () No () Tal vez ()

Anexo 2. Formulación de la encuesta a los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi.



Anexo 3. Elaboración los módulos didácticos.



Anexo 4. Implementación de toma corriente en los módulos.



Anexo 5. Conexión de los contactores, relés térmicos, luces pilotos, breaker, temporizadores y pulsadores.



Anexo 6. Construcción y pintada de las mesas de soporte para los módulos.



Anexo 7. Módulos didácticos terminados

