



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“DISEÑO DE UN SIMULADOR EN ENTORNO VIRTUAL LABVIEW CON EL ANÁLISIS DE VARIABLES ELÉCTRICAS Y TÉCNICAS DE ARRANQUE DE MOTORES TRIFÁSICOS”.

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingenieros Electromecánicos

Autores:

Andrango Quishpe Darwin Gilson

Angueta Ramos Johnny Leonardo

Tutor:

Ing. Vásquez Carrera Paco Giovanni M.Sc.

**LA MANÁ-ECUADOR
FEBRERO-2021**

DECLARACIÓN DE AUDITORÍA

Nosotros Andrango Quishpe Darwin Gilson con cedula de ciudadanía 1724268923 y Angueta Ramos Johnny Leonardo con cedula de ciudadanía 0504097007 declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “EVALUACIÓN EN EL DESGASTE DE NEUMÁTICOS UTILIZADOS EN BUSES DE LA COOPERATIVA MACUCHI MEDIANTE LA APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO”, siendo el Ing. William Armando Hidalgo Osorio, M. Sc. tutor de la presente investigación; y eximio expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Andrango Quishpe Darwin Gilson
C.I: 1724268923


Angueta Ramos Johnny Leonardo
C.I: 0504097007

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

DISEÑO DE UN SIMULADOR EN ENTORNO VIRTUAL LABVIEW CON EL ANÁLISIS DE VARIABLES ELÉCTRICAS Y TÉCNICAS DE ARRANQUE DE MOTORES TRIFÁSICOS. considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico- técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, febrero 2021



Ing. Paco Jovanni Vásquez Carrera M.Sc
C.I: 050175876-7
TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: Andrango Quishpe Darwin Gilson con cédula 1724268923 y Angueta Ramos Johnny Leonardo con cedula 0504097007 con el título de Proyecto de Investigación “DISEÑO DE UN SIMULADOR EN ENTORNO VIRTUAL LABVIEW CON EL ANÁLISIS DE VARIABLES ELÉCTRICAS Y TÉCNICAS DE ARRANQUE DE MOTORES TRIFÁSICOS” han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación de proyecto.

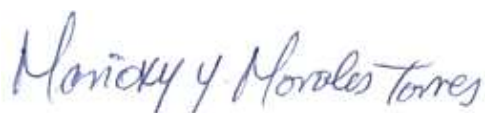
Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, febrero 2021

Para constancia firman:



M. Sc. William Armando Hidalgo Osorio
CI: 0502657885
LECTOR 1(PRESIDENTE)



PhD. Marioxy Janeth Morales Torres
CI: 1757728926
LECTOR 2



M.Sc. Carrillo Velarde Guido Gabriel
CI: 060424330-3
LECTOR 3 (SECRETARIO)

AGRADECIMIENTO

“La excelencia en la vida no se calcula por la cantidad de éxitos si no por los obstáculos que se superas” Agradezco especialmente a Dios y a mis Padres por apoyarme y permitir cumplir unos de mis sueños más grandes.

De manera especial a mi tutor de tesis Ing. Vásquez Carrera Paco Jovanni M.Sc. por brindar su conocimiento y apoyo, en la ejecución del trabajo de investigación.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná al cubrir con el manto de conocimiento de las oportunidades cumpliendo con las expectativas de sabiduría para lograr este sueño.

Darwin

Johnny

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado va dedicado a Dios, quien como guía estuvo presente en el caminar de mi vida, bendiciéndome y dándome fuerzas para continuar con mis metas trazadas sin desfallecer. A mis padres que, con apoyo incondicional, amor y confianza permitieron que logre culminar mi carrera profesional.

Johnny

Darwin

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
EXTENSIÓN LA MANÁ
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “DISEÑO DE UN SIMULADOR EN ENTORNO VIRTUAL LABVIEW CON EL ANÁLISIS DE VARIABLES ELÉCTRICAS Y TÉCNICAS DE ARRANQUE DE MOTORES TRIFÁSICOS.”

Autores:

Angueta Ramos Johnny Leonardo

Andrango Quishpe Darwin Gilson

RESUMEN

Dentro de la industria en la actualidad, el análisis de las variables eléctricas que se presentan para el correcto funcionamiento y arranque de motores trifásicos es primordial dentro de la formación de un ingeniero electromecánico. Conocer cuáles son las medidas favorables para cada una de las variables que puede presentarse en el proceso de arranque de un motor trifásico, así como su correcto manejo ayudará a que la vida útil de un motor trifásico pueda extenderse. Por otra parte, realizar el control de estas variables eléctricas de manera física al momento de arrancar el motor es prácticamente imposible, lo que dificulta el aprendizaje real de estas variables. Por tal motivo, la presente investigación se enfoca en el diseño de un simulador de arranque para motores trifásicos por medio del entorno Labview, programa en el cual se monitorean y analizan todas las variables eléctricas que inciden dentro de este arranque. Se emplea el entorno Labview debido a la facilidad que el programa presenta para la creación de entornos virtuales gráficos. El trabajo de investigación beneficiará a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la facultad de CIYA de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, permitiendo adquirir conocimientos acerca de los motores trifásicos, las variables necesarias y su correcto manejo.

Palabras claves: Motor trifásico, programación, Labview, automatización y virtual

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
THE MANNA EXTENSION
FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

ABSTRACT

TOPIC: "DESIGN OF A SIMULATOR IN A VIRTUAL LABVIEW ENVIRONMENT WITH THE ANALYSIS OF ELECTRICAL VARIABLES AND TECHNIQUES FOR STARTING THREE-PHASE MOTORS."

Within the industry today, the analysis of the electrical variables that are presented for the correct operation and starting of three-phase motors is essential within the training of an electromechanical engineer. Knowing which are the favorable measures for each of the variables that can occur in the starting process of a three-phase motor, as well as their correct handling, will help the useful life of a three-phase motor to be extended. On the other hand, controlling these electrical variables physically when starting the engine is practically impossible, which makes it difficult to actually learn these variables. For this reason, this research focuses on the design of a starting simulator for three-phase motors through the Labview environment, a program in which all the electrical variables that affect this start are monitored and analyzed. The Labview environment is used due to the ease that the program presents for the creation of graphical virtual environments. The research work will benefit the students of the Electromechanical Engineering career of the CIYA faculty of the Technical University of Cotopaxi La Maná extension, allowing them to acquire knowledge about three-phase motors, the necessary variables and their correct handling.

Keywords: Three-phase motor, programming, Labview, automation and virtual

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al idioma Inglés presentado por el estudiante Egresado de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, Andrango Quishpe Darwin Gilson con cédula 1724268923 y Angueta Ramos Johnny Leonardo con cedula 0504097007 con el título de Proyecto de Investigación “DISEÑO DE UN SIMULADOR EN ENTORNO VIRTUAL LABVIEW CON EL ANÁLISIS DE VARIABLES ELÉCTRICAS Y TÉCNICAS DE ARRANQUE DE MOTORES TRIFÁSICOS” 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 los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

La Maná, febrero 2021

Atentamente,



MSc. Ramón Amores Sebastián Fernando
C.I: 050301668-5
DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUDITORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA.....	vi
ABSTRACT	viii
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	ix
ÍNDICE.....	x
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXO	xiv
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. RESUMEN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	4
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:	4
6. OBJETIVOS:	5
6.1. Objetivo General.....	5
6.2. Objetivos Específicos	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	7
8.1. Antecedentes.....	7
8.2. Fundamentación teórica.....	8
8.2.1. Motores trifásicos	8
8.2.2. Tipos de conexiones en motores.....	10
8.2.3. Conexión en motores de seis terminales.....	10
8.2.4. Conexión en estrella	10
8.2.5. Conexión en triangulo	11
8.2.6. Conexión de motores con nueve terminales	11
8.2.7. Conexión de tipo estrella	11

8.2.8.	Conexión doble estrella	12
8.2.9.	Conexión Delta	12
8.2.10.	Conexión doble delta	13
8.3.	Arranque de motores.....	13
8.3.1.	Arranque directo	13
8.3.2.	Arranque estrella – triángulo	14
8.3.3.	Inversión de giro.....	15
8.4.	Fundamentos de sistema de control automático	16
8.4.1.	Variables que influyen dentro del arranque de los motores trifásicos.....	16
8.4.2.	Variables mecánicas	21
8.5.	Entorno de programación Labview.....	22
8.5.1.	Protocolos de comunicación.....	24
8.5.2.	Tarjeta de adquisición de datos (DAQ)	24
8.5.3.	Arduino	24
9.	METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	26
9.1.	Tipos de investigación	26
9.1.1.	Investigación bibliográfica	26
9.1.2.	Investigación descriptiva	26
9.1.3.	Investigación Formativa	26
9.1.4.	Investigación de campo	26
9.2.	Métodos de la investigación	27
9.2.1.	Método experimental.....	27
9.2.2.	Método analítico	27
9.3.	Técnicas e instrumentos.....	27
9.4.	Motor de inducción trifásico.....	27
9.4.1.	Descripción.....	27
9.4.2.	Características.....	27
9.5.	Diseño de los métodos de arranque de motor trifásica	28
9.6.	Selección de los elementos de medición de corriente, voltaje y rpm	29
9.6.1.	Transformador de voltaje (AC - ZMPT101B).....	29
9.6.2.	Sensor De Corriente (Ac - Sct-013-030)	30
9.6.3.	Sensor Encoder	30
9.7.	Diseño del módulo de pruebas.....	31
9.8.	Diseño de la interfaz de usuario en LABVIEW	32

9.8.1. Escritura Digital.....	33
9.8.2. Lectura Análoga	34
9.8.3. Labview	34
9.8.4. Implementar El Simulador De Arranque De Motores Trifásicos.....	35
9.8.5. Arranque estrella delta.....	35
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	36
10.1. Mediciones de parámetros eléctricos en los tipos de arranque sin carga	36
10.1.1. Arranque directo.....	36
10.1.2. Arranque estrella delta.....	36
10.1.3. Inversor de giro en arranque directo.....	37
10.2. Mediciones de parámetros eléctricos en los tipos de arranque con carga	38
10.3. Comparación y discusión de las mediciones	38
10.4. Ficha técnica de arranque del motor trifásico.....	39
10.4.1. Diagrama de conexiones.....	39
10.4.2. Circuito de potencia.....	39
10.4.3. Arranque estrella delta.....	40
10.4.4. Circuito de control de potencia bifásico 220V	41
11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES Y ECONÓMICOS).....	42
11.1. Impacto técnico.....	42
11.2. Impacto social.....	42
11.3. Impacto económico.....	42
12. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO.....	43
12.1. Presupuesto general	43
13. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	44
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	45
14.1. Conclusiones.....	45
14.2. Recomendaciones	46
15. BIBLIOGRAFÍA	47
16. ANEXOS	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Beneficiarios del proyecto.....	4
Tabla 2: Actividades.....	6
Tabla 3: Motores eléctricos	9
Tabla 4: Principio de funcionamiento de los motores	9
Tabla 5: Técnicas e instrumentos	27
Tabla 6: Comparación de los resultados.....	38
Tabla 7: Presupuesto.....	43
Tabla 8: Cronograma de actividades	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de un motor trifásico.....	8
Figura 2: Grados de rotación del rotor.....	8
Figura 3: Diagrama de conexión en estrella	10
Figura 4: Diagrama de conexión en delta.....	11
Figura 5: Diagrama de conexión en estrella para nueve terminales	12
Figura 6: Diagrama de conexión doble estrella	12
Figura 7: Diagrama de conexión en delta para nueve terminales.....	13
Figura 8: Diagrama de conexión en doble delta	13
Figura 9: Conexión arranque estrella triangulo	15
Figura 10: Diagrama inversión de giro motor trifásico	16
Figura 11: Diagrama de bloques de Labview	24
Figura 12: Placa de Arduino Uno	25
Figura 13: Diagrama arranque del motor trifásica.....	28
Figura 14: Transformador de voltaje (AC - ZMPT101B).....	29
Figura 15: Sensor De Corriente (Ac - Sct-013-030).....	30
Figura 16: Sensor Encoder	31
Figura 17: Conexión Arranque directo.....	35
Figura 18: Diagrama de conexiones	39
Figura 19: Circuito de potencia arranque directo	40
Figura 20: Circuito de potencia arranque estrella delta.....	40

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Motor trifásico.....	28
Gráfico 2: Panel de control módulo de pruebas	31
Gráfico 3: Interfaz visual Labview	32
Gráfico 4: Diagrama digital software Labview	33
Gráfico 5: Diagrama lectura análoga software Labview	34
Gráfico 6: Resultado arranque directo.....	36
Gráfico 7: Resultado arranque estrella delta.....	37
Gráfico 8: Inversor de giro	37

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1: Datos informativos de los autores.....	50
Anexo 2: Hoja de vida del docente tutor	52
Anexo 3: Diagrama arranque de motor trifásico	53
Anexo 4: Interfaz visual Labview	54
Anexo 5: Diagrama digital software Labview.....	54
Anexo 6: Diagrama de conexiones.....	55
Anexo 7: Panel de control y simulación.....	55
Anexo 8: Certificación del antiplagio del URKUND.....	56

1 INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

Diseño de un simulador en entorno virtual Labview con el análisis de variables eléctricas y técnicas de arranque de motores trifásicos.

Fecha de inicio: 10 de mayo del 2020.

Fecha de finalización: 8 de marzo del 2021

Lugar de ejecución:

Parroquia: La Maná

Cantón: La Maná

Provincia: Cotopaxi Zona 3

Unidad Académica que auspicia: Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia: Carrera de Ingeniería Electromecánica.

Equipo de Trabajo:

Tutor del Proyecto: Ing. Vásquez Carrera Paco Jovanni M.Sc.

Autores: Sr. Angueta Ramos Johnny Leonardo

Sr. Andrango Quishpe Darwin Gilson

Área de Conocimiento: Ingeniería, Industria y Construcción.

Línea de investigación: Procesos Industriales

Sub líneas de investigación de la Carrera

Diseño, Construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas electromecánicos.

2 RESUMEN DEL PROYECTO

Dentro de la industria en la actualidad, el análisis de las variables eléctricas que se presentan para el correcto funcionamiento y arranque de motores trifásicos es primordial dentro de la formación de un ingeniero electromecánico. Conocer cuáles son las medidas favorables para cada una de las variables que puede presentarse en el proceso de arranque de un motor trifásico, así como su correcto manejo ayudará a que la vida útil de un motor trifásico pueda extenderse. Por otra parte, realizar el control de estas variables eléctricas de manera física al momento de arrancar el motor es prácticamente imposible, lo que dificulta el aprendizaje real de estas variables. Por tal motivo, la presente investigación se enfoca en el diseño de un simulador de arranque para motores trifásicos por medio del entorno Labview, programa en el cual se monitorean y analizan todas las variables eléctricas que inciden dentro de este arranque. Se emplea el entorno Labview debido a la facilidad que el programa presenta para la creación de entornos virtuales gráficos. El trabajo de investigación beneficiará a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la facultad de CIYA de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, permitiendo adquirir conocimientos acerca de los motores trifásicos, las variables necesarias y su correcto manejo.

Palabras claves: Motor trifásico, programación, Labview, automatización y virtual

3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En la actualidad los motores eléctricos trifásicos en la industria son muy fundamentales por esta razón es indispensable conocer el comportamiento y las variables que intervienen en el funcionamiento, así como el proceso que conlleva el arranque de los mismos, tales como conexiones, voltaje y amperaje, potencia, torque inicial, etc. Estas variables se van a medir al inicio del proceso de arranque, lo que facilita el aprendizaje y control por parte de los estudiantes de la carrera de ingeniería electromecánica de la facultad de CIYA de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná. El presente trabajo de investigación tiene como principal finalidad ayudar a que los estudiantes puedan aprender los parámetros, comportamiento y variables que influyen en el proceso de funcionamiento y arranque de un motor trifásico, pudiendo modificar dichas variables acorde a los problemas que puedan presentarse, siendo una herramienta útil para los casos prácticos. (Autores del proyecto 2020) Por otro lado, el entorno de programación a usarse (Labview) presenta herramientas visuales de programación, mismas que son de ayuda al momento de realizar simuladores y otros programas afines. El uso de un simulador permite monitorear y conocer cómo se comporta determinado motor, para poder prevenir daños físicos en los motores causados por una mala manipulación de las variables de arranque y funcionamiento por parte de los estudiantes, permitiendo que también exista un mayor porcentaje de prueba y error dentro del aprendizaje, algo que resulta necesario dentro de la preparación y adquisición de experiencia en una carrera técnica.

Finalmente, el proyecto contribuye con el aprendizaje técnica de los estudiantes, permitiéndoles adquirir conocimientos de campo que posiblemente no pudieran adquirirse empleando un motor tradicional. Con la implementación de un simulador la práctica puede modificar las variables que inciden en el arranque de un motor sin ocasionar daños, con la implementación de un motor virtual, pudiendo así observar el comportamiento que tendría el motor en la realidad, ayudando a la generación y asimilación de nuevos conocimientos por parte de los estudiantes.

4 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Tabla 1: Beneficiarios del proyecto

Beneficiarios directos	Beneficiarios indirectos
La universidad técnica de Cotopaxi extensión La Maná, siempre ofrece la excelencia y calidad por esta razón con este tipo de proyecto los docentes podrán dictar clases prácticas a sus estudiantes fomentando sabiduría y preparando para el mundo laboral.	Más de 250 estudiantes aproximadamente de la universidad técnica de Cotopaxi extensión La Maná.

Elaborado por: Autores del proyecto (2020)

5 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

El aprendizaje técnico relacionado a una carrera técnica se ha transformado en un factor importante en el campo laboral. La mayoría de empleos ofertados en la actualidad plantean la idea de contratar personal con experiencia práctica. El aprendizaje práctico debe manipular componentes, maquinaria, recursos, electricidad, entre otras cosas. El mal manejo de estos componentes puede ocasionar lesiones y daños permanentes a las personas que los están manipulando. El tiempo moderno, con el auge de la tecnología digital ha permitido el desarrollo de diversos tipos de simuladores que ayudan al aprendizaje virtual. Cabe mencionar de estos simuladores presentan elevados costos por los beneficios que brindan, siendo inaccesibles para algunas instituciones. Por tal motivo, se plantea el diseño de un simulador de arranque de motores trifásicos en Labview con el fin de brindar a los estudiantes de la carrera de ingeniería electromecánica una herramienta que les será de mucha utilidad durante su formación profesional.

Con la implementación de un simulador de arranque del motor trifásico programado en Labview se logrará analizar las variables eléctricas importantes de un motor e identificar el comportamiento dinámico en el tiempo.

6 OBJETIVOS:

6.1 Objetivo General

- Diseñar un simulador en entorno virtual Labview para el análisis de variables eléctricas y técnicas de arranque de motores trifásicos para el aprendizaje práctico y teórico de los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.

6.2 Objetivos Específicos

- Recopilar información referente a los motores trifásicos y al entorno de programación Labview en la ejecución de variables.
- Aplicar las técnicas de arranque de motores que ejecutan las variables principales que serán objeto de medición y simulación.
- Programar el simulador de arranque de motores trifásicos mediante el entorno virtual de Labview para monitorear y calcular en tiempo real las variables eléctricas de los distintos tipos de arranque.
- Analizar los valores medidos de las variables producidas por el arranque del motor tales como el voltaje, corriente y revoluciones por minuto, para determinar el comportamiento del motor con las diferentes técnicas de arranque.

7 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 2: Actividades.

Objetivo	Actividad (tareas)	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)
Objetivo 1	Revisión bibliográfica de información procedente de fuentes secundarias	Obtención de las variables de diseño para el simulador	La recolección de la información necesaria y referente a los motores trifásicos y al entorno de programación Labview, logrando obtener las variables de entrada para la programación del simulador. La revisión de catálogos de motores trifásicos y tutoriales de Labview.
Objetivo 2	Diseño de un diagrama de las diferentes técnicas de arranque de motores trifásicos como son el arranque directo, estrella delta y el inversión de giro.	Análisis de cada parte de su funcionamiento y las diferentes técnicas de arranque del motor trifásico.	Aplicación del software cade simu realizando pruebas visuales y ejecutando cada una de las técnicas de arranque del motor triásico.
Objetivo 3	Programación del simulador empleando un sistema de adquisición de datos para obtener las variables importantes del motor. Revisión y compilación del código con el fin de verificar errores de programación.	Obtención de la versión inicial del simulador de arranque	Simulación y experimentación por medio del entorno de Labview.
Objetivo 4	Observación de variables y parámetros del motor y pruebas de adquisición de datos	Parámetros del motor y errores en las mediciones.	Ejecución del simulador, manipulando las variables de entrada para el arranque de un motor trifásico. Comparación de parámetros entre el simulador y el motor físico con el fin de hallar el porcentaje de error aproximado que tendrá el simulador con relación al motor real.

Elaborado por: Autor del proyecto (2020).

8 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1 Antecedentes

Michael Faraday, que en 1821 indicó, por medios electromagnéticos, el principio de la conversión de la energía eléctrica en energía mecánica. Utilizó un alambre de hierro por un extremo en un envase ocupado de mercurio en el cual introdujo un imán. El alambre comenzó a girar alrededor del imán en cuanto se le suministró una corriente eléctrica desde una batería por el otro extremo (Ramírez, 2019).

Michael Faraday había creado un invento que revolucionaría el mundo. Su ingenio se utiliza para mover desde las manecillas de un reloj hasta las bobinas de cualquier otro tipo de maquinaria (Ramírez, 2019).

Según Ramírez (2019) el motor eléctrico nace de un invento, curiosidad de Michael Faraday, en 1821 surge el primer motor homopolar, desde entonces ha revolucionado en el mundo industrial, hoy en día existen diferentes tipos de motores eléctricos para las diferentes actividades siendo primordial el uso del mismo, en aplicaciones como la industria, alimenticia, textiles, manufacturación entre otros.

8.2 Fundamentación teórica

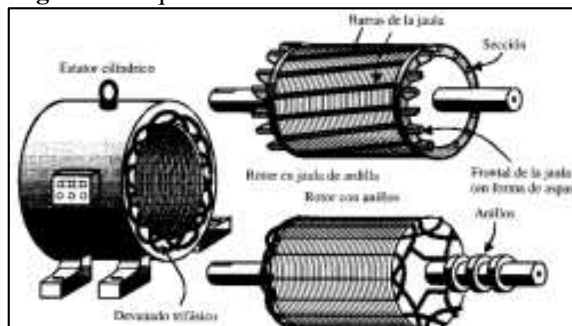
8.2.1 Motores trifásicos

Los motores trifásicos (también conocidos como motores de inducción o motores asíncronos)

Según (Ronque Tomas) en el año 2018 muestra que las máquinas rotativas sin colector de flujo variable se alimentan de la corriente alterna permitiendo crear un campo inductor. El devanado del estator (inductor) es alimentado por la corriente y el devanado del rotor es alimentado por inducción (inducido) (Ronque T, 2018).

El rotor jaula de ardilla se constituye por un grupo de barras de cobre que se distribuyen con igualdad en las ranuras, las cuales se encuentran acopladas en los extremos del rotor por medio de un anillo (Ronque T, 2018).

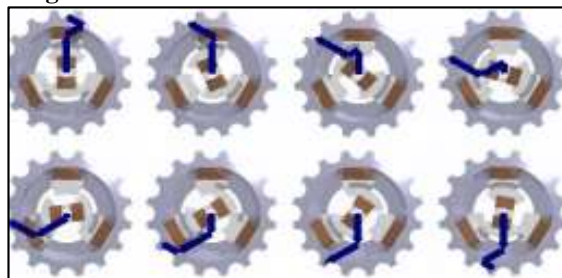
Figura 1: Esquema de un motor trifásico



Fuente: (Guerrero y Arroyo, 2015).

En este proceso permite el análisis del flujo ocasionando que el devanado de armadura de un motor de jaula de ardilla a inducción, un par electromecánico. Los flujos del rotor y estator rotan entre ellos sin sincronía favoreciendo gracias al desfase de 120° que hay entre cada una de las líneas de corriente del motor produciendo el movimiento necesario del rotor con respecto al flujo del devanado de armadura, estas originan las corrientes del rotor inducidas y como consecuencia el par (Guerrero F, 2016).

Figura 2: Grados de rotación del rotor



Fuente: (Roque y Tipula, 2018).

De acuerdo con la NEMA (National Electrical Manufacturers Association) existen tres clases de motores eléctricos de corriente alterna, mismos que se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 3: Motores eléctricos

Motor de inducción	Motor síncrono	Motor arrollamiento en serie
Es una máquina de inducción en la que un miembro (estator) se conecta a la fuente de energía, y un devanado polifásico secundario o un devanado en jaula de ardilla secundario en el otro miembro (rotor) produce corriente inducida (Contreras S, 2019).	Es una máquina eléctrica cuya velocidad de giro está vinculada directamente con la frecuencia de la red de corriente alterna.	Es un motor de conmutador donde el inductor y el inducido están interconectados en serie (Contreras S, 2019).

Elaborado por: Contreras y Sánchez (2010)

En la siguiente tabla se detalla el principio de funcionamiento para los tres motores previamente señalados.

Tabla 4: Principio de funcionamiento de los motores

Motor de inducción	Motor síncrono	Motor arrollamiento en serie
Al conectar el estator a una fuente AC, recorrerá una AC por el estator, en el que se generará un campo magnético que inducirá una FEM en el circuito del rotor y hará circular una corriente inducida en este, obteniendo un par de fuerzas que al final representará su rotación. A mayor carga el rotor irá lentamente que el campo magnético del estator, perdiendo velocidad respecto de la velocidad de sincronismo, por lo tanto surge un deslizamiento que es la diferencia entre la rapidez de sincronismo y la velocidad real del motor (Sanchez R, 2010).	Es semejante a un motor con rotor de jaula de ardilla. Además de las barras del rotor, devanados de bobina también se manejan. Los devanados de bobina están acoplados a una fuente DC de alimentación externa mediante anillos colectores y escobillas. Esto causa un fuerte campo magnético con polaridad fija en el rotor. El campo magnético del estator atrae al campo magnético estático del rotor.	La polaridad magnética instantánea de la armadura y el rotor se resisten. Esto significa que el motor va a girar. Al cambiar la corriente, se invierte la polaridad de la entrada (estator). Pero este aún resiste a la polaridad magnética de la armadura (rotor). Esto se debe al cambio que afecta a la armadura y el campo por estar conectados cada uno en serie. La recepción de corriente alterna hace que estas inversiones tengan lugar de forma permanente y el motor sigue girando en la misma dirección (Sanchez R, 2010).

Elaborado por: Contreras y Sánchez (2010)

8.2.2 Tipos de conexiones en motores

En este aspecto, se deben considerar la cantidad de terminales que van a tener los motores trifásicos, pudiendo tener seis, nueve y doce terminales respectivamente. En este caso, se analizarán las conexiones presentes para cada configuración de terminales presentes en los motores trifásicos. (Delgado R, 2015).

8.2.3 Conexión en motores de seis terminales

De acuerdo por lo mencionado por Ganchozo y Corral (2017), los motores trifásicos se pueden conectar de diversos modos, mismos que van a depender de la red de alimentación disponible en el lugar donde se pondrán en funcionamiento los motores. En líneas generales, se presentan las siguientes conexiones:

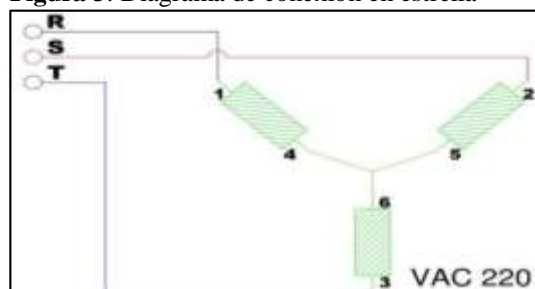
- Estrella
- Triangulo

8.2.4 Conexión en estrella

En este tipo de conexión, la intensidad que atraviesa cada fase va a ser igual a la intensidad que corre por cada línea. La variación que va a presentarse la tensión que se emplea a cada una de las fases, teniendo este valor mínimo a la tensión nominal de la línea de distribución.

En este tipo de conexión, los terminales de salida de los tres grupos de bobinas se unen y se alimenta la entrada con el voltaje indicado por el fabricante para el motor trifásico. Esta conexión es sometida, por lo general, a un mayor voltaje que a la conexión en triangulo, consumiendo menos corriente. Como se indica en la siguiente figura (Ceballos R, 2020)

Figura 3: Diagrama de conexión en estrella

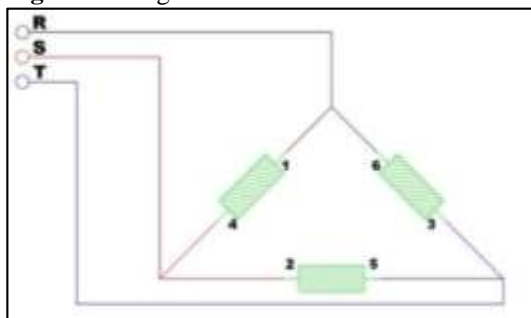


Fuente: Ceballos R, (2020)

8.2.5 Conexión en triángulo

En este tipo de conexiones, el terminal de salida de un grupo de bobinas se une con otro grupo de entrada, abarcando los tres grupos de bobinas presentes en el motor. Cabe mencionar también que, en este tipo de conexión, el voltaje de alimentación va a ser menor al voltaje que se aplica en la conexión estrella analizada anteriormente, por tal motivo, el consumo de corriente será mayor (Ceballos R, 2020).

Figura 4: Diagrama de conexión en delta



Fuente: Ceballos R, (2020)

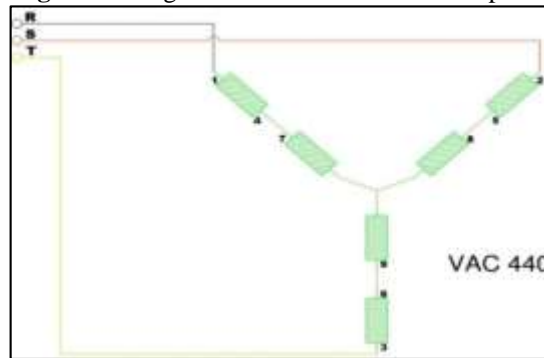
8.2.6 Conexión de motores con nueve terminales

Para este tipo de motores se emplearán las mismas formas de conexión analizadas para los motores de seis terminales. El único apartado que cambia es la presencia de conexiones en serie y paralelo entre los grupos de bobinas.

8.2.7 Conexión de tipo estrella

Este tipo de conexión se emplea cuando se requiere el arranque de motores a un mayor voltaje; por tal motivo, la corriente consumida en el arranque va a ser menor. También se suele emplear para poner en marcha al motor trifásico sin que se activen las protecciones del mismo debido a los picos de corriente que pudieran presentarse al momento del arranque. (Ceballos R, 2020)

Figura 5: Diagrama de conexión en estrella para nueve terminales



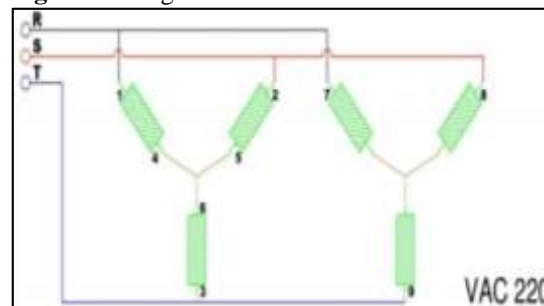
Fuente: Ceballos R, (2020)

8.2.8 Conexión doble estrella

Esta conexión es empleada para el arranque de motores a menor voltaje. En tal sentido, la corriente que va a consumirse en este arranque va a ser menor. Este tipo de conexión se emplea para que el motor pueda alcanzar su funcionamiento a máxima capacidad (Ceballos R, 2020)

Como se observa en la siguiente figura.

Figura 6: Diagrama de conexión doble estrella



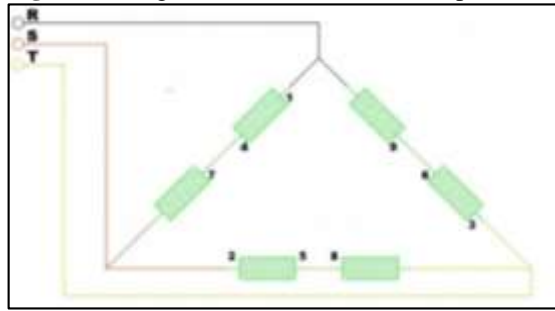
Fuente: Ceballos R (2020)

8.2.9 Conexión Delta

Este tipo de conexión se emplea para el arranque de motores que requieren un mayor voltaje; por tal motivo, la corriente de consumo será menor. Este tipo de conexión también se emplea para encender un motor sin que se activen las protecciones del mismo por picos de corriente (Ceballos R, 2020)

Como se observa en la siguiente figura.

Figura 7: Diagrama de conexión en delta para nueve terminales

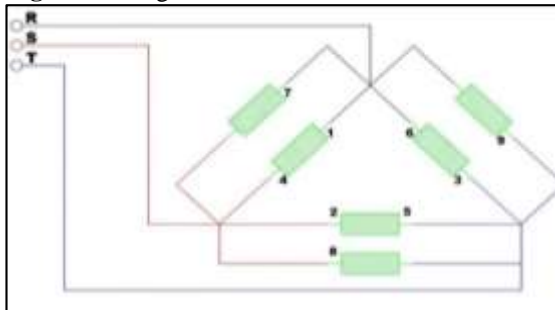


Fuente: Ceballos R (2020)

8.2.10 Conexión doble delta

Este tipo de conexión se emplea para el arranque de motores a un mayor voltaje y menor consumo de corriente. Se emplea este tipo de conexión para poner en funcionamiento el motor a su máxima capacidad. (Ceballos R, 2020)

Figura 8: Diagrama de conexión en doble delta



Fuente: Ceballos R, (2020)

8.3 Arranque de motores

De acuerdo con Silva (2014), el arranque de motores puede definirse como el proceso inicial donde la velocidad del motor se aumenta, desde un estado en reposo hasta que lograr conseguir su velocidad nominal. Existen diversos tipos de arranques de motores, siendo tres los más empleados en la industria nivel mundial (Silvia J, 2014).

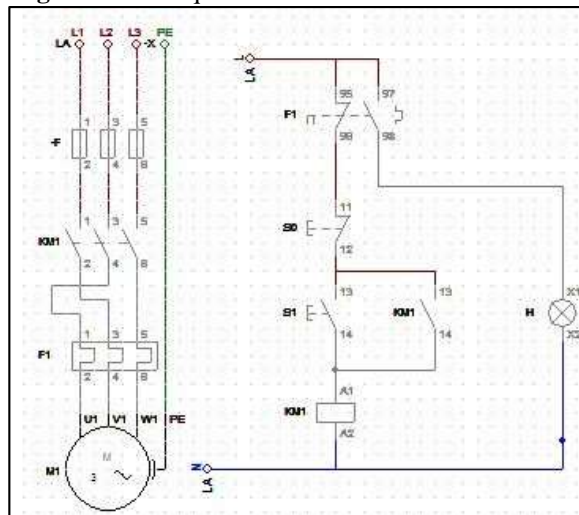
8.3.1 Arranque directo

Este tipo de arranque es utilizado de manera sencilla para arrancar un motor. Se conecta directamente el motor a la línea de alimentación de corriente, dando origen a la generación de un par electromagnético. Cuando el motor alcanza su máxima velocidad va a desarrollar su máximo par de arranque, limitando la corriente únicamente con la impedancia del motor.

Conforme el motor acelera, la corriente disminuye hasta alcanzar la velocidad nominal del motor. El tiempo de equilibrio que tendrá el deslizamiento va a depender de la carga máxima que tendrá el motor, su fricción y la inercia que pueda presentarse (Ronque T, 2018)

Este tipo de arranque presenta un problema, ya que genera una pérdida de temperatura en los devanados del motor, lo que provoca la reducción de la vida útil de los devanados del estator. Por otra parte, el bloqueo del rotor se considera como un problema grave, mismo que puede ocasionar la pérdida evidente de los devanados del motor trifásico por causa del sobrecalentamiento (Silvia J, 2014).

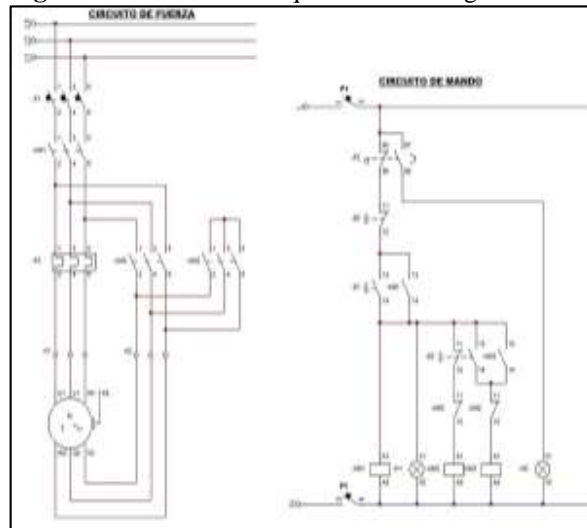
Figura 9: Arranque directo de un motor trifásico



Fuente: Silvia Johnson (2014)

8.3.2 Arranque estrella – triángulo

En este tipo de arranque para poder poner en marcha a un motor se la realiza mediante un intercambio de energía entre los devanados. Los puentes en la caja de bornes se omiten y las 6 conexiones de los devanados se conectarán a la red eléctrica mediante una conmutación llamada estrella-triángulo. En la siguiente figura se puede apreciar el tipo de conexión estrella – triángulo (Ronque T, 2018).

Figura 9: Conexión arranque estrella triángulo

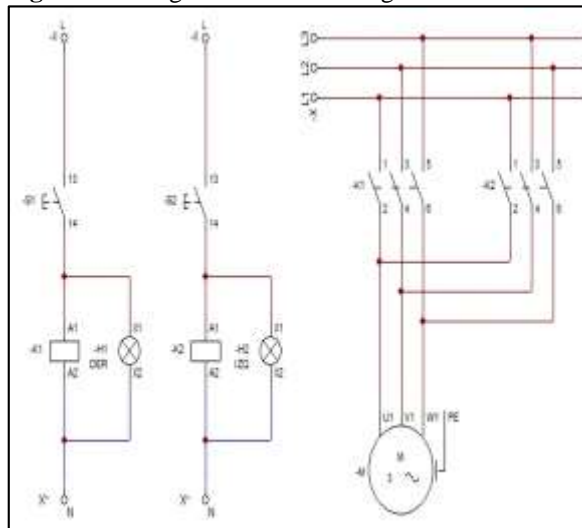
Fuente: Ronque Tomas (2018)

Posterior al arranque estrella – triángulo, los devanados del motor están conectados en triángulo. El voltaje del devanado debe coincidir a la tensión de fase del sistema trifásico. Por medio del cambio de configuración de estrella a triángulo la corriente caerá a cero, reduciendo la velocidad del motor en función de la carga del mismo. Por otra parte, el paso a triángulo provoca un aumento desmesurado en la corriente del motor y en la aplicación de toda la tensión de red en los devanados del motor, ocasionando caídas de tensión en sistemas de suministro de red poco fiables o débiles (Ronque T, 2018).

8.3.3 Inversión de giro

Los motores asíncronos trifásicos son manejados en una gran cantidad de aplicaciones en la industria. Al utilizar un equipo o máquina para subir o bajar una carga o desplazar atrás o adelante un puente grúa son sólo algunos pocos ejemplos (Ernesto T, 2015).

En estos procedimientos o mecanismos es muy común tener que controlar el sentido de giro del motor, para poder seleccionar la dirección que se mueve el mecanismo que tiene bajo su control (Ernesto T, 2015).

Figura 10: Diagrama inversión de giro motor trifásico

Fuente: Ernesto Tolocka (2015)

8.4 Fundamentos de sistema de control automático

La información de control se centra en el análisis que se denomina temporalmente los sistemas de ecuaciones diferenciales. Esta teoría de control simplificada a la implementación de los sistemas de control porque se basa en un modelo del sistema real que se quiere controlar. La estabilidad del sistema depende del margen de error entre el sistema real y su modelo. Esta información cuando el controlador implementado basado en un modelo se aplica al sistema real, éste puede no ser fijo. Para evitar esta situación, se diseña el sistema de control dando resultados en primer lugar el rango de posibles imperfecciones y después implementando el controlador de forma que, si el error del sistema está en dicho nivel, el sistema de control diseñado permanezca estático (Carrillo J, 2017).

8.4.1 Variables que influyen dentro del arranque de los motores trifásicos

Las variables que influyen dentro del arranque y funcionamiento de los motores trifásicos se las puede dividir en variables eléctricas y variables mecánicas. A continuación, se detallarán cada una de las variables tomando en cuenta esta clasificación. (Mendez J, 2016)

8.4.1.1 Variables eléctricas

Dentro de las variables eléctricas se pueden considerar a las siguientes:

8.4.1.2 Voltaje

El voltaje se define como la cantidad de trabajo necesaria para mover una carga eléctrica entre dos puntos diferentes. Esta variable está expresada en vatios (v).

8.4.1.3 Potencia

Esta variable determina la cantidad de potencial eléctrico que se necesita para que pueda circular una corriente de electrones al momento de realizar un trabajo. Esta potencia se expresa en joule/s, unidad que es equivalente a un Watt. También se la conoce como potencia activa. Como puede observar en la siguiente ecuación (Cortez Fernandez, 2014).

$$P = V * I * \cos \varphi \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

P: Potencia activa desarrollada por el motor

V: Voltaje necesario para accionar el motor

I: Intensidad de corriente necesaria para accionar el motor

Φ : Angulo de desfase de la corriente dentro del motor

Esta potencia, a su vez, va a dividirse en dos componentes: la potencia aparente y la potencia reactiva. Estos dos componentes aparecen como resultado del desfase que se presenta entre el voltaje y la corriente cuando se presentan cargas reactivas o cargas no lineales dentro del motor. (Cortez Fernandez, 2014)

8.4.1.4 Potencia reactiva

Esta componente de la potencia eléctrica aparece a causa de las cargas no lineales que se presentan, tales como los capacitores o los inductores. Estas cargas no lineales adelantan o atrasan la corriente con relación al voltaje en 90° de desfase. Este desfase produce que la potencia activa que se genera se descomponga de manera vectorial, misma que ocasiona efectos negativos en las fuentes de potencia. Esta potencia reactiva viene definida por la siguiente formula (Cortez Fernandez, 2014)

$$Q = V * I * \text{sen } \varphi ; Q = S * \text{sen } \varphi \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

Q: Potencia reactiva

V: Voltaje necesario para accionar el motor

I: Intensidad de corriente necesaria para accionar el motor

Φ : Angulo de desfase de la corriente dentro del motor

S: Potencia aparente

8.4.1.5 Potencia aparente

La potencia total, es el resultado de la suma entre la potencia activa y la potencia reactiva. Esta potencia va a representar a la potencia que se toma claramente de la red de distribución eléctrica a la que está conectada el motor trifásico, siendo igual a toda la potencia que entregan los generadores desde las plantas eléctricas. Viene dada por la siguiente expresión:

$$S = V * I \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

S: Potencia aparente

V: Voltaje necesario para accionar el motor

I: Intensidad de corriente necesaria para accionar el motor

8.4.1.6 Corriente eléctrica

Es la suma de electrones que van a circular por un conductor cuando se aplica una tensión de voltaje en cada uno de sus extremos. Esta variable se expresa en amperios (A). A su vez, esta variable se divide en cuatro subvariables, mismas que serán desarrolladas y explicadas a continuación.

8.4.1.7 Corriente nominal (I_n)

La corriente nominal es la corriente que obtiene un motor al momento de desarrollar su potencia nominal. Esta corriente se encuentra en la placa de características del motor.

8.4.1.8 Corriente de arranque (I_{arr})

Se caracteriza como la corriente necesaria para que el campo magnético pueda sacar del momento de inercia al eje del motor. Esta corriente siempre será mayor a la corriente nominal del motor, teniendo un valor aproximado de dos a seis veces la corriente nominal del motor. Este tipo de corriente puede durar un par de segundos (Cortez Fernandez, 2014).

8.4.1.9 Corriente de rotor bloqueado (I_{rb})

Este tipo de corriente se presenta cuando el rotor se encuentra parado o bloqueado. El valor de esta corriente va a ser igual al valor de la corriente nominal cuando se le aplica el 40% del voltaje nominal requerido (Duarte M, 2017).

8.4.1.10 Factor de potencia

Otra de las variables importantes al momento de hablar del arranque y funcionamiento de motores trifásicos es el factor de potencia. Este factor se caracteriza como la relación entre la potencia activa y la potencia aparente del motor. Este factor permite conocer de qué manera aporta la potencia reactiva al momento de no existir cargas lineales dentro del sistema eléctrico del motor. El factor de la potencia es adimensional, y viene dado por la siguiente expresión:

$$\cos \varphi = \frac{P}{Q} \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

Φ : Angulo de desfase de la corriente dentro del motor

P: Potencia activa del motor

Q: Potencia aparente del motor

Este factor de potencia produce sobrecarga dentro de las líneas transformadoras y generadoras, por tal motivo, es necesario compensarla. Los capacitores van a generar energía reactiva de

sentido inverso a la consumida dentro de la instalación, permitiendo así neutralizar el efecto de las pérdidas producidas por campos magnéticos dentro del motor (Garcia A, 2020).

8.4.1.11 Efectos del factor de potencia

En este aspecto, las instalaciones eléctricas que trabajan con un factor de potencia mínima a 1 afectan completamente a la red eléctrica en corriente de alta tensión como en baja tensión. Por otro lado, estas instalaciones presentan las siguientes consecuencias con relación a la disminución del factor de potencia (Garcia A, 2020).

8.4.1.12 Sobrecalentamiento:

Esta consecuencia ocasiona el daño irreparable del aislamiento de los conductores del motor. Este daño reduce la vida útil del equipo y puede provocar cortos circuitos dentro del mismo.

8.4.1.13 Sobrecarga:

Esta sobrecarga se presenta en generadores, transformadores y líneas de distribución. Este exceso de corriente, producido por la presencia de un factor de potencia bajo en la red de distribución, provoca que los componentes previamente mencionados trabajen con una cantidad considerable de sobrecarga eléctrica, misma que reduce su vida útil (Cortez Fernandez, 2014).

8.4.1.14 Aumento de la caída de tensión:

Esta caída de tensión se produce al momento de la circulación de la corriente por medio de los conductores, generando una pérdida de potencia transportada por el cable de distribución. Esta caída de tensión hace que la tensión sea inadecuada e insuficiente para el funcionamiento de los equipos, produciendo una reducción en su potencia de salida.

Con base a estos efectos negativos, se deben ejecutar tareas y técnicas de compensación que permitan mitigar o eliminar los efectos mencionados anteriormente. Entre las principales técnicas aplicadas se encuentran las siguientes: (Andrade J, 2018)

8.4.1.15 Compensación individual

Este método se fundamenta en suministrar a cada consumidor de carga una fuente de energía reactiva (un condensador). Esta compensación resulta ser la de mayor efectividad debido a que el condensador puede instalarse junto al consumidor de energía (Cortez Fernandez, 2014).

8.4.1.16 Compensación en grupos

Este tipo de compensación se realiza en grupos que son conformados por varios consumidores de igual potencia y ritmo de trabajo, compensados mediante un condensador común.

8.4.1.17 Compensación central

En este tipo de compensación, la potencia reactiva inductiva que se presenta en diversos consumidores a diferentes potencias cada uno y a varios tiempos de trabajo se compensa a través de un banco de compensadores instalados en la planta de distribución central

8.4.2 Variables mecánicas

Con relación a las variables mecánicas que influyen en el arranque y funcionamiento de motores trifásicos se pueden mencionar las siguientes:

8.4.2.1 Velocidad angular

La velocidad angular de un motor se define como la cantidad de vueltas dadas por el eje en un periodo de tiempo determinado. Por lo general, en los motores trifásicos la unidad de tiempo es el minuto, produciéndose el número de revoluciones por minuto (o RPM). La velocidad angular viene expresada con la siguiente fórmula:

$$w = n = 2\pi f; f = \frac{1}{t} \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:

w: Velocidad angular del motor.

f: Frecuencia de giro del motor

t: Periodo de giro del motor

La ecuación anterior permitirá obtener la velocidad angular del motor, esta velocidad en motores trifásicos debe ser expresada en RPM, para lo cual se realiza la siguiente conversión:

$$rpm = \frac{120 * f}{\# \text{ polos del motor}} = \frac{60 * f}{\# \text{ pares polos del motor}} \quad \text{Ecuación 6}$$

8.4.2.2 Par motor

El par motor, conocido normalmente como el momento exacto que se aplica la fuerza que ejerce un motor sobre el eje de transmisión de potencia, se refiere a la resultante de dos fuerzas que intervienen en el motor: la fuerza de campo electromagnético del rotor y la fuerza de campo electromagnético del estator. Esta fuerza se presenta en el eje del motor.

$$t = M = P * w \quad \text{Ecuación 7}$$

Donde:

t, M: Par o momento de torsión

P: Potencia del motor (en watts)

w: Velocidad angular del motor (en rad/s)

Este par motor, a su vez, puede dividirse en otras dimensiones:

8.4.2.3 Par nominal

Es el torque que necesita el motor eléctrico para que pueda desarrollar las condiciones mínimas de funcionamiento para las que fue diseñado.

8.4.2.4 Par máximo

Es el momento máximo que puede desarrollar el motor, mismo que no debe sobrepasarse. Es el límite máximo al que puede trabajar el motor sin presentar un mal funcionamiento en el mismo. Este par se estima en dos veces el valor del par de arranque.

8.5 Entorno de programación Labview

Labview es una herramienta para la programación gráfica que permite la realización de pruebas, diseño de varios sistemas de control. El lenguaje empleado por esta aplicación se denomina

lenguaje G, inicial de lenguaje gráfico. Todos los programas que han sido desarrollados en este entorno se denominan instrumentos virtuales (Sanchez L, 2016).

Esta herramienta comprime el tiempo de desarrollo de todo tipo de aplicaciones como puede ser: Pruebas, Control, Diseño y permitir la entrada a la informática a profesionales de cualquier otra rama de estudio. Labview es compatible con todo tipo de software y hardware, tanto del propio fabricante como son las tarjetas de adquisición de datos, DAQ, PAC, Visión, instrumentos y otro Hardware- como de otros fabricantes (Garcia H, 2016).

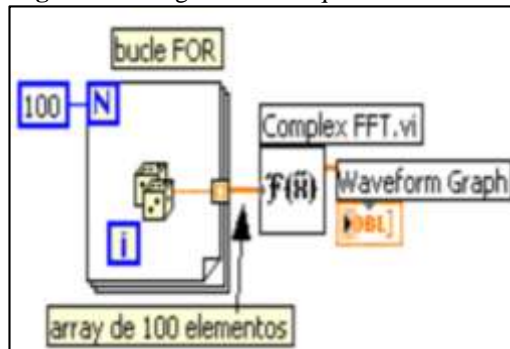
Las principales aplicaciones en las que se emplea este entorno de programación son las siguientes:

- Adquisición de datos
- Automatización industrial y programación de PACs
- Diseño y simulación de controladores
- Control y supervisión de procesos
- Robótica
- Domótica

Los programas elaborados en Labview constan de dos partes fundamentales. La parte frontal (gráfica) y el diagrama de bloques. Esta división permite el ahorro del tiempo empleado en elaborar y programar la aplicación debido a que el entorno cuenta con bloques gráficos previamente diseñados. (Garcia H, 2016)

El panel frontal (también llamado interfaz de usuario) es la parte interactiva de la aplicación diseñada, en donde se encontrará todo el entorno gráfico de la misma. En este panel, el usuario puede ver los datos del programa a tiempo real. Esta interfaz también contiene los controles utilizados como entradas (botones, indicadores, sensores, etc.) y las salidas del programa (Sanchez L, 2016).

Por otra parte, el diagrama de bloques representa a toda la programación realizada para el correcto funcionamiento de la aplicación diseñada. Cada uno de estos bloques tiene asignada una función específica en la parte gráfica, es decir, el usuario podrá diseñar un proyecto en el panel frontal y asociarlo con los elementos presentes en el diagrama de bloques (Garcia H, 2016).

Figura 11: Diagrama de bloques de Labview

Fuente: García H (2016).

8.5.1 Protocolos de comunicación

En este aspecto, existen diferentes protocolos que permiten la conexión entre el PC y los sensores que facilitarán el control de los parámetros diseñados para el programa. Algo que tienen en común todos los métodos de comunicación que se analizarán a continuación es el protocolo que siguen para comunicarse, denominado maestro – esclavo (Carrasco, 2012).

Entre los principales instrumentos se pueden mencionar los siguientes (García H, 2016).

8.5.2 Tarjeta de adquisición de datos (DAQ)

(DAQ) permite establecer la conexión entre el maestro y el esclavo. La empresa National Instruments tiene a disposición la DAQ NI USB 6008/6009. Este dispositivo se integra de manera nativa con el entorno Labview. Este dispositivo es de bajo costo (Zambrano G, 2019).

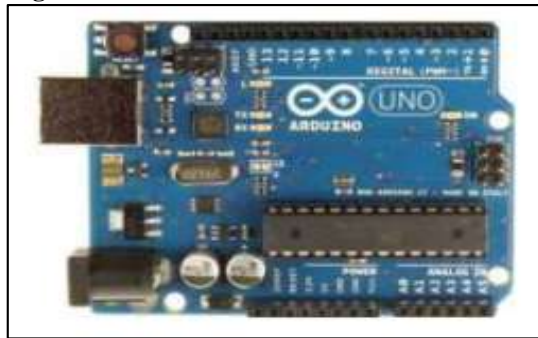
8.5.3 Arduino

Es un hardware de código abierto que se encuentra establecida en una placa sencilla de circuito impreso en donde se encuentra un microcontrolador de la marca AMTEL. Al igual que la tarjeta DAQ, esta placa cuenta con entradas y salidas analógicas y digitales. La plataforma Arduino se basa en un entorno de desarrollo basado en el lenguaje de programación processing (Tapia A, 2016)

El uso de la plataforma Arduino es más factible al de las plataformas convencionales debido a las siguientes características:

- Mayor accesibilidad a las placas a comparación de otras plataformas de microcontroladores.
- El software Arduino funcionará en los diferentes sistemas operativos existentes en la actualidad.
- El ambiente de programación se torna sencillo para los usuarios.
- Hardware y software ampliable y de código abierto.

Figura 12: Placa de Arduino Uno



Fuente: Tapia Ayala (2016)

Para que este controlador pueda conectarse al entorno de Labview, es necesario emplear el complemento NI VISA de National Instruments. Este complemento permite que la tarjeta Arduino se comporte a modo de una DAQ que permita la programación dentro del entorno de Labview. (Torres L, 2018)

9 METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1 Tipos de investigación

9.1.1 Investigación bibliográfica

La investigación bibliográfica seleccionando el mayor conjunto de información científica acorde al tema del proyecto a través de fuentes confiables como son los artículos, manuales, revistas científicas, libros, páginas web y tesis (Ocampo Dannelly, 2019).

9.1.2 Investigación descriptiva

Este proceso de investigación se utiliza con el fin de describir las diferentes técnicas de arranque para el motor trifásico, la investigación descriptiva parte de la investigación bibliográfica, con la información recopilada se describe como se realiza el proyecto, como se implementa el panel de control y finalmente argumenta los resultados (Feliberto Martis, 2013).

9.1.3 Investigación Formativa

La presente investigación tiene carácter formativo en vista que a través de la ejecución del mismo se fomentará el espíritu investigador en el ámbito del sector educativo de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná y fortalecerá el proceso de aprendizaje a través de una propuesta que permitirá simular un arranque en un motor trifásico aprendiendo las técnicas de arranque y calculando las diferentes variables (Bolaño R, 2018).

9.1.4 Investigación de campo

Se realiza la recopilación de datos directamente en la Universidad técnica de Cotopaxi extensión La Maná, en la carrera de ingeniería Electromecánica, con un estudio realiza se determina la necesidad de implementar un panel de control para calcular variables del motor trifásico (Feliberto Martis, 2013).

9.2 Métodos de la investigación

9.2.1 Método experimental

El panel de control está constituido de varios componentes que con ayuda del software Labview se calcula las diferentes variables que intervienen en un arranque de motor trifásico, este método ayuda a realizar pruebas para observar los efectos o reacciones que producen.

9.2.2 Método analítico

El método analítico se empleará para analizar principalmente el problema de la investigación, el por qué se realiza esta investigación, también se ejecutará para el análisis de la justificación, para la descripción de los resultados en cuanto al comportamiento de las variables del sistema de control para determinar las técnicas del arranque del motor trifásico.

9.3 Técnicas e instrumentos

Tabla 5: Técnicas e instrumentos

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Recolección bibliográfica de datos	Revisión bibliográfica
Diseño en el simulador	Software de Labview
Pruebas del simulador	Dispositivos de adquisición de datos y medición
Cálculo de parámetros eléctricos del motor.	Observación y recolección de datos

Elaborado por: Autores del proyecto (2020).

9.4 Motor de inducción trifásico

9.4.1 Descripción

Su carcasa es de hierro fundido, motor robusto de altas prestaciones, con bases inyectadas en su carcasa lo cual le permite mayor sujeción en su anclaje, amplia gama de aplicaciones y uso en la industria y la minería, con un rango de potencias más amplio (Esteban M, 2019).

9.4.2 Características

- **Voltaje=** 220/380
- **Hz=** 60

- **Hp= 1**
- **A= 1.65**
- **r/min= 1720**
- **peso neto= 15**

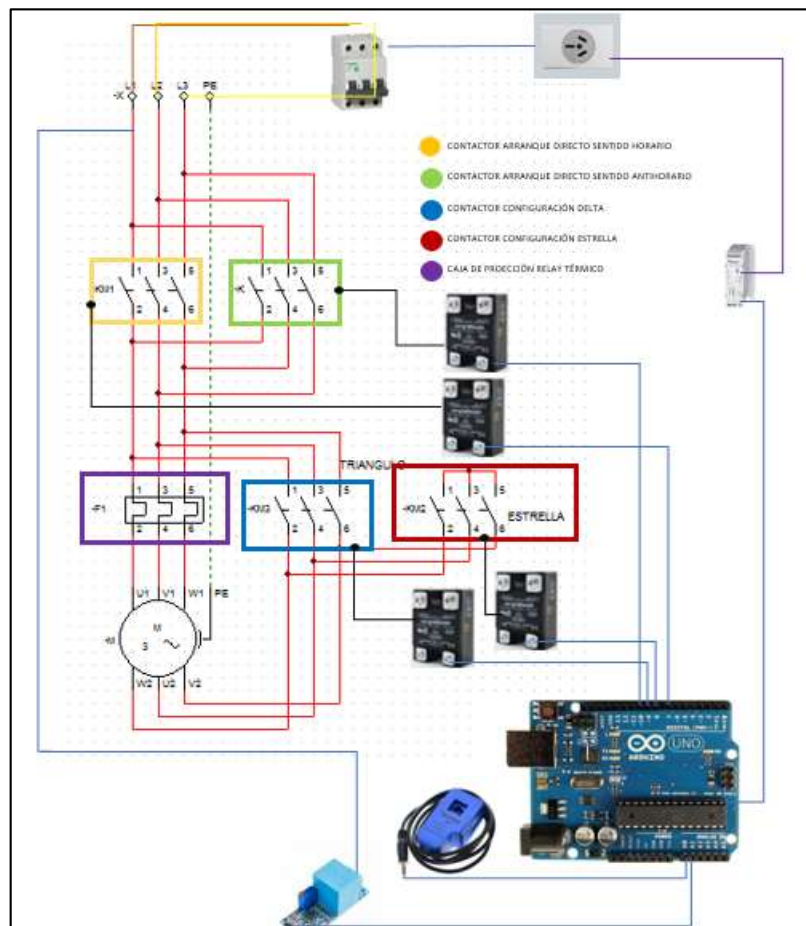
Gráfico 1: Motor trifásico



Fuente: Esteban M (2019)

9.5 Diseño de los métodos de arranque de motor trifásica

Figura 13: Diagrama arranque del motor trifásica



Elaborado por: Los autores del proyecto (2021)

En el siguiente diagrama se puede observar los elementos que se utiliza para la simulación del arranque del motor trifásico, el sistema de control está compuesto por cuatro contactores de 9A, cuatro protectores térmicos (relay), dos interruptores trifásicos termo magnéticos C10 (SNEIDER 400V), un sensor de corriente (AC - SCT-013-030), Transformador de voltaje (AC - ZMPT101B), convertidor de energía (mean well mdr 10-5) (220V a 5V) y una paca de arduino. (Diagrama realizado en el software CADESIMU)

9.6 Selección de los elementos de medición de corriente, voltaje y rpm

9.6.1 Transformador de voltaje (AC - ZMPT101B)

Figura 14: Transformador de voltaje (AC - ZMPT101B)



Fuente: Mecatronics (2017)

9.6.1.1 Descripción

Permite contar voltaje alterno como el que tenemos en nuestros hogares (220VAC-60Hz), este voltaje AC no puede ser medido claramente por el ADC de nuestro Arduino pues escapa al rango de entrada (0V a 5V). El módulo soluciona el problema comprimiendo el voltaje AC de entrada a un voltaje menor que pueda ser leído por el Arduino o cualquier otro microcontrolador (Lozano Y, 2017).

El modulo está integrado por un transformador que verifica la función de aislamiento galvánico para mayor seguridad en el uso. El lado primario del transformador se conecta al voltaje alterno que deseamos medir, por ejemplo: la red eléctrica de nuestro hogar de 220VAC (Mena D, 2019)

9.6.2 Sensor De Corriente (Ac - Sct-013-030)

Figura 15: Sensor De Corriente (Ac - Sct-013-030)



Fuente: Mecatronics (2017)

Son sensores que trabajan como transformadores, la corriente que circula por el cable que deseamos calcular actúa como el devanado primario (1 espira) e internamente tiene un devanado secundario que dependiendo del modelo pueden tener hasta más de 2000 espiras. (Ramos L, 2017)

9.6.3 Sensor Encoder

El encoder es un transductor rotativo, que mediante una señal eléctrica sirve para mostrar la posición angular de un eje, velocidad y aceleración del rotor de un motor. Un encoder se compone esencialmente de un disco acoplado a un eje giratorio. El disco está hecho de vidrio o plástico y se encuentra “codificado” con unas partes transparentes y otras opacas que bloquean el paso de la luz emitida por la fuente de luz (típicamente emisores infrarrojos) (Jhonas K, 2019)

Figura 16: Sensor Encoder

Fuente: Mecatronics (2017)

9.7 Diseño del módulo de pruebas

Gráfico 2: Panel de control módulo de pruebas

Elaborado por: los autores del proyecto (2021)

El modulo está realizado con las siguientes medidas: 1.20 metros de largo y 0.60 cm de ancho, los elementos para la ejecución del panel de control físico son: cuatro contactores de 9A, los cuales dos de ellos realizan dos técnicas. El arranque directo y posteriormente el arranque con inversión de giro, también se realiza el arranque estrella - delta las cuales se utiliza tres de los contactores con su respectivo inversor de giro.

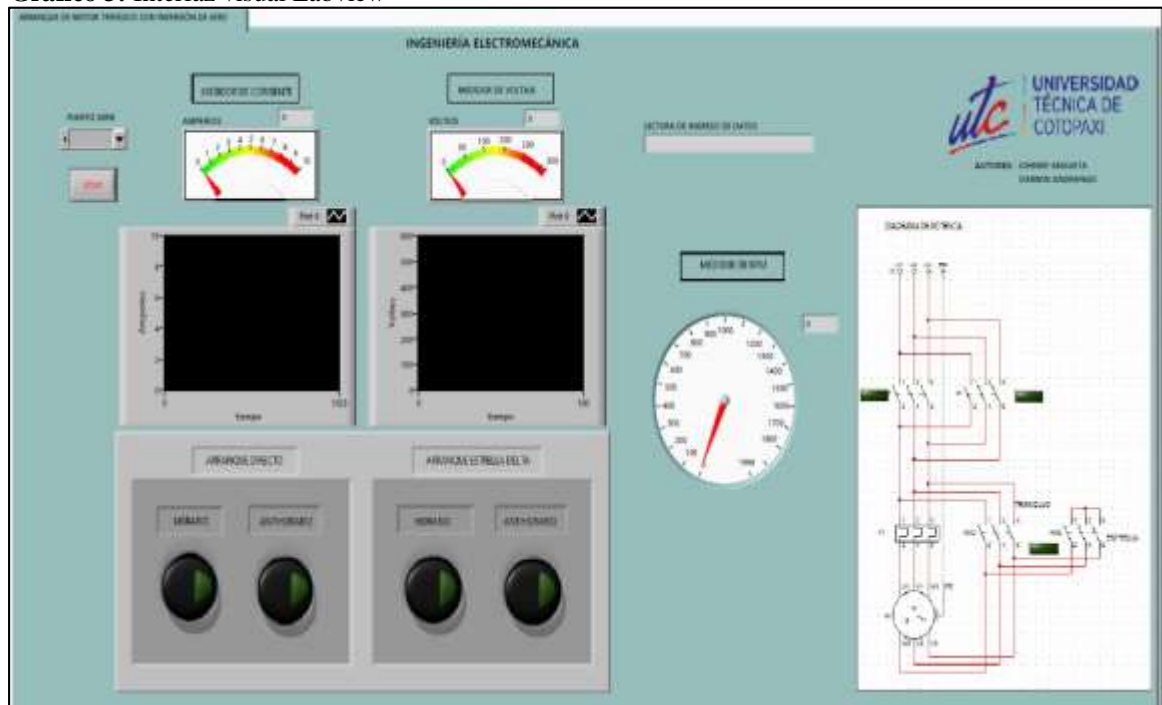
También cuenta con cuatro protectores térmicos (relay), para la protección de las bobinas de sus respectivos contactores, dos interruptores trifásicos termo magnéticos C10 (SNEIDER 400V) es la entrada principal de la energía trifásica.

Para realizar los cálculos de las variables seleccionados tenemos que utilizar un sensor de corriente, Transformador de voltaje (AC - ZMPT101B), convertidor de energía (mean well mdr

10-5) (220V a 5V) este convertidos en el módulo cumple una función muy importante ya que convierte la energía trifásica a una salida de energía de 5V, esto facilita la incorporación de una placa de arduino. Autores del proyecto (2021)

9.8 Diseño de la interfaz de usuario en LABVIEW

Gráfico 3: Interfaz visual Labview



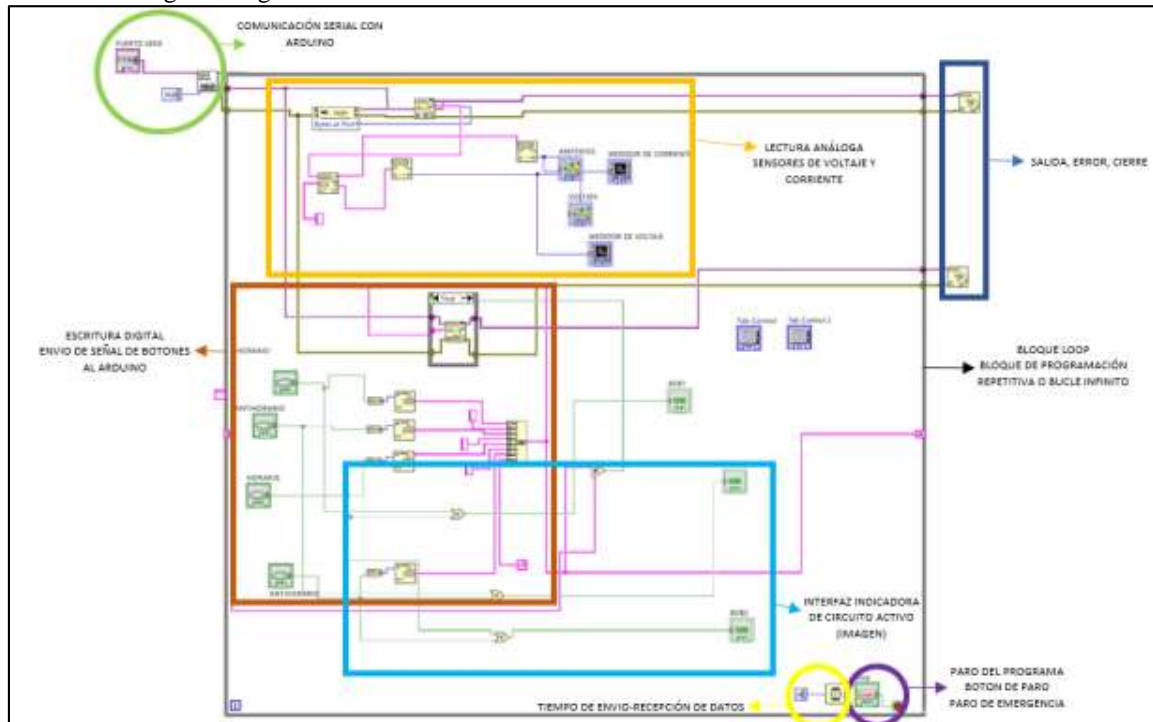
Elaborado por: Autores del proyecto (2021)

El sistema de control computarizado permite visualizar las variables en tiempo real, como son la corriente, el voltaje y la revolución del motor.

El panel consta de tres pantallas donde se visualiza las variables como ondas senoidales, digitales y analógicas de cada uno de los variables consta con un mando de stop y cuadro pulsadores para las diferentes técnicas de arranque del motor como son el arranque directo y su inversión de giro, también el pulsador de arranque estrella delta con su respectivo pulsador de inversión de giro. Autores del proyecto (2021)

9.8.1 Escritura Digital

Gráfico 4: Diagrama digital software Labview



Elaborado por: Autores del proyecto (2021)

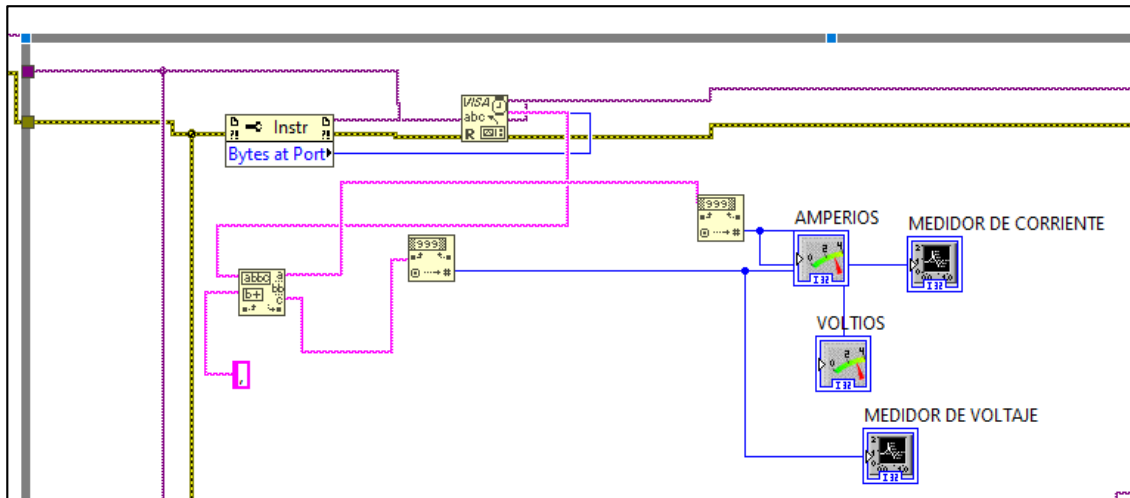
Los botones pasan a un bloque que convierte un valor BOOLEAN falso o verdadero en un entero de 16 bits con un valor de 0 o 1, respectivamente. Estos valores pasan a un bloque de concatenación donde se interpone una “,” entre cada valor para enviarlo de manera ordenada por el puerto serial y que sea fácil su identificación de variables enviadas a Arduino. (b1,b2,b3,b4) (0,1,0,0) por ejemplo cuando el segundo botón se encuentra presionado.

La salida se conecta a un bloque CASE en el cual, solo se enviará la lectura de datos una sola vez hasta que el botón cambie de estado, esto con la finalidad de hacer más eficiente la transmisión de datos y evitar de esta manera posibles errores en el programa. La condición necesaria para el bloque case, es decir el cambio de estado se realiza con una comparación “=”.

Autores del proyecto (2021)

9.8.2 Lectura Análoga

Grafico 5: Diagrama lectura análoga software Labview



Elaborado por: Autores del proyecto (2021)

La lectura de los valores que se envían desde Arduino por puerto serial empieza con un PROPERTY NODE el cual se adapta automáticamente a la clase del objeto al que hace referencia. Obtiene (lee) y/o establece (escribe) propiedades de una referencia. Luego pasa a un bloque de lectura de datos, los datos provenientes de Arduino (sensor de voltaje y sensor de corriente). Los datos enviados desde Arduino de los dos sensores se imprimen en el puerto serial separados por un carácter “,” por lo cual el siguiente bloque conectado permite leer los valores y separarlos cuando encuentren dicho carácter. Estos valores pasan a un conversor de BOOLEAN a valor numérico para poder de esta manera expresarlos en los medidores y monitores de gráficas.

9.8.3 Labview

Se tomará en cuenta para este proyecto Labview, este además de contar con más herramientas tiene una interfaz mucho más fácil de comprender y más ordenada, lo cual facilita en gran manera el diseño de un proceso y reduce el tiempo invertido.

En el proyecto se usa la herramienta Labview para mostrar mediante la PC las variables de corriente y voltaje que llegan al controlador. Gracias a Labview y su fácil lenguaje de programación (grafico) se puede simular el arranque de un motor trifásico, controlarlo y conocer las variables que el motor entrega. (Flores H, 2017)

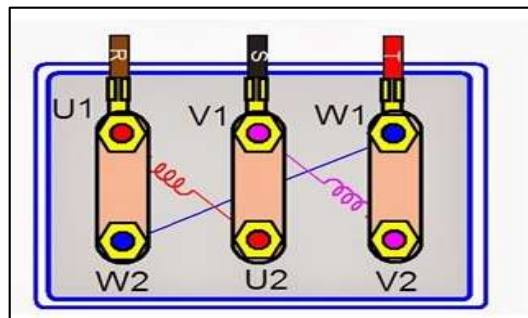
9.8.4 Implementar El Simulador De Arranque De Motores Trifásicos

Una de las finalidades del módulo es tener una herramienta con la cual se realizar un simulador de automatización. Otra finalidad es la movilidad del diseño siendo lo más compacto posible, esto permitirá el módulo se conecta con equipos de otras ramas de estudio y al final obtener prácticas de simulación de sistemas de producción completo.

Para la implementación de un simulador se utiliza cuatro contactores, cuatro relay sólidos, dos protectores térmicos, una fuente de energía de 220V a 0,5V, dos breques.

El circuito de potencia permite establecer la configuración determinada para cada tipo de arranque mediante las 3 líneas trifásicas usando contactores con bobina 220V la que permite el accionamiento de determinadas bobinas según el tipo de arranque se requiera, por ejemplo, para un arranque directo mantenemos accionados el contactor KM1 Y al mismo tiempo que el contactor

Figura 17: Conexión Arranque directo



Elaborado por: Autores del proyecto (2021)

KM4. lo que permite que en el motor se polarice de la siguiente manera como se muestra en el gráfico. Polarizando U1,V1,W1 con el contactor KM1 Y W2,U2,V2 polarizamos con el contactor KM4. Para un arranque directo con inversión de giro, activamos el contactor KM2 Y KM4. Realizando la misma acción, pero con un cambio en las fases.

9.8.5 Arranque estrella delta

Para realizar un arranque tipo estrella delta procedemos a activar el contactor KM1 o KM2 según el sentido de giro que se requiera, y posterior a ello activamos el contactor KM4 durante 3 a 5 segundos y se desactiva este permite que W2, U2, V2 estén conectado entre si durante un corto tiempo para luego activar el contactor KM4 inmediatamente, realizando el arranque posteriormente, como se indica en la siguiente ilustración.

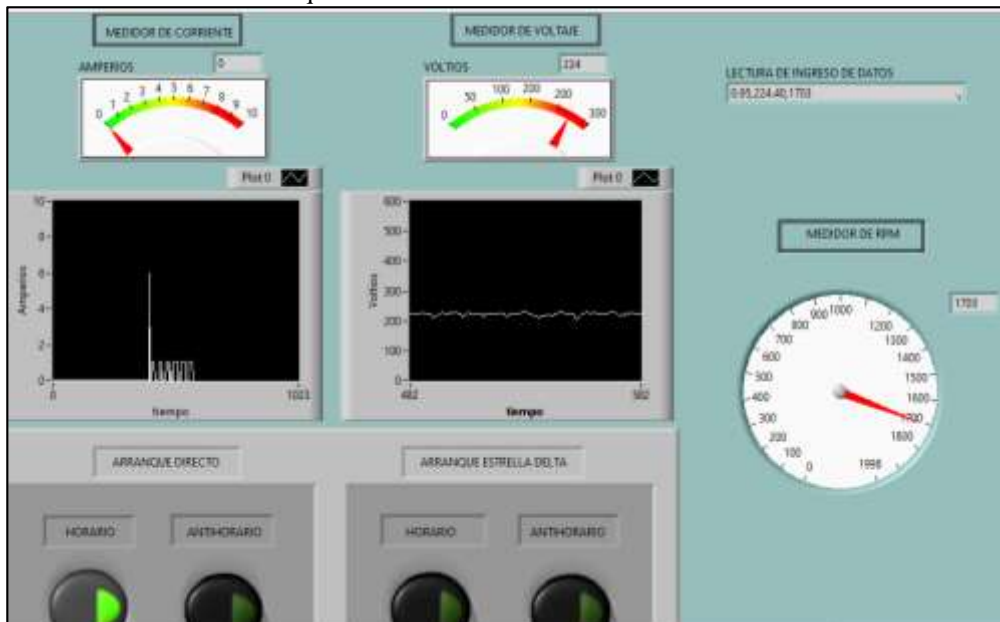
10 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

10.1 Mediciones de parámetros eléctricos en los tipos de arranque sin carga

10.1.1 Arranque directo

Como se observa en la fotografía un voltaje de 224 voltios al momento del arranque, el voltaje tiene una mínima variación ya que el motor tiene un hp de potencia y la energía empleada es trifásica, Con respecto a la corriente se observa un pico inicial de corriente de 5 a 7 amperios el arranque directo provoca un pico de corriente alto, el pico existe al inicio del arranque como se observa en la gráfica, después regresa a su estado nominal, también tenemos el parámetro de la velocidad angular las rpm con este tipo de arranque las revoluciones sobre pasa al valor nominal del motor en este caso al momento del arranque las revoluciones sube hasta 1790 rpm aproximadamente.

Gráfico 6: Resultado arranque directo



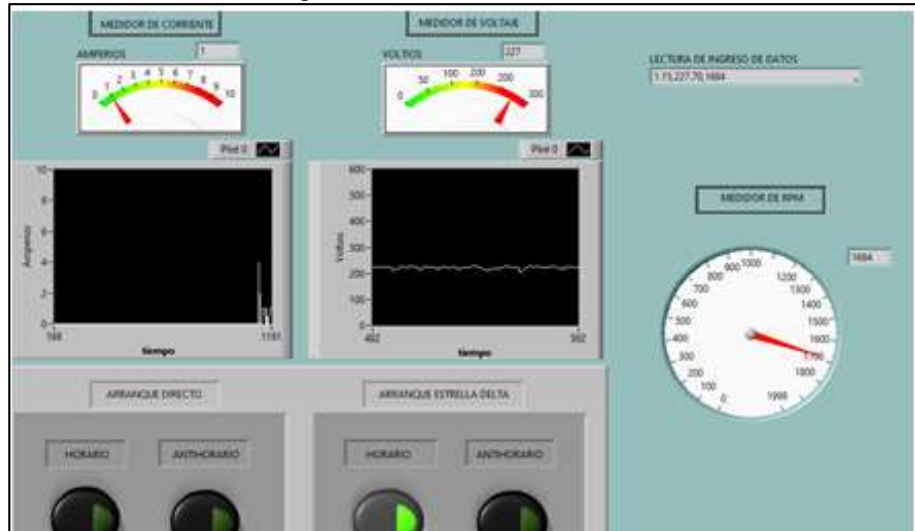
Elaborado por: Autores del proyecto (2021)

10.1.2 Arranque estrella delta

Se observa un voltaje inicial 217 voltios al momento del arranque, Con respecto a la corriente se observa un pico inicial de 4 a 6 amperios, el arranque estrella delta provoca un pico de corriente medio por la razón que después de 3 segundos cambia de estrella a delta este tipo de arranque es lo usual para mantener la vida útil del motor, el pico solo existe al inicio del

arranque como se observa en la gráfica, después regresa a su estado nominal, mientras que la velocidad del motor permanece estable en forma nominal que es 1720 rpm.

Gráfico 7: Resultado arranque estrella delta

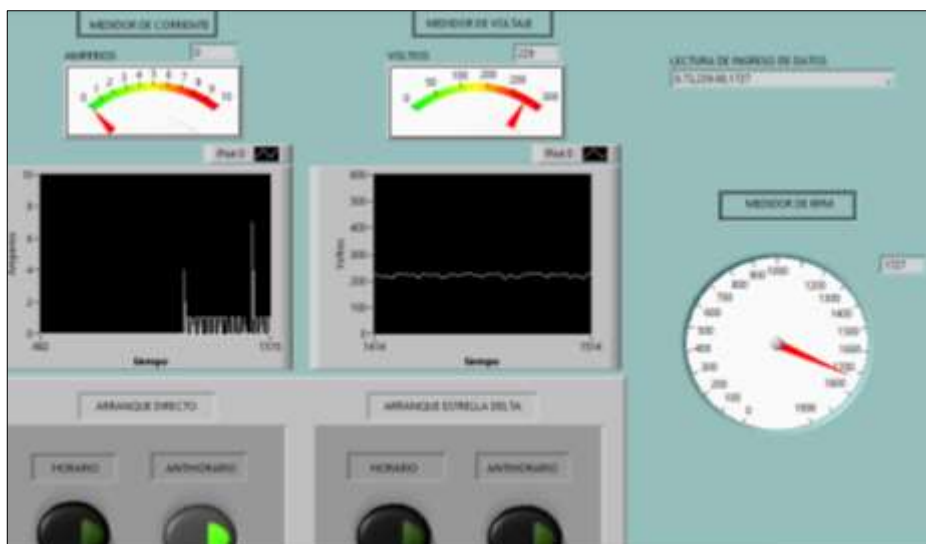


Elaborado por: Autores del proyecto (2021)

10.1.3 Inversor de giro en arranque directo

Se observa un voltaje de entrada de 225 voltios y se mantiene estable, el voltaje tiene una mínima variación, Con respecto a la corriente se observa un pico inicial de corriente de 6 a 8 amperios la variación es notoria por el simple hecho de que el motor actúa con toda potencia provocando un pico de corriente alto, en el caso del arranque directo con inversor de giro las revoluciones sobrepasan el valor nominal del motor hasta 1775.

Gráfico 8: Inversor de giro



Elaborado por: Autores del proyecto (2021)

10.2 Mediciones de parámetros eléctricos en los tipos de arranque con carga

En el arranque directo la variable de corriente tendrá un arranque normal, el valor será nominal al motor en este caso de 1,65 A, al contrario del arranque estrella delta la corriente y las revoluciones se reduce hasta dos 2 veces al valor nominal en el caso de la corriente se obtiene un valor de 0,25 A, mientras que en las revoluciones se observa un valor de 1500 rpm aproximadamente este valor puede variar ya que la carga que se aplica al motor no es estable.

En las técnicas de arranque de motor trifásico como es el arranque directo, arranque estrella delta e inversor de giro, mediante el simulador del entorno Labview se calcula que el voltaje no varía en absoluto se mantiene con un valor estándar para los tres tipos de arranque que es de 220 V

10.3 Comparación y discusión de las mediciones

Tabla 6: Comparación de los resultados

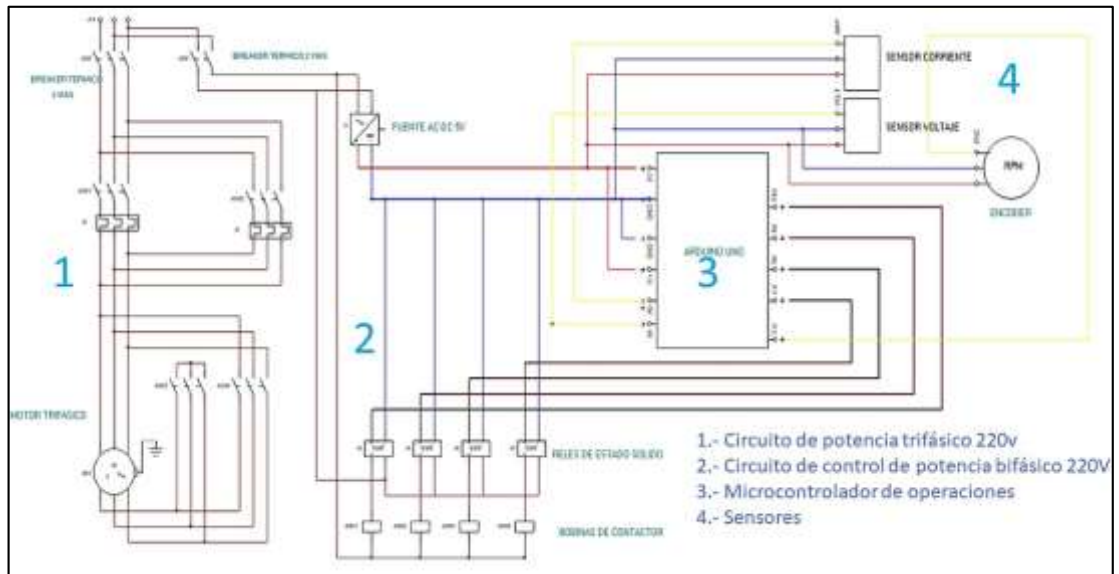
VARIABLES	SIN CARGA			CON CARGA		
	Voltaje	Amperaje	Revoluciones	Voltaje	Amperaje	Revoluciones
ARRANQUE DIRECTO	El voltaje es mayor a 220 V	Se observa un pico inicial entre 5 a 7 A	Las revoluciones del motor se aproxima hasta 1790 rpm	Se mantiene estable con un valor de 220 V	Se mantiene estable con un valor de 1,65 A	El resultado de la carga aplicada se obtiene hasta 1500 rpm pero este resultado puede variar.
ARRANQUE ESTRELLA DELTA	Se aproxima a los 220 V	Se observa un pico inicial entre 4 a 6 A	La velocidad del motor permanece estable en forma nominal que es 1720 rpm.	Se mantiene estable con un valor de 220 V	Reduce a dos veces del valor nominal dependiendo la carga en este caso tenemos un valor de 0,25 A	El resultado de la carga aplicada se obtiene hasta 1490 rpm pero este resultado puede variar
INVERSOR DE GIRO	El voltaje es mayor a 220 V	Se observa un pico inicial entre 6 a 8 A	Las revoluciones sobrepasan el valor nominal del motor hasta 1775.	Se mantiene estable con un valor de 220 V	Se mantiene estable con un valor de 1,65 A	El resultado de la carga aplicada se obtiene hasta 1500 rpm pero este resultado puede variar.

Elaborado por: Autores del proyecto

10.4 Ficha técnica de arranque del motor trifásico

10.4.1 Diagrama de conexiones

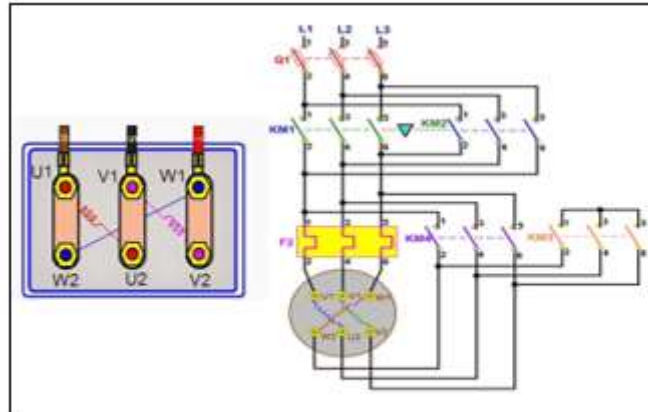
Figura 18: Diagrama de conexiones



Elaborado por: Autores del proyecto (2021)

10.4.2 Circuito de potencia

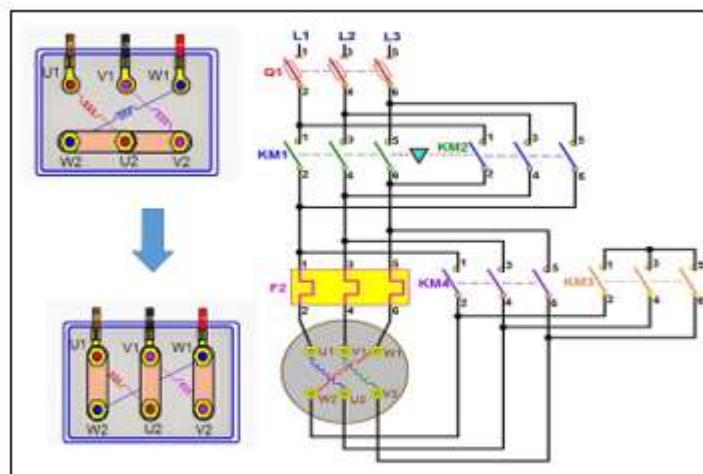
El circuito de potencia permite establecer la configuración determinada para cada tipo de arranque mediante las 3 líneas trifásicas usando contactores con bobina 220V la que permite el accionamiento de determinadas bobinas según el tipo de arranque se requiera, por ejemplo, para un arranque directo mantenemos accionados el contactor KM1 Y al mismo tiempo que el contactor KM4. lo que permite que en el motor se polarice de la siguiente manera como se muestra en el gráfico. Polarizando U1,V1,W1 con el contactor KM1 Y W2,U2,V2 polarizamos con el contactor KM4. Para un arranque directo con inversión de giro, activamos el contactor KM2 Y KM4. Realizando la misma acción, pero con un cambio en las fases.

Figura 19: Circuito de potencia arranque directo

Elaborado por: Autores del proyecto (2021)

10.4.3 Arranque estrella delta

Para realizar un arranque tipo estrella delta procedemos a activar el contactor KM1 o KM2 según el sentido de giro que se requiera, y posterior a ello activamos el contactor KM4 durante 3 a 5 segundos y se desactiva este permite que W2, U2, V2 estén conectados entre sí durante un corto tiempo para luego activar el contactor KM4 inmediatamente, realizando el arranque posteriormente, como se indica en la siguiente ilustración.

Figura 20: Circuito de potencia arranque estrella delta

Elaborado por: Autores del proyecto (2021)

10.4.4 Circuito de control de potencia bifásico 220V

Este circuito permite el control de potencia mediante el uso de salida digitales de 5V, que permite la activación de un relé de estado sólido que se activa con tenciones mayores a 3.3V dando como resultado el un interruptor que puede manejar corrientes de 25 A y voltajes de 480v. El relé de estado sólido permite controlar la tensión para la activación de las bobinas de los contactores trifásicos que funcionan a 220V obtenidos de la Red. Como un ejemplo en el siguiente diagrama.

Esta tarjeta de desarrollo permite realizar todas las operaciones de control para la parte de potencia y la adquisición de datos.

Como por ejemplo el uso del converso análogo digital para la lectura de los sensores que miden la corriente y el voltaje. Que nos permite la lectura de en 10 bit de resolución. Y para el uso del sensor de velocidad angular usaremos la lectura de pulsos mediante interrupciones programadas en el código. El uso del microcontrolador es validad la información enviada desde Labview a Arduino para establecer el tipo de arranque que se requiere. La comunicación entre Labview y Arduino se realiza mediante serial a 9600 baudios (bits/s) (Montes R, 2017).

Adicional se realiza la adquisición y acondicionamiento de señal de los sensores conectados en las entradas analógica A0 y A1, y en el caso del enconder conectado en el pin 3 digital ya el mismo funciona mediante una función llamada interrupciones.

Después de todo este procedimiento en el IDE de Arduino se procede a preparar los datos para ser enviado a entorno de desarrollo de Labview mediante comunicación serial.

Para ello se envía una trama de datos separados por una coma “,”, y posterior a ello discretizar las variables obtenidas como la corriente, voltaje y velocidad angular, en Labview.

11 IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES Y ECONÓMICOS)

11.1 Impacto técnico

Con el diseño de un sistema de control computarizado de arranque de motores trifásicos se logra un gran impacto técnico, en el ámbito industrial, hoy en día la tecnología está a nuestro favor por esta razón se aprovecha al máximo y se logra utilizar programando un sistema para el cálculo de las variables como (corriente, voltaje y las revoluciones) del motor. Labview es un software completo, facilitando el trabajo manual ya que todo esto es automático.

11.2 Impacto social

En nuestro entorno social por lo general nos permite interactuar y mostrar el funcionamiento de cada parte del proyecto para facilitar el aprendizaje tanto teórico, como práctico, los estudiantes necesitan bases o fundamentos, por esta razón se crea un simulador de arranque de motores trifásicos con diferentes técnicas para arrancar un motor con esto los estudiantes podrán realizar prácticas sin someterse a ninguna clase de riesgos.

11.3 Impacto económico

El presente proyecto tiene un gran impacto, porque beneficia directamente a los estudiantes de la Universidad técnica de Cotopaxi extensión La Maná, permitiendo realizar prácticas en un panel de control computarizado, en el mismo establecimiento sin tener gastos económicos.

12 PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

12.1 Presupuesto general

Tabla 7: Presupuesto

PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO:				
	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO			
Recursos	Cantidad	Unidad	V. Unitario	Valor Total
			\$	\$
Equipos				
Motor Eléctrico	1		180,00	180,00
Contactores y equipos de protección	4		40,00	160,00
Protectores térmicos	4		45,00	180,00
Convertidor de voltaje	2		50,00	100,00
Sensor de voltaje	1		10,00	10,00
Sensor de corriente	1		8,50	8,50
Encoder (sensor rpm)	1		20,00	20,00
Disco de freno de 9 pulgadas	1		18,00	18,00
Mordaza de freno	1		16,50	16,50
Manguera hidráulica de sistema de freno	1		6,50	6,50
Luces piloto CAMSCO a 220V	4		8,00	32,00
Interruptores termo magnéticos	2		29,00	58,00
Tarjeta arduino	1		25,00	25,00
Pinza Perimétrica (Fluke)	1		300,00	300,00
Diseño construcción y programación de tablero de control.	1		200,00	200,00
Asesoramiento técnico	1		100,00	100,00
Recursos Varios				
Transporte			70,00	70,00
Alimentación	10		2,50	25,00
Recursos tecnológicos				
Alquiler de energía trifásica	12		5,00	60,00
Recursos materiales				
Impresiones	100		0,10	10,00
			Sub Total	1.579,00
			12%	189,48
			TOTAL	1.768,48

Elaborado por: Autores del proyecto (2021).

13 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 8: Cronograma de actividades

ACTIVIDADES DESARROLLADAS	TIEMPO																			
	NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Dimensionamiento del proyecto	■	■																		
Manejo y procesamiento de información			■	■																
Planteamiento, formulación y delimitación del Problema.				■																
Diseño de los objetivos y justificación					■	■														
Antecedentes de investigación.						■	■													
Estado del arte relacionado a la temática o marco teórico						■	■													
Presentación del avance del trabajo de Titulación.							■	■												
Determinación de la Metodología de la Investigación.							■	■												
Construcción del panel de control									■	■										
Programación del software Labview									■	■										
Pruebas de la simulación, montaje del panel									■	■										
Redacción de análisis de los resultados										■	■									
Conclusiones de la investigación										■	■									
Revisión del proyecto										■	■									
Aprobación del tutor											■	■								
Designación del tribunal de lectores													■	■	■					
Revisión y aprobación de los lectores													■	■	■					
Revisión de la estructura del documento por parte de la bibliotecaria																	■	■		
Entrega de empastado de proyecto de titulación																		■	■	
Sustentación del proyecto de titulación.																			■	■

Elaborado por: Autores del proyecto (2020).

14 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1 Conclusiones

- La información recopilada de revistas, citas bibliográficas y sitios webs es fundamental en la investigación, se obtiene datos tanto de la programación en el entorno Labview como las diferentes técnicas de arranque de motores trifásicos.
- Tomando en cuenta las diferentes técnicas de arranque como es el arranque directo, arranque estrella triangulo e inversión de giro del motor trifásico se diseña el diagrama de control para la selección de las principales técnicas que serán objeto de simulación y medición de las variables.
- El software Labview es una plataforma y entorno de desarrollo para el diseño de sistemas, con un lenguaje de programación visual gráfico, apto para la simulación de arranque de motores trifásicos y el cálculo de variables.
- Con esta implementación se obtiene resultados de las mediciones de las variables como el voltaje, el amperaje y las revoluciones muy satisfactorias y se conoce el comportamiento del motor al ejecutar el arranque.

14.2 Recomendaciones

- Antes de comenzar con la programación visual gráfica del simulador se debe conocer el lenguaje de comunicación, en este caso se ha utilizado la comunicación serial que pasa datos de la tarjeta arduino hacia el entorno Labview.
- Una revisión a profundidad de los manuales aportados por el programa Labview, permite una correcta programación del simulador, con sus respectivas herramientas y procesos.
- La energía incorporada en el circuito de potencia es trifásica, por lo tanto, es necesario revisar las normas de seguridad industrial con su respectivo manejo y control.
- El modulo virtual para el arranque estrella triangulo, arranque directo e inversor de giro para su correcto funcionamiento en las practicas se debe desarrollar pruebas puntuales antes de la conexión del circuito de potencia

15 BIBLIOGRAFÍA

- Andrade J. (17 de mayo de 2018). Obtenido de <https://www.electricaplicada.com/maxima-caida-de-tension-cables/>
- Bolaño R. (16 de marzo de 2018). *investigacion formativa*. Obtenido de <https://es.calameo.com/books/00475783880161863dbec>
- Carrillo J. (2017). *Sistemas automaticos de control*. Venezuela: UNERMB.
- Ceballos R. (13 de Septiembre de 2020). Obtenido de <https://automatismoindustrial.com/curso-carnet-instalador-baja-tension/a-instalaciones-de-enlace/a-2-corriente-alterna/0-1-19-conexiones-estrella-triangulo-de-cargas-trifasicas-equilibradas/>
- Contreras S. (18 de marzo de 2019). *oposinet*. Obtenido de <https://www.oposinet.com/temario-de-tecnologia/temario-5-tecnologia/tema-49-mquinas-elctricas-de-corriente-alterna-4/>
- Cortez Fernadez. (16 de diciembre de 2014). *universidad de las fuerzas armadas* . Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1878/1/25T00170.pdf>
- Delgado R. (15 de febrero de 2015). Obtenido de <https://revistadigital.inesem.es/gestion-integrada/conexion-arranque-motores-trifasico/>
- Duarte M. (11 de marzo de 2017). Obtenido de <https://radthink.com.mx/principios-de-proteccion-de-motores-de-ca-parte-1-sobrecarga-y-corto-circuito/>
- Ernesto T. (04 de enero de 2015). *Inversion de Giro motor trifasico*. Obtenido de <https://www.profetolocka.com.ar/2015/01/04/inversion-de-giro-de-motores-trifasicos/>
- Esteban M. (12 de abril de 2019). *Cruzzolin*. Obtenido de <https://cruzzolin.com.ar/producto/motor-trifasico-siemens-11e0-3000-rpm-075hp-40hp/>
- Feliberto Martis. (13 de abril de 2013). *planificacion del proyecto*. Obtenido de http://planificaciondeproyectosemirarismendi.blogspot.com/2013/04/tipos-y-diseno-de-la-investigacion_21.html
- Flores H. (14 de agosto de 2017). *Ingenieria extraordinaria*. Obtenido de <https://www.ni.com/es-cr/shop/labview.html>
- Garcia A. (04 de marzo de 2020). *Factor de potencia*. Obtenido de http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_factor_potencia/ke_factor_potencia_4.htm

- Garcia H. (18 de noviembre de 2016). *bachelor thesis*. Obtenido de https://earchivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/13615/PFC_JuanMiguel_Garcia_Har_o.pdf;jsessi
- Guerrero F. (19 de enero de 2016). *Universidad de Cali Colombia*. Obtenido de http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/4274/1/Control_velocidad_plataforma_guerrero_2015.
- Jhonas K. (21 de diciembre de 2019). *ingenieria mecafinex*. Obtenido de <https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/encoder/>
- Lozano Y. (12 de mayo de 2017). *ferretronica*. Obtenido de <https://ferretronica.com/products/modulo-sensor-de-voltaje-alterno-ac-zmpt101b-monofasico>
- Mecatronics. (12 de mayo de 2017). Obtenido de <https://www.naylampmechatronics.com/sensores-corriente-voltaje/393-transformador-de-voltaje-ac-zmpt101b.html>
- Mecatronics. (12 de mayo de 2017). Obtenido de https://www.naylampmechatronics.com/blog/51_tutorial-sensor-de-corriente-ac-no-invasivo-s.html
- Mena D. (12 de diciembre de 2019). *Naylamp Mechatronic*. Obtenido de <https://naylampmechatronics.com/sensores-corriente-voltaje/393-transformador-de-voltaje-ac-zmpt101b.html#:~:text=El%20lado%20primario%20del%20transformador,de%20nuestro%20hogar%20de%20220VAC>.
- Mendez J. (19 de septiembre de 2016). Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052012000100007
- Montes R. (18 de enero de 2017). Obtenido de <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/arduino-labview-comunicacion-serial/>
- Ocampo Dannelly. (19 de diciembre de 2019). *investigacion bibliografica*. Obtenido de <https://investigaliacr.com/investigacion/investigacion-bibliografica/>
- Ramirez. (10 de mayo de 2019). *antecedentes historia motor electrico*. Obtenido de <https://blog.hyundaicanarias.com/historia-del-motor-electrico/>
- Ramos L. (13 de enero de 2017). *Electro Geek*. Obtenido de <https://www.electrogeekshop.com/tutorial-sensor-de-corriente-ac-no-invasivo-sct-013/>

- Ronque T. (17 de mayo de 2018). Obtenido de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/9488/Roque_Alfredo_Tipula_Yony.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sanchez L. (12 de diciembre de 2016). Obtenido de <https://www.ni.com/academic/students/learnlabview/esa/environment.htm>
- Sanchez R. (2010). Practica de motores electricos. *Trabajo de grado*, 282.
- Silvia J. (19 de abril de 2014). *Universidad Veracruzana*. Obtenido de <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/32899/1/silvadelrosario.pdf>
- Tapia A. (16 de mayo de 2016). Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5522/1/UPS-GT000511.pdf>
- Torres L. (28 de enero de 2018). *Xataka Basics*. Obtenido de <https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>
- Zambrano G. (12 de junio de 2019). *Dewesoft*. Obtenido de <https://dewesoft.com/es/daq/que-es-adquisicion-de-datos>

16 ANEXOS

Anexo 1: Datos informativos de los autores

CURRICULUM VITAE



INFORMACIÓN PERSONAL

Nombres y Apellidos:	DARWIN GILSON ANDRANGO QUISHPE
Cédula de Identidad:	172426892-3
Lugar y fecha de nacimiento:	Cayambe, 20 de mayo de 1996
Estado Civil:	Soltero
Tipo de Sangre:	ORH +
Domicilio:	Cayambe
Teléfonos:	0992501123 - 0988183993
Correo electrónico:	darwin.andrango8923@utc.edu.ec

ESTUDIOS REALIZADOS

Primer Nivel:	unidad educativa "29 de octubre" (Cayambe - San Antonio)
Segundo Nivel:	Colegio "29 de octubre" (Cayambe - San Antonio)
Tercer Nivel:	Universidad técnica de Cotopaxi (cursando)

TITULOS

Bachiller General Unificado
Ingeniería electromecánica (título por obtener)

IDIOMAS

Español (nativo)
Inglés (40%)

CURSOS REALIZADOS:

"I JORNADA CIENTÍFICA EMPRESARIAL DE INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA" LA MANA 2018. DURACIÓN: 40 HORAS
"LL CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA UTC-LA MANÁ 2017 DURACIÓN: 40 HORAS
"III CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA UTC-LA MANÁ 2018 DURACIÓN: 40 HORAS
"IV CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA UTC-LA MANÁ 2019 DURACIÓN: 40 HORAS

CURRICULUM VITAE

INFORMACIÓN PERSONAL

Nombres y Apellidos:	JOHNNY LEONARDO ANGUETA RAMOS
Cédula de Identidad:	050409700-7
Lugar y fecha de nacimiento:	La Maná, 05 de enero de 1997
Estado Civil:	Soltero
Tipo de Sangre:	ORH +
Domicilio:	La Maná
Teléfonos:	0996772865 - 2689136
Correo electrónico:	johnny.angueta7007@utc.edu.ec



ESTUDIOS REALIZADOS

Primer Nivel:	Unidad Educativa Narciso Cerda (La Maná)
Segundo Nivel:	Colegio Técnico Rafael Vasconez Gomez (La Maná)
Tercer Nivel:	Universidad técnica de Cotopaxi (cursando)

TITULOS

Mecanizado y construcciones metálicas
Chofer profesional tipo C
Ingeniería electromecánica (título por obtener)

IDIOMAS

Español (nativo)
Inglés (40%)

CURSOS REALIZADOS:

“I JORNADA CIENTÍFICA EMPRESARIAL DE INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA” LA MANA 2018. DURACIÓN: 40 HORAS
“LL CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA UTC-LA MANÁ 2017 DURACIÓN: 40 HORAS
“III CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA UTC-LA MANÁ 2018 DURACIÓN: 40 HORAS
“IV CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA UTC-LA MANÁ 2019 DURACIÓN: 40 HORAS

Anexo 2: Hoja de vida del docente tutor**CURRICULUM VITAE****INFORMACIÓN PERSONAL**

Nombres y Apellidos:	PACO JOVANNI VASQUEZ CARRERA
Cédula de Identidad:	050175876-7
Lugar y fecha de nacimiento:	Latacunga, 20 de agosto de 1970
Estado Civil:	Casado
Tipo de Sangre:	ORH +
Domicilio:	Locoa, Av. Laguna Atilio y Laguna Cuyabeno
Teléfonos:	0995092670 – 0987941281 - 032233601 - 032233462
Correo electrónico:	pacovasc@hotmail.com

ESTUDIOS REALIZADOS

Primer Nivel:	Escuela Isidro Ayora (Latacunga)
Segundo Nivel:	Colegio Técnico “Ramón Barba Naranjo” (Latacunga)
Tecnológico Superior:	Escuela Politécnica del Ejercito (ESPE)
Tercer Nivel::	Universidad Técnica de Cotopaxi Maestría en Gestión de Energías

TITULOS

Magister en Gestión de Energías
Ingeniero en Ejecución en Electrónica e Instrumentación
Ingeniero Industrial
Tecnólogo en Control Automático
Bachiller Técnico en Electricidad
Chofer profesional tipo E

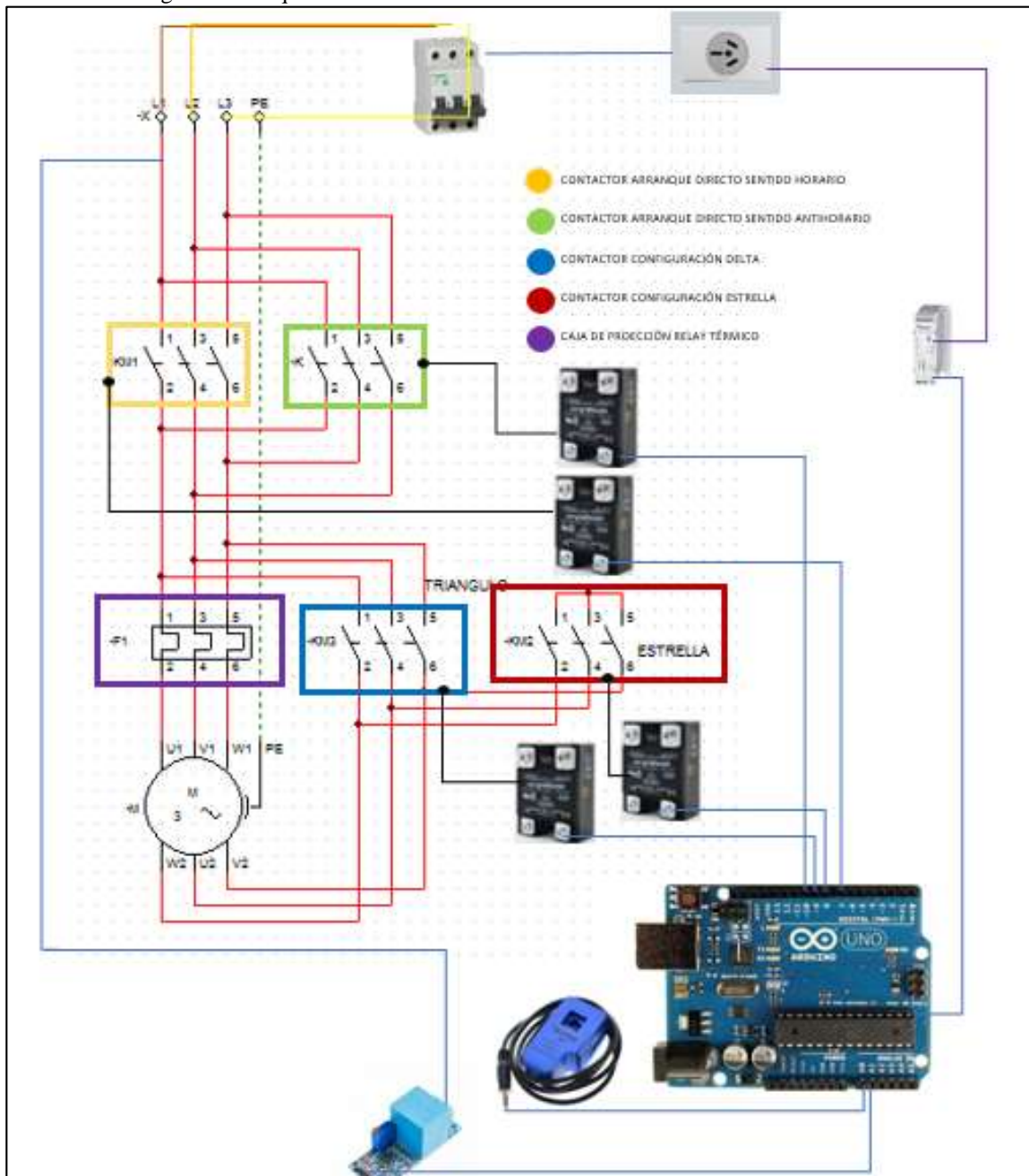
IDIOMAS

Español (nativo)
Inglés (40%)

EXPERIENCIA LABORAL

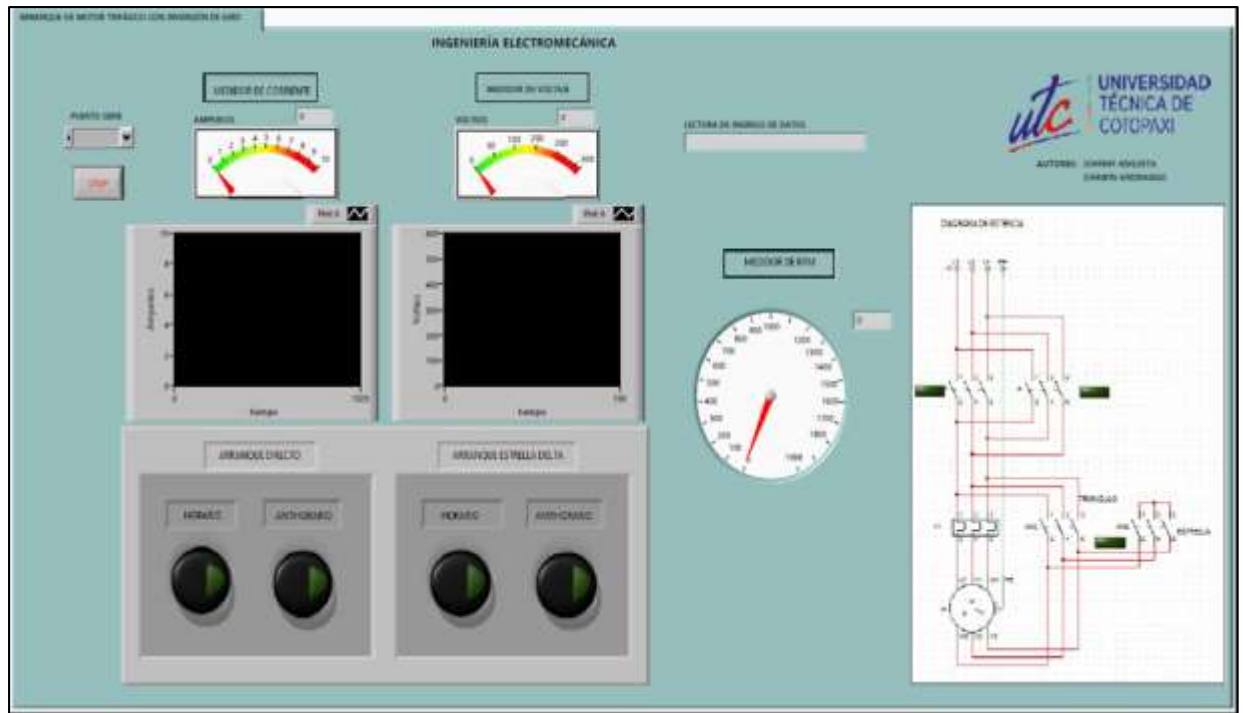
<p>Universidad Técnica De Cotopaxi Extensión La Maná. Cargo: Profesor de la carrera de Ingeniería Electromecánica. Tiempo: Abril 2016, hasta la actualidad</p>
<p>Universidad De Las Fuerzas Armadas ESPE - Latacunga Cargo: Profesor en la Unidad de Gestión Tecnológica (FÍSICA). Tiempo: octubre 2014 - marzo 2015</p>

Anexo 3: Diagrama arranque de motor trifásico



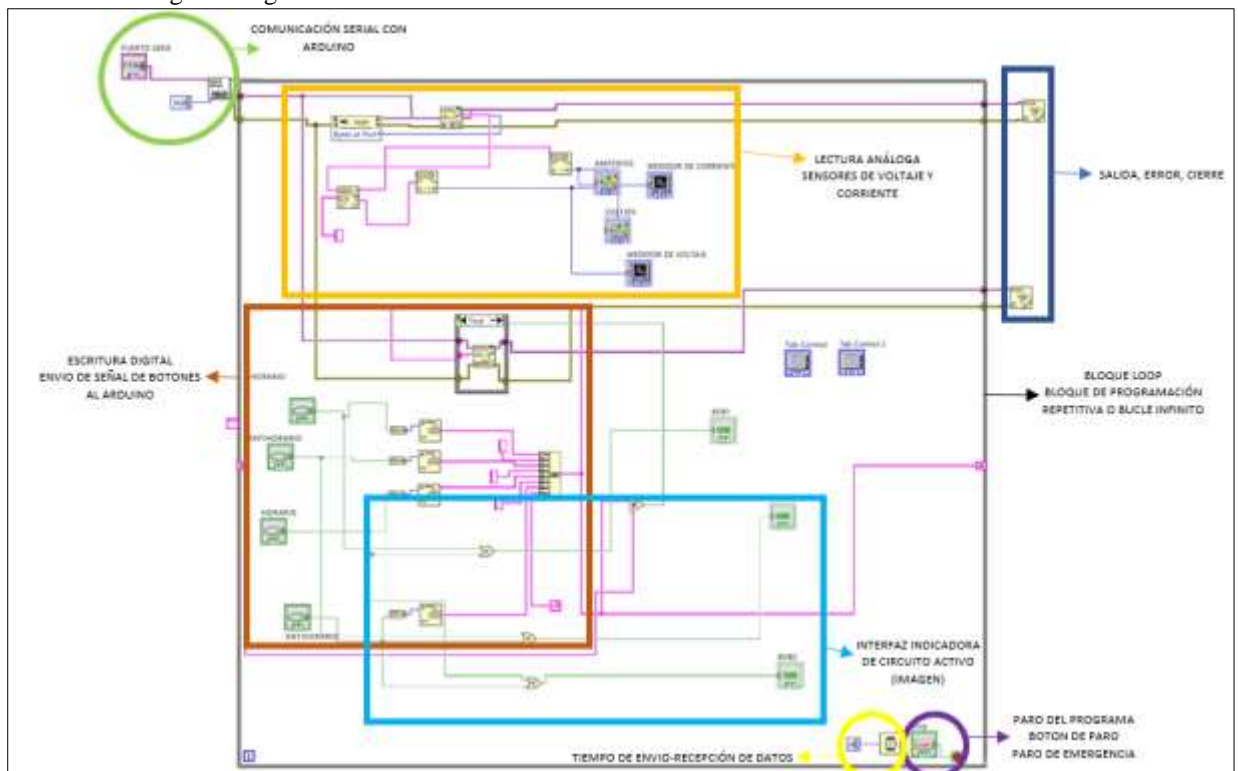
Elaborado por: Autores del proyecto (2021)

Anexo 4: Interfaz visual Labview



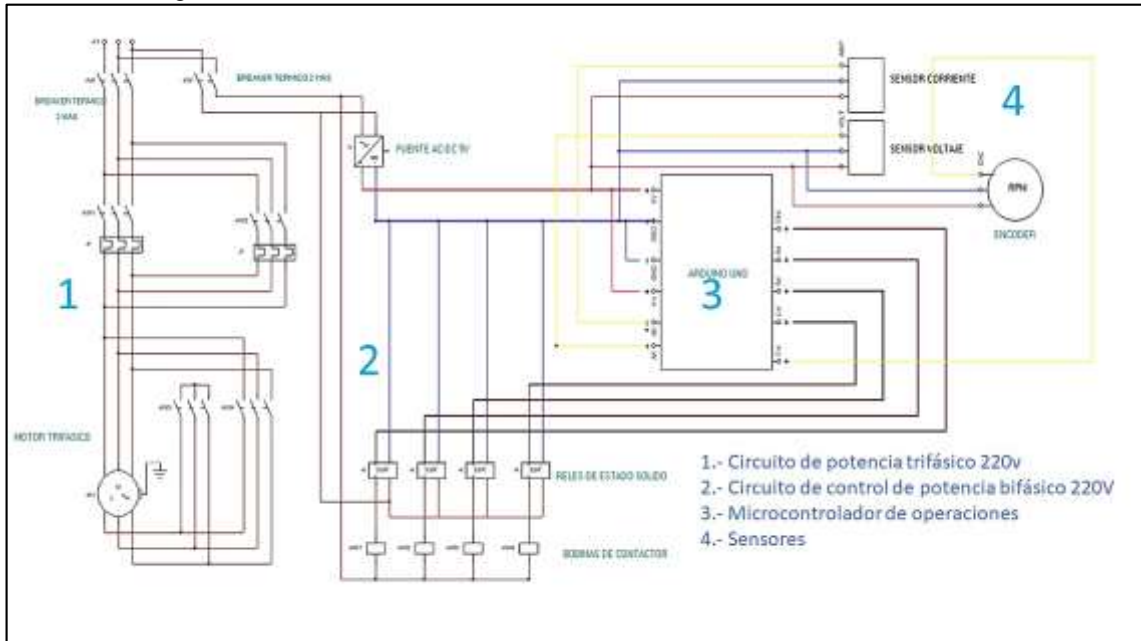
Elaborado por: Autores del proyecto (2021)

Anexo 5: Diagrama digital software Labview



Elaborado por: Autores del proyecto (2021)

Anexo 6: Diagrama de conexiones



Elaborado por: Autores del proyecto (2021)

Anexo 7: Panel de control y simulación



Elaborado por: Autores del proyecto (2021)



**MANUAL DE OPERACIÓN Y DE PRÁCTICA DEL DISEÑO DE UN SIMULADOR
EN ENTORNO VIRTUAL LABVIEW CON EL ANÁLISIS DE VARIABLES
ELÉCTRICAS Y TÉCNICAS DE ARRANQUE DE MOTORES TRIFÁSICOS**



Autores:

Angueta Ramos Johnny Leonardo

Andrango Quishpe Darwin Gilson

Tutor:

Ing. Vásquez Carrera Paco Giovanni M.Sc.

FEBRERO-2021

INTRODUCCIÓN

La presente guía práctica que se encuentra en la operación del diseño de un simulador en entorno virtual Labview con el análisis de variables eléctricas y técnicas de arranque de motores trifásicos, será de gran utilidad para que los docentes y estudiantes respectivamente puedan manipular sin ningún problema, por otro parte evitar cualquier tipo de daños que puede generar al momento de encender todo el sistema automatizado, también tomar las respectivas medidas de seguridad para el manejo de la energía trifásica empleada, de esa manera todo el sistema funcione correctamente.

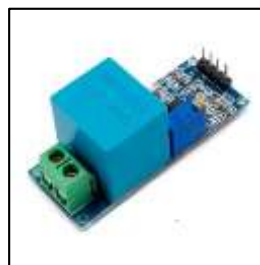
ELEMENTOS, DIAGRAMA DE CONEXIÓN Y FUNCIONAMIENTO.

ELEMENTOS

Arduino Uno



Sensor de voltaje (ZMPT101B)



Sensor de corriente (SCT-013)



Sensor de revoluciones por minuto (encoder)



Relé de estado solido



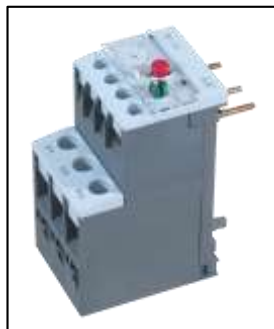
Interruptor



El contactor

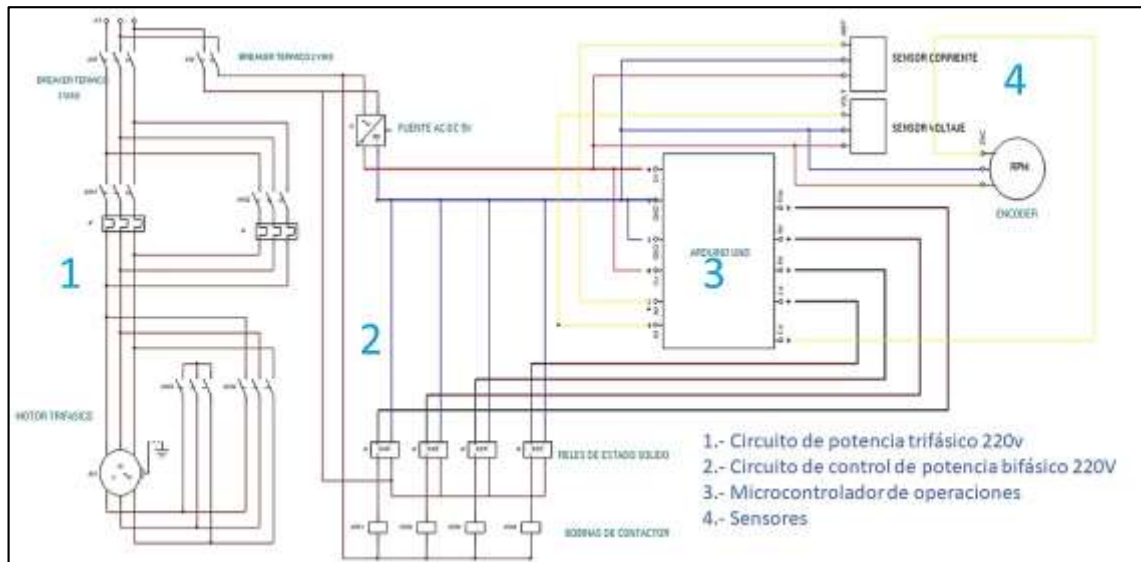


Relé térmico



La fuente de alimentación**Luces pilotos****Caja plástica de protección****Motor trifásico**

DIAGRAMA DE CONEXIÓN



En siguiente diagrama de conexión se detalla paso a paso las conexiones tanto del panel físico como el panel de comunicación.

- Podemos observar el circuito de fuerza donde tenemos un interruptor termomagnético trifásico de tres vías, contamos con un interruptor de dos vías de 220v y 10 amperios, con cuatro contactores el cual la conexión es de la siguiente manera: el contactor KM1 y el contactor KM4 funcionan para el arranque directo, el contactor KM1 y KM3 funcionan para el arranque triángulo y después 3 segundos se desactiva el KM3 y se activa el contactor KM4 provocando el arranque estrella triángulo. Para el inversor de giro se invierte la corriente y con la ayuda del contactor KM2 se puede observar la técnica de arranque.



- Para proteger de sobre cargas de energía y daños al sistema se emplea dos relés térmicos regulados según la potencia del motor en este caso contamos con un motor de 1 HP y 1720 revoluciones por minuto, por esta razón el relé térmico está regulado que salte el protector térmico si la potencia sobre pasa de los 4 HP.

El modulo cuenta con cuatro relés solidos que ayuda a proteger el circuito de comunicación, estos relés actúan con cada uno de los contactores la conexión de la parte de arriba como se observa en la fotografía maneja un voltaje de 0,5 V y de la parte de abajo 220 V, se utiliza este tipo de relés porque aparte de prevenir daños al circuito, este nos ayuda que en el futuro manejemos un voltaje mayor al trifásico.



3. Arduino dispositivo usado para comunicarnos mediante la comunicación serial con el entorno Labview, se divide en dos salidas analógicas y digitales, con las señales digítale se realiza la conexión a los relés sólidos, por otra parte, las salidas analógicas se utilizan para las conexiones de los sensores de voltaje, revoluciones por minuto y corriente



LUCES PILOTO 220 V

Luz piloto color roja: Señala que el sistema esta encendido, en caso de un error este parpadea y tenemos que utilizar en paro de emergencia botón stop que viene incorporado en el diagrama visual grafica de Labview.

Luz piloto color azul: Indica el encendido del motor trifásico utilizando el arranque directo.

Luz piloto color verde: Para la técnica arranque directo inversor de giro la luz piloto verde se enciende

Luz piloto amarilla y azul: Indica el arranque estrella triangulo

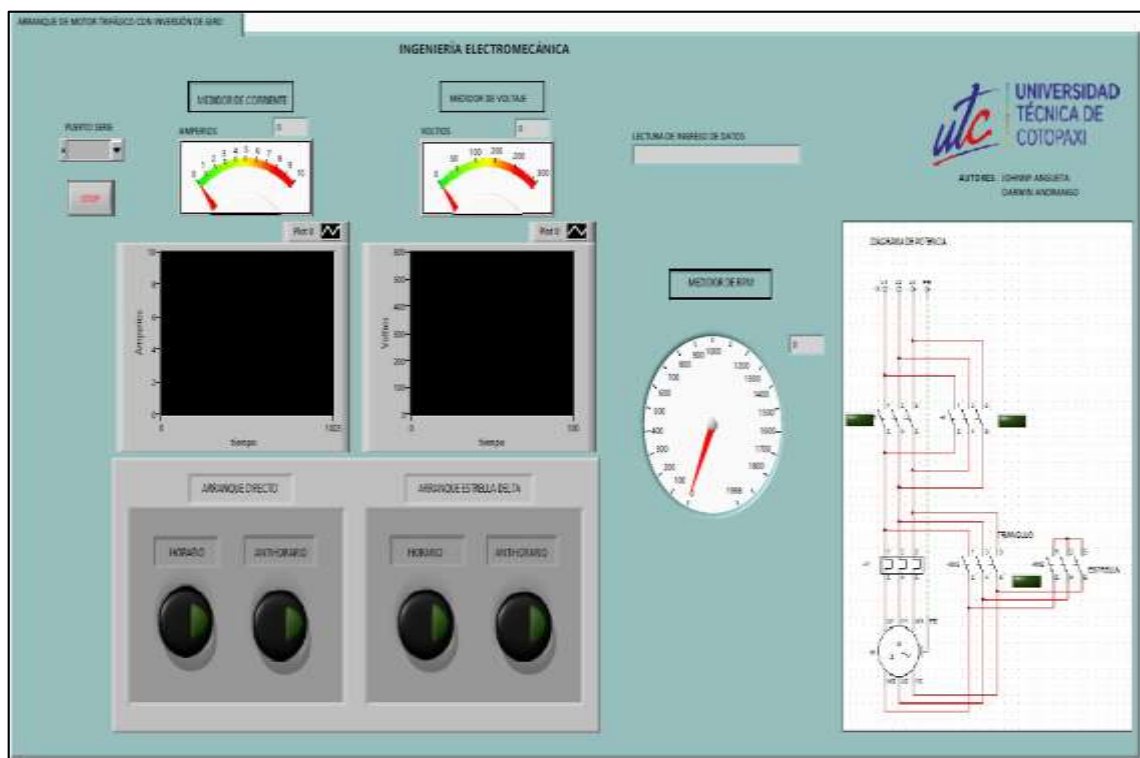
Luz piloto verde amarillo: Indica el arranque estrella triangulo con inversor de giro



OPERACIÓN DEL SISTEMA AUTOMÁTICO

- Se conecta la energía trifásica que se va emplear en el motor, en el sistema de simulación de arranque esta implementado una ficha macho de tres patitas trifásico para mayor seguridad simplemente de conecta en la ficha hembra.
- Se conecta el USB a la computadora este se va comunicar con el arduino y se aplica para todas las técnicas que está programado en el arduino, en el portal grafico Labview seleccionamos que entrada utilizamos.
- Se activa los dos interruptores electromagnéticos la luz piloto roja se enciende y muestra que el sistema está listo para ser ejecutado.

PORTAL VISUAL GRAFICA LABVIEW



El portal visual grafico Labview nos muestra dos pantallas de los sensores de voltaje y de corriente estas pantallas nos indicaran las señales como ondas senoidales con valores en tiempo

real también se puede observar un tacómetro que muestra el resultado del sensor de revoluciones por minuto del motor

En la parte superior izquierda se observa el botón de paro de emergencia y también de la selección de los puertos que nos asigna Labview a la computadora.

Finalmente, para accionar y activar el motor dependiendo de las técnicas se puede observar los pulsadores con cada uno de las técnicas de arranque del motor.

Es muy importante recalcar para este sistema de simulación se maneja este software Labview porque es una herramienta fácil de utilizar, es compacta, comprensible y el manejo de este software es universal ya que todas las industrias, de manufacturación, alimenticia controlan los procesos con este tipo de sistema, en la actualidad el estudiante debe familiarizarse antes de salir al mundo laboral.

REGLAS BÁSICAS DE SEGURIDAD PARA EL MANEJO DEL SISTEMA DE SIMULACIÓN

- Para utilizar el módulo de arranque del motor trifásico el estudiante debe tomar todas las medidas de protección como: guantes, calzados dieléctricos gafas protectoras y un casco
- Se maneja la energía trifásica antes de conectar debe verificar que los dos interruptores se encuentren apagados para no tener problemas de sobrecarga de energía eléctrica.
- Mantener el stand donde se encuentra el modulo en un espacio libre de humedad, luz solar y cualquier líquido que dañe al circuito de conexión tanto el físico y de comunicación.
- Para la comunicación de la computadora hacia el arduino se debe utilizar una computadora de gama media con 8 gigabit de RAM por lo mínimo y un Terabit de disco duro para el simple hecho que el ejecutable del entorno grafico Labview es amplio la lectura.

PRÁCTICA DEL DISEÑO DE UN SIMULADOR EN ENTORNO VIRTUAL LABVIEW CON EL ANÁLISIS DE VARIABLES ELÉCTRICAS Y TÉCNICAS DE ARRANQUE DE MOTORES TRIFÁSICOS

PRÁCTICA: 1

TEMA:

Arranque directo

OBJETIVOS

Objetivo General

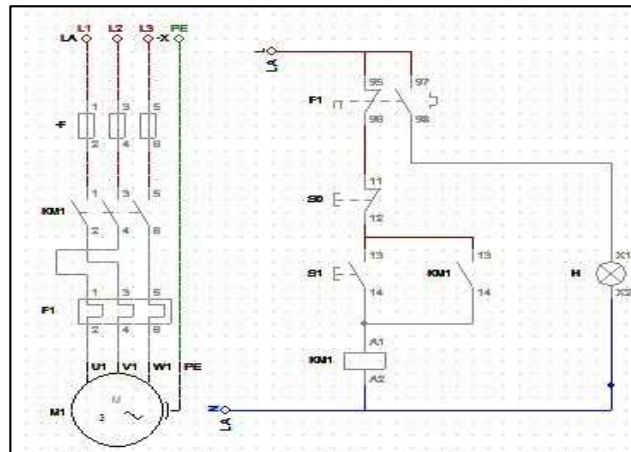
Mostrar el funcionamiento del motor trifásico con el arranque directo mediante el entorno Labview para medir las variables respectivas.

Objetivos específicos

- Detallar las variables que van a ser medidas del motor trifásico ejecutando el arranque directo.
- Ejecutar el portal grafico Labview para simular el arranque del motor trifásico de forma directa.

Arranque directo

Este tipo de arranque es utilizado de manera sencilla para arrancar un motor. Se conecta directamente el motor a la línea de alimentación de corriente, dando origen a la generación de un par electromagnético. Cuando el motor alcanza su máxima velocidad va a desarrollar su máximo par de arranque, limitando la corriente únicamente con la impedancia del motor. Conforme el motor acelera, la corriente disminuye hasta alcanzar la velocidad nominal del motor. El tiempo de equilibrio que tendrá el deslizamiento va a depender de la carga máxima que tendrá el motor, su fricción y la inercia que pueda presentarse (Ronque T, 2018)



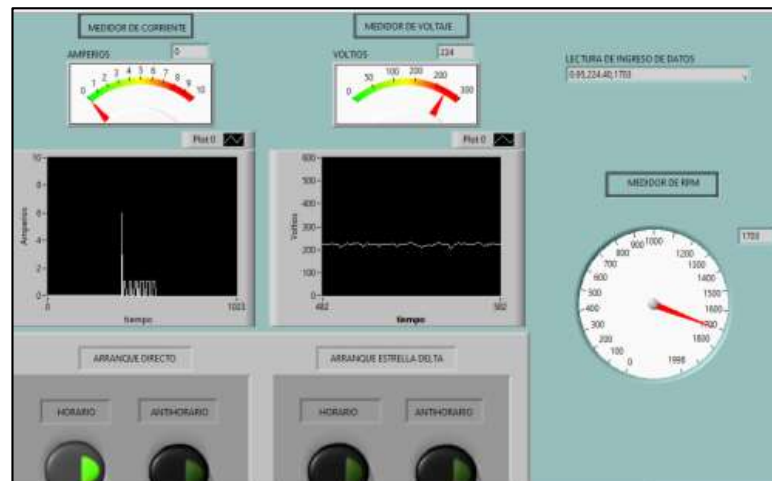
Simulación visual grafica Labview

Para la práctica del arranque directo mediante el entorno virtual Labview se debe seguir los siguientes pasos:

- Con las respectivas normas de seguridad alimentar al sistema de simulación la energía trifásica
- Conectar el USB para comunicación entre la tarjeta arduino con la computadora
- Encender los dos interruptores para el paso de corriente al circuito de conexión
- En el portal visual Labview se tiene dos pantallas que muestra las volares de las variables mediadas como: el voltaje y la corriente, también consta de un tacómetro para las revoluciones por minuto.
- En la inferior del portal grafico tenemos los pulsadores detallado que nos permite encender el motor con las diferentes técnicas

RESULTADO DE LA PRÁCTICA

Como se observa en la gráfica un voltaje de 224 voltios al momento del arranque, el voltaje tiene una mínima variación ya que el motor tiene un hp de potencia y la energía empleada es trifásica, Con respecto a la corriente se observa un pico inicial de corriente de 5 a 7 amperios el arranque directo provoca un pico de corriente alto, el pico existe al inicio del arranque como se observa en la gráfica, después regresa a su estado nominal, también tenemos el parámetro de la velocidad angular las rpm con este tipo de arranque las revoluciones sobre pasa al valor nominal del motor en este caso al momento del arranque las revoluciones sube hasta 1790 rpm aproximadamente.



PRÁCTICA: 2

TEMA:

Arranque Estrella delta

OBJETIVOS

Objetivo General

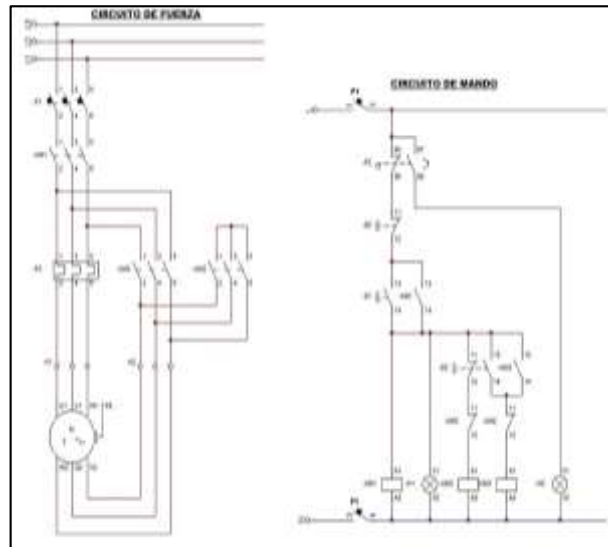
Mostrar el funcionamiento del motor trifásico con el arranque estrella delta mediante el entorno Labview para medir las variables respectivas.

Objetivos específicos

- Detallar las variables que van a ser medidas del motor trifásico ejecutando el arranque estrella delta.
- Ejecutar el portal grafico Labview para simular el arranque del motor trifásico de forma estrella delta.

Arranque estrella triangulo

En este tipo de arranque para poder poner en marcha a un motor se la realiza mediante un intercambio de energía entre los devanados. Los puentes en la caja de bornes se omiten y las 6 conexiones de los devanados se conectarán a la red eléctrica mediante una conmutación llamada estrella-triángulo. En la siguiente figura se puede apreciar el tipo de conexión estrella – triángulo (Ronque T, 2018).



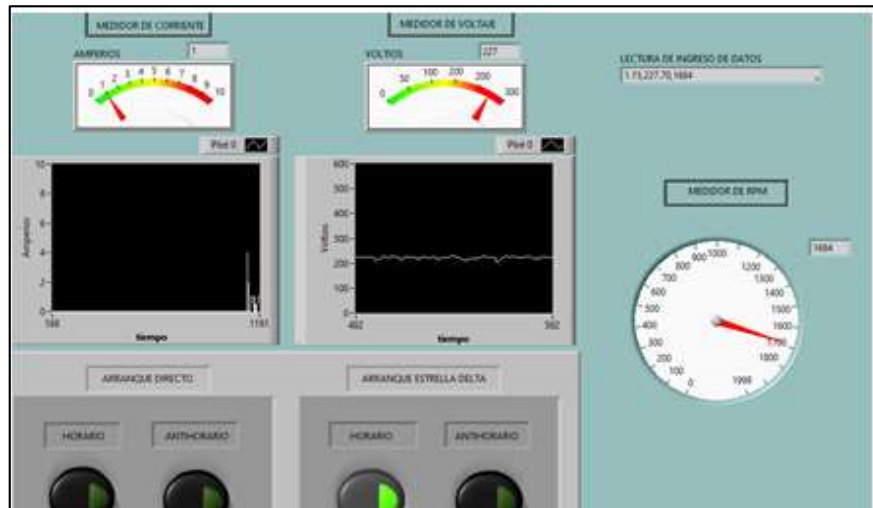
Simulación visual grafica Labview

Para la práctica del arranque directo mediante el entorno virtual Labview se debe seguir los siguientes pasos:

- Con las respectivas normas de seguridad alimentar al sistema de simulación la energía trifásica
- Conectar el USB para comunicación entre la tarjeta arduino con la computadora
- Encender los dos interruptores para el paso de corriente al circuito de conexión
- En el portal visual Labview se tiene dos pantallas que muestra las volares de las variables mediadas como: el voltaje y la corriente, también consta de un tacómetro para las revoluciones por minuto.
- En la inferior del portal grafico tenemos los pulsadores detallado que nos permite encender el motor con las diferentes técnicas

RESULTADO DE LA PRÁCTICA

Se observa un voltaje inicial 217 voltios al momento del arranque, Con respecto a la corriente se observa un pico inicial de 4 a 6 amperios, el arranque estrella delta provoca un pico de corriente medio por la razón que después de 3 segundos cambia de estrella a delta este tipo de arranque es lo usual para mantener la vida útil del motor, el pico solo existe al inicio del arranque como se observa en la gráfica, después regresa a su estado nominal, mientras que la velocidad del motor permanece estable en forma nominal que es 1720 rpm.



PRÁCTICA: 3

TEMA:

Arranque directo inversor de giro

OBJETIVOS

Objetivo General

Mostrar el funcionamiento del motor trifásico con el arranque directo inversor de giro delta mediante el entorno Labview para medir las variables respectivas.

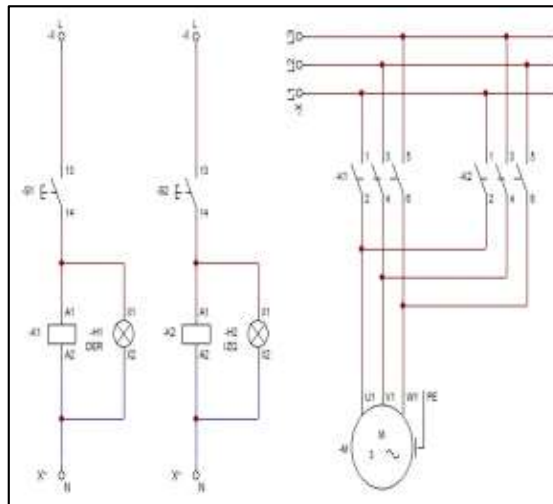
Objetivos específicos

- Detallar las variables que van a ser medidas del motor trifásico ejecutando el arranque directo inversor de giro.
- Ejecutar el portal gráfico Labview para simular el arranque directo inversor giro del motor trifásico.

Arranque directo inversor de giro

Los motores asíncronos trifásicos son manejados en una gran cantidad de aplicaciones en la industria. Al utilizar un equipo o máquina para subir o bajar una carga o desplazar atrás o adelante un puente grúa son sólo algunos pocos ejemplos (Ernesto T, 2015).

En estos procedimientos o mecanismos es muy común tener que controlar el sentido de giro del motor, para poder seleccionar la dirección que se mueve el mecanismo que tiene bajo su control (Ernesto T, 2015).



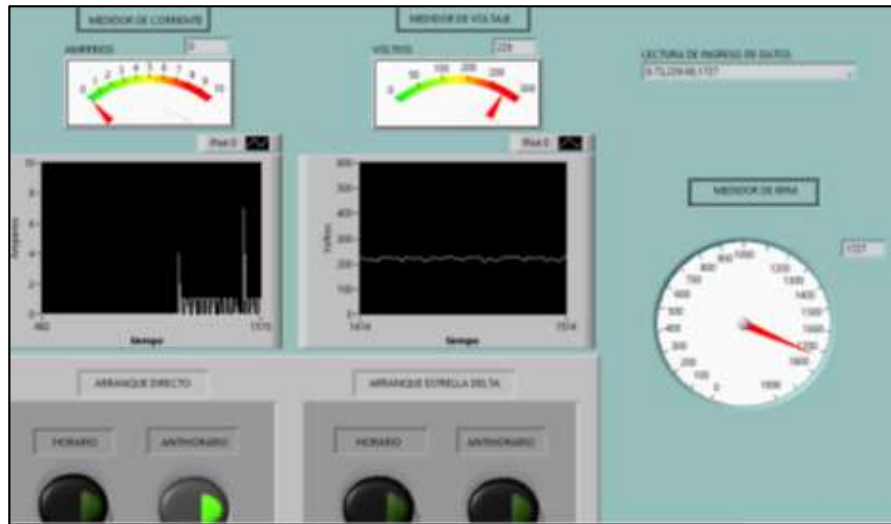
Simulación visual grafica Labview

Para la práctica del arranque directo mediante el entorno virtual Labview se debe seguir los siguientes pasos:

- Con las respectivas normas de seguridad alimentar al sistema de simulación la energía trifásica
- Conectar el USB para comunicación entre la tarjeta arduino con la computadora
- Encender los dos interruptores para el paso de corriente al circuito de conexión
- En el portal visual Labview se tiene dos pantallas que muestra las volares de las variables mediadas como: el voltaje y la corriente, también consta de un tacómetro para las revoluciones por minuto.
- En la inferior del portal grafico tenemos los pulsadores detallado que nos permite encender el motor con las diferentes técnicas

RESULTADO DE LA PRÁCTICA

Se observa un voltaje de entrada de 225 voltios y se mantiene estable, el voltaje tiene una mínima variación, Con respecto a la corriente se observa un pico inicial de corriente de 6 a 8 amperios la variación es notoria por el simple hecho de que el motor actúa con toda potencia provocando un pico de corriente alto, en el caso del arranque directo con inversor de giro las revoluciones sobrepasan el valor nominal del motor hasta 1775.



Anexo 8: Certificación del antiplagio del URKUND



Document Information

Analyzed document	TESIS ANDRANGO DARWIN-ANGUETA JOHNNY.docx (D97674567)
Submitted	3/9/2021 1:11:00 AM
Submitted by	PACO VASQUEZ
Submitter email	paco.vasquez@utc.edu.ec
Similarity	6%
Analysis address	paco.vasquez.utc@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / Tesis Liliana Chacha.docx Document Tesis Liliana Chacha.docx (D64734770) Submitted by: paco.vasquez@utc.edu.ec Receiver: paco.vasquez.utc@analysis.arkund.com		7
W	URL: https://core.ac.uk/download/pdf/198122373.pdf Fetched: 12/5/2020 10:00:22 PM		7
SA	César apunte Informe Práctica .docx Document César apunte Informe Práctica .docx (D64489172)		2
W	URL: https://docplayer.es/93116873-La-version-digital-de-esta-tesis-esta-prottegida-por-... Fetched: 11/22/2020 8:39:10 AM		2
W	URL: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0172_ME.pdf Fetched: 3/9/2021 1:12:00 AM		1
W	URL: https://www.ecured.cu/Arranque_de_motores_el%C3%A9ctricos Fetched: 3/9/2021 1:12:00 AM		2
SA	Sánchez Galindo Ricardo Alberto.docx Document Sánchez Galindo Ricardo Alberto.docx (D33476652)		1