



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**CARRERA INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**PROPUESTA TECNOLÓGICA**

**ANÁLISIS DEL ARRANQUE EN MOTORES JAULA DE ARDILLA TRIFÁSICOS,  
CONTROLADOS POR UN LOGO DE MANERA LOCAL Y REMOTA**

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico en  
Sistemas de Eléctricos de Potencia

**Autores**

Galeas Cadena Kevin Jhoel

Tipan Chanaluisa Pamela Belen

**Tutor Académico:**

PhD. Marrero Ramírez Secundino

LATACUNGA - ECUADOR

Marzo - 2022



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

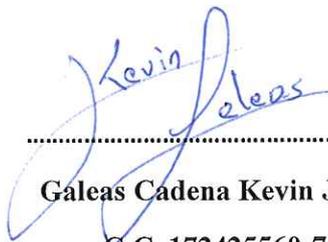


Ingeniería  
Eléctrica

## DECLARACION DE AUTORIA

Nosotros **GALEAS CADENA KEVIN JHOEL** y **TIPAN CHANALUISA PAMELA BELEN** declaramos ser autores del presente proyecto tecnológico: “**ANÁLISIS DEL ARRANQUE EN MOTORES JAULA DE ARDILLA TRIFÁSICOS, CONTROLADOS POR UN LOGO DE MANERA LOCAL Y REMOTA**”, siendo el **PhD. Marrero Ramírez Secundino** el tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

  
.....  
**Galeas Cadena Kevin Jhoel**  
C.C. 172425560-7

  
.....  
**Tipan Chanaluisa Pamela Belen**  
C.C. 1724572092



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi



Ingeniería  
Eléctrica

## AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo Tecnológico sobre el título:

**“ANÁLISIS DEL ARRANQUE EN MOTORES JAULA DE ARDILLA TRIFÁSICOS, CONTROLADOS POR UN LOGO DE MANERA LOCAL Y REMOTA”** de **GALEAS CADENA KEVIN JHOEL** y **TIPAN CHANALUISA PAMELA BELEN**, de la carrera de Ingeniería Eléctrica, 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 la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, marzo 2022

El Tutor

PhD. Marrero Ramírez Secundino  
CC. 1757107907

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe Tecnológico 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: **Galeas Cadena Kevin Jhoel** y **Tipan Chanaluisa Pamela Belen** con el título de Proyecto de titulación “ANÁLISIS DEL ARRANQUE EN MOTORES JAULA DE ARDILLA TRIFÁSICOS, CONTROLADOS POR UN LOGO DE MANERA LOCAL Y REMOTA” 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.

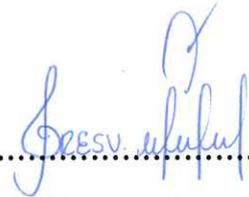
Latacunga, marzo 2022

Para constancia firman:



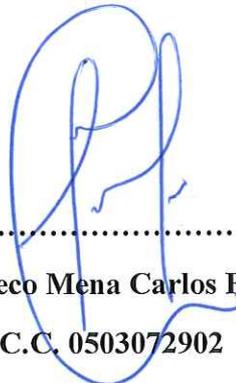
.....  
**Ing. León Segovia Marco Anibal**

**C.C. 0502305402**



.....  
**Ing. Suárez Vinueza Rommel Eusebio**

**C.C. 1804165353**



.....  
**Ing. Pacheco Mena Carlos Francisco**

**C.C. 0503072902**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe Tecnológico 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: **Galeas Cadena Kevin Jhoel** y **Tipan Chanaluisa Pamela Belen** con el título de Proyecto de titulación “ANÁLISIS DEL ARRANQUE EN MOTORES JAULA DE ARDILLA TRIFÁSICOS, CONTROLADOS POR UN LOGO DE MANERA LOCAL Y REMOTA” 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.

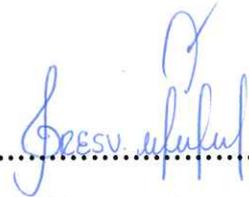
Latacunga, marzo 2022

Para constancia firman:



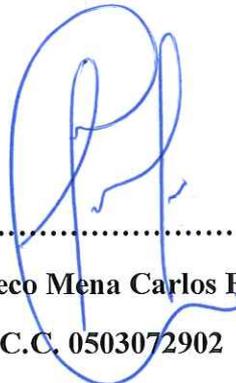
.....  
**Ing. León Segovia Marco Anibal**

**C.C. 0502305402**



.....  
**Ing. Suárez Vinueza Rommel Eusebio**

**C.C. 1804165353**



.....  
**Ing. Pacheco Mena Carlos Francisco**

**C.C. 0503072902**

## **AGRADECIMIENTO**

El principal agradecimiento a Dios que me dio salud y sabiduría, ya que, siempre me mostró el camino del bien y me ha dado la fortaleza de seguir adelante.

Gracias a mis padres por ser los principales promotores de este sueño, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que han inculcado en mí, que con su amor y sabiduría han sabido guiarme para ser una mejor persona cada día, por darme su confianza para demostrar que con esfuerzo y sacrificio se puede lograr todo lo propuesto, además de su apoyo incondicional a lo largo de mi trayectoria estudiantil.

A mis maestros, por sus enseñanzas y consejos brindados durante estos años para poder demostrar mi potencial y a su vez desarrollarme profesionalmente.

Finalmente quiero agradecer a toda mi familia, amigos y personas especiales por apoyarme cuando más los necesito, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, de verdad mil gracias siempre los llevo en mi corazón.

*Kevin Galeas*

## **AGRADECIMIENTO**

El presente trabajo tecnológico lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser sus hijas, son los mejores padres

A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañarme y por el apoyo moral, que nos brindaron a lo largo de esta etapa de nuestras vidas.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos Ing Marco León, Ing Carlos Pacheco, Ing Rommel Suarez por ser guías en este proyecto y al tutor PhD Secundino Marrero.

*Pamela Tipan*

## **DEDICATORIA**

Este trabajo lo dedico con todo mi amor y cariño a mi querida Madre Fanny Cadena que ha sabido formarme con buenos sentimientos, modales y hábitos, lo cual me ha ayudado a seguir adelante en los momentos más difíciles, quien con su sacrificio y esfuerzo logró que este sueño se haga realidad, por creer en mi capacidad, y brindarme en todo momento su comprensión, cariño y amor, por ser la mujer que siempre ha estado en todas mis batallas y que desde muy pequeño me enseñó a luchar por todo lo que yo quería.

A mi Padre Jesús Galeas y a mi segunda Madre Yasmína Lóor, que inculcaron en mí los valores necesarios, los cuales me han llevado a ser una persona de bien, por enseñarme que, con humildad, respeto y perseverancia se puede llegar muy lejos en la vida, ya que a pesar de mis tropiezos siempre se sintieron orgullosos de la persona en la que me estaba convirtiendo, por haberme motivado y dado el valor de siempre enfrentar cada dificultad, por mostrarme que cada sacrificio trae consigo una recompensa y una experiencia de la cual se puede aprender, sobre todo por saber lidiar conmigo y siempre ayudarme a encontrar una solución a cada problema y obstáculo que se ha cruzado en mi camino.

En especial quiero dedicar este triunfo a mis hermanas y sobrinos porque son la razón de sentirme tan orgulloso de culminar mis estudios, ya que son un pilar fundamental en mi vida, gracias por confiar siempre en mí. Y sin dejar atrás a toda mi familia, abuelitos, tíos, hermanos y primos que han sido parte de mi vida y por permitirme ser parte de su orgullo.

Por último, quiero dedicar este logro a las pocas personas a las cuales puedo llamar Amigos, ya que desde hace muchos años hemos estado juntos y hemos visto el crecimiento personal de cada uno de nosotros, que los aprecio mucho por jamás darme la espalda, por brindarme de su apoyo cuando más los necesitaba y por estar conmigo en aquellos días que nadie más estaba.

*Kevin Galeas*

## **DEDICATORIA**

A Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y su mano de fidelidad y amor han estado conmigo hasta el día de hoy. A mis padres Milton Tipan y Nancy Chanaluisa, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanos Jimmy, Anabel, Valeria y Kevin por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.

A toda mi familia Tipan Chanaluisa porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todas mis amigas, por apoyarme cuando más las necesito, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, de verdad mil gracias familia, siempre las llevo en mi corazón.

***Pamela Tipan***



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

### FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS

**Tema: “Análisis del arranque en motores jaula de ardilla trifásicos, controlados por un logo de manera local y remota”**

#### **Autores**

Galeas Cadena Kevin Jhoel  
Tipan Chanaluisa Pamela Belen

#### **RESUMEN**

La presente propuesta tecnológica sobre el análisis del arranque de dos motores jaula de ardilla trifásico, controlados por un logo de manera local y remota, con el enfoque principal en los diferentes tipos de arranque de manera experimental, definiendo las curvas de dispersión V- I en el uso de un motor eléctrico trifásico, entre los requerimientos para los diferentes tipos de arranque, se acoplan las características según el motor lo requiera, para esto se requiere una minuciosa medición de corriente en cada fase obteniendo resultados que se analizaron con la metodología analítica, entregando un análisis que conlleva al control en la interpretación de datos obtenidos en cada sistema, y tabulados con los respectivos costos que estos representan en el disparo de arranque. En la industria el 60 % es consumida en motores eléctricos, ante este método experimental se trata de representar el costo en el pico de arranque con respecto al pliego tarifario representando en Ecuador su potencia absorbida y el uso adecuado al monitorear el estándar en redes, dando así el análisis de señal para cada arranque como se puede observar en las figuras que describe curvas de dispersión de corriente en cuestión de segundos, guiados por el analizador de redes el variador de frecuencia es el método más eficaz en los diferentes arranques de los motores eléctricos trifásicos extendiendo la vida útil de los componentes mecánicos.

Finalmente utilizando instrumentos de análisis y complementándolo con prácticas, se analizó en los diferentes tipos de arranques el costo de hasta el 45% menos con respecto al arranque directo, esto por cada kW/seg a 0,08\$ (dólar) consumo por pico de arranque representado por el pliego tarifario año 2020 usando el variador de frecuencia, las desventajas que trae el arranque con variador, es la inversión en el instrumento tecnológico a largo plazo el consumo es retribuido al valor inicial.

**Palabras clave:** análisis, funcionamiento, rendimiento, tecnología



## COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES FACULTY

**THEME:** "Analysis of starting in three-phase squirrel cage motors, locally and remotely controlled by a logo"

**Authors:**

Galeas Cadena Kevin Jhoel

Tipan Chanaluisa Pamela Belen

### ABSTRACT

The present technological proposal on the analysis of the starting of two three-phase squirrel cage motors, controlled for a logo locally and remotely, with the main focus on the different types of starting experimentally, defining the V- I dispersion curves in the use of a three-phase electric motor, among the requirements for the different types of starting, The characteristics are coupled as required by the motor, this requires a thorough measurement of current in each phase obtaining results that were analyzed with the analytical methodology, providing an analysis that leads to the control in the interpretation of data obtained in each system, and tabulated with the respective costs that these represent in the starting shot. In the industry 60% is consumed in electric motors, before this experimental method is to represent the cost in the startup peak with respect to the tariff sheet representing in Ecuador its absorbed power and the proper use when monitoring the standard in networks, thus giving the signal analysis for each startup as can be seen in the figures that describes current dispersion curves in a matter of seconds, guided by the network analyzer the frequency converter is the most effective method in the different startups of three-phase electric motors extending the life of the mechanical components.

Finally using analysis tools and complementing it with practices, it was analyzed in the different types of starts the cost of up to 45% less with respect to the direct start, this for each kW/sec at \$ 0.08 (dollar) consumption per start peak represented by the tariff schedule year 2020 using the frequency inverter, the disadvantages that brings the start with inverter, is the investment in the technological instrument in the long term the consumption is repaid to the initial value.

Key words: analysis, operation, performance, technology.



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

## *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 al idioma inglés de la propuesta tecnológica cuyo título versa: **“ANÁLISIS DEL ARRANQUE EN MOTORES JAULA DE ARDILLA TRIFÁSICOS, CONTROLADOS POR UN LOGO DE MANERA LOCAL Y REMOTA”** presentado por: **Galeas Cadena Kevin Jhoel y Tipan Chanaluisa Pamela Belen**, egresados de la Carrera de: **Ingeniería Eléctrica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

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

Latacunga, marzo 2022

Atentamente,



Primo, electrónicamente por:  
**WILMER PATRICIO  
COLLAGUAZO VEGA**



CENTRO  
DE IDIOMAS

Mg. C. Collaguazo Vega Wilmer Patricio

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS

C.C. 1722417571

## INDICE DE CONTENIDO

1.	INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2.	INTRODUCCIÓN .....	2
2.1.	EL PROBLEMA.....	2
2.1.1.	Situación Problémica: .....	2
2.1.2.	Formulación del Problema:.....	2
2.2.	Objeto de campo de acción.....	2
2.2.1.	Campo de acción.....	2
2.3.	BENEFICIARIOS .....	2
2.3.1.	Beneficiarios directos .....	2
2.3.2.	Beneficiarios indirectos .....	2
2.4.	JUSTIFICACIÓN .....	3
2.5.	HIPÓTESIS .....	4
2.6.	OBJETIVOS .....	4
2.6.1.	General.....	4
2.6.2.	Específicos .....	4
2.7.	SISTEMAS DE TAREAS .....	4
3.	Marco conceptual.....	6
3.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	6
3.2.	EL MOTOR TRIFÁSICO .....	7
3.2.1.	Corriente eléctrica de arranque .....	7
3.3.	La utilización de los motores eléctricos.....	8
3.3.1.	¿Cómo funciona un motor eléctrico?.....	8
3.3.2.	Motores de corriente directa (o continua).....	8
3.3.3.	Motores de corriente alterna. ....	9
3.3.4.	Deslizamiento de la eficiencia energética.....	9
3.3.5.	Pérdidas de energía y su clasificación. ....	9
3.3.6.	Aislamiento del motor .....	9
3.3.7.	La gestión eficiente de los motores eléctricos .....	10
3.3.8.	Reemplazo de motores sobredimensionados .....	11
3.3.9.	Fallas en motores eléctricos .....	11
3.4.	Arranque de motores trifásicos jaula de ardilla. ....	12
3.4.1.	Funciones y constitución de los arrancadores .....	13

3.4.2.	Arranque de los motores asíncronos trifásicos .....	13
3.4.3.	Arranques de motores trifásicos de manera local .....	14
4.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	18
4.1.	Métodos de investigación. ....	18
4.2.	MATERIALES Y HERRAMIENTAS .....	19
4.2.1.	Software Logo Soft Comfort 8.3 .....	19
5.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	33
5.1.	ASPECTOS DE SEGURIDAD .....	34
5.1.1.	Herramientas eléctricas portátiles.....	34
5.1.2.	Procedimiento realizado en la práctica de motores trifásicos.....	34
5.1.3.	Condiciones de funcionamiento .....	35
5.1.4.	Factores que influyen en el riesgo eléctrico .....	35
5.1.5.	Protección contra contactos eléctricos directos .....	36
5.1.6.	Protección contra contactos eléctricos indirectos .....	37
5.2.	Listado de equipos en funcionamiento y comprobación de equipos. ....	37
5.3.	Arranques de prueba en motores trifásicos jaula de ardilla.....	47
5.4.	Descripción de las curvas de dispersión desarrolladas para cada arranque de manera local.....	51
5.4.4.	Picos de voltajes efectuado en cada arranque trifásico sin carga de manera local .....	58
5.5.	Descripción de las curvas de dispersión desarrolladas para cada arranque de manera remota. ....	62
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	71
6.1.	CONCLUSIONES .....	71
7.	Bibliografía .....	72
8.	Anexos .....	75

**INDICE DE FIGURAS**

Figura 3.1. Motor trifásico asincrónico [1].....	7
Figura 3.2. Placa de características en motores eléctricos [1]. .....	7
Figura 3.3. Motores eléctricos conectados a un compresor de refrigeración y a bombas centrifugas [6].....	8
Figura 3.4. Curva de desempeño de un motor de 25 HP [13]. .....	11
Figura 3.5. Principales fallas en máquinas eléctricas [14].....	12
Figura 3.6. Medidas de prevención para evitar fallos en una maquina trifásica [14].....	12
Figura 3.7. Diagrama de fuerza Arranque Directo para motores eléctricos[18]. .....	14
Figura 3.8. Configuración del arranque estrella –delta en motores eléctricos [19]. .....	15
Figura 3.9. Esquema de conexión al variador de frecuencia [20]. .....	16
Figura 3.10. Deceleración progresiva y para frenada [21]. .....	17
Figura 3.11. Medidas que se toma en cuenta para manipular un variador de frecuencia [22].	17
Figura 3.12. Circuito en un variador de frecuencia [22].....	18
Figura 4.13. Logo y sus integrados de funcionamiento [23]. .....	19
Figura 4.14 Disponibilidad de las aplicaciones y variantes de las configuraciones [23]. .....	20
Figura 4.15. Logo Basic 230 RC y sus partes principales [25]. .....	20
Figura 4.16. Logo y sus partes vistas de manera posterior [25]. .....	21
Figura 4.17. Descripción de los principales componentes en un Logo [25].....	21
Figura 4.18. Símbolo del contactor.....	23
Figura 4.19. Principales factores para elegir un contactor [27].....	23
Figura 4.20. Principales partes del contactor [28]. .....	24
Figura 4.21. Relé desactivado [30]. .....	25
Figura 4.22. Relé Activado [30]. .....	26
Figura 4.23. Guardamotors MPW16 / MPW12_S - Características Generales [31]. .....	26
Figura 4.24. Color rojo de forma de cabeza de hongo, el cual es presionado de manera manual [32].....	28
Figura 4.25 Bloques de Contactos Temporizados para contactores [33]. .....	29
Figura 4.26. Rotor jaula de ardilla [34]. .....	29
Figura 4.27. Rotor de doble jaula y ranuras profunda [34]. .....	30
Figura 4.28. Corte del motor de inducción con rotor jaula de ardilla [35]. .....	31
Figura 4.29 .Colocación de los adhesivos para las entradas de tensión y corriente [36].....	31
Figura 4.30. Conexión del analizador a un sistema de distribución trifásico [36]. .....	32

Figura 4.31. Configuración VDF- Panel [37].	32
Figura 4.32. Configuración VDF-Comunicación RS485 [37].	33
Figura 5.33 Procedimiento para comprobación de equipos [38].	33
Figura 5.34. Principios en los que se basan [41].	37
Figura 5.35. Medida de la resistencia de un conductor de protección [42].	38
Figura 5.36. Esquema LADDER de arranque directo [44].	47
Figura 5.37. Arranque inversión de giro en motores trifásicos [45].	48
Figura 5.38. Esquema de fuerza inversión de giro trifásico [45].	48
Figura 5.39. Conexión de un motor en triángulo y en estrella mediante plaquetas [46].	49
Figura 5.40. Circuito de fuerza estrella triángulo [46].	49
Figura 5.41. Esquema de la conexión de un arrancador suave usando el variador de frecuencia [47].	50
Figura 5.42. Arranque suave aumenta de forma progresiva la tensión aplicada al motor [47].	50
Figura 5.43. Esquema del conexionado unifilar en el variador de frecuencia [47].	51
Figura 5.44. Arranque trifásico directo de manera local en función del tiempo en segundos y la corriente (I).	53
Figura 5.45. Picos de voltaje representados por las tres líneas en PowerLog.	54
Figura 5.46. Arranque trifásico estrella triángulo de manera local en función del tiempo en segundos y la corriente (I).	55
Figura 5.47. Señales en el pico de corriente respecto a la media realizada en Power Log.	56
Figura 5.48. Arranque trifásico con variador de frecuencia de manera local en función del tiempo en segundos y la corriente (I).	57
Figura 5.49. Arranque trifásico de manera local en función del tiempo en segundos y el voltaje en la línea AB (V).	58
Figura 5.50. Arranque trifásico de manera local en función del tiempo en segundos y el voltaje en la línea BC (V).	59
Figura 5.51. Arranque trifásico de manera local sin carga en función del tiempo en segundos y el voltaje en la línea CA (V).	59
Figura 5.52. Pico en la corriente de arranque directo de manera local.	60
Figura 5.53. Pico de Corriente en arranque estrella- triángulo de manera local.	60
Figura 5.54. Pico de Corriente con variador de frecuencia de manera local.	61
Figura 5.55. Datos extraídos del Software Power Log.	62

Figura 5.56. Arranque trifásico directo de manera remota en función del tiempo en segundos y la corriente (I). .....	63
Figura 5.57. Arranque trifásico estrella triángulo de manera remota en función del tiempo en segundos y la corriente (I). .....	65
Figura 5.58. Arranque trifásico usando el variador de frecuencia a manera remota en función del tiempo en segundos y la corriente (I). .....	66
Figura 5.59. Arranque trifásico de manera remota en función del tiempo en segundos y el voltaje (V) en la fase AB. ....	67
Figura 5.60. Arranque trifásico de manera remota en función del tiempo en segundos y el voltaje (V) en la fase BC. ....	67
Figura 5.61. Arranque trifásico de manera remota en función del tiempo en segundos y el voltaje (V) en la fase CA. ....	68
Figura 5.62. Representación del pico en corriente directa de forma remota. ....	68
Figura 5.63. Representación del pico en configuración estrella - triángulo de forma remota. .	69
Figura 5.64. Pico de corriente usando variador de frecuencia en forma remota. ....	70

**INDICE DE TABLAS**

Tabla 3.1. Características de los motores comerciales de inducción de jaula de ardilla de acuerdo con la clasificación en letras NEMA [10].....	10
Tabla 4.2. Listado de elementos utilizados.....	22
Tabla 4.3. Categoría de empleo de los contactares, según el tipo de corriente y aplicación[29].....	24
Tabla 4.4. Características de las partes del guardamotor como como instrumento de protección [31].....	27
Tabla 5.5 Efectos de la corriente según su intensidad [41] .....	36
Tabla 5.6. Descripción de potencia del breaker principal. ....	38
Tabla 5.7. Breakers para circuitos de control y potencia.....	38
Tabla 5.8. Breakers para entradas del PLC logo. ....	39
Tabla 5.9. Características del voltímetro y amperímetro analógico. ....	39
Tabla 5.10 Fuente conmutada corriente y voltaje.....	40
Tabla 5.11. Modelos de los temporizadores on elay. ....	40
Tabla 5.12. Características del controlador de temperatura digital. ....	40
Tabla 5.13. Características que contiene la cámara de simulación térmica.....	41
Tabla 5.14. Característica del instrumento de protección relé de estado sólido.....	41
Tabla 5.15. Potencia y continuidad en el guardamotor. ....	42
Tabla 5.16. Descripción y modelo final de carrera.....	42
Tabla 5.17. Descripción del pulsador al paso de la corriente eléctrica.....	42
Tabla 5.18. Colores de luces piloto [43].....	43
Tabla 5.19. Paro de emergencia.....	43
Tabla 5.20. Contactor bobina a 110 V. ....	43
Tabla 5.21. Contactores bobina a 220 V.....	44
Tabla 5.22. PLC LOGO Siemens. ....	45
Tabla 5.23. Características del variador de frecuencia. ....	45
Tabla 5.24. Características de os relés o contactores auxiliares. ....	46
Tabla 5.25. Relé Auxiliar De Bobina A 220V.....	46
Tabla 5.26. Porcentaje de tablas corriente y voltaje en arranques trifásicos .....	61
Tabla 5.27. Porcentaje de tablas corriente y voltaje en arranques trifásicos de forma remota. ....	70

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

**Título:**

Análisis del arranque en motores jaula de ardilla trifásicos, controlados por un logo de manera local y remota.

**Fecha de inicio:**

Octubre del 2021

**Fecha de finalización:**

Marzo del 2022

**Lugar de ejecución:**

Latacunga

**Facultad que auspicia:**

Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas “CIYA”.

**Carrera que auspicia:**

Ingeniería en Electricidad

**Proyecto de vinculación vinculado:**

Módulo experimental para simular procesos de control industrial.

**Equipo de trabajo:**

Tutor: PhD. Marrero Ramírez Secundino

Estudiantes: Galeas Cadena Kevin Jhoel

Tipan Chanaluisa Pamela Belen

**Área de conocimiento:**

07 Ingeniería, Industria y Construcción / 071 Ingeniería y Profesiones Afines / 0713

Electricidad y Energía.

**Línea de investigación:**

Energías Alternativas y Renovables, Eficiencia Energética y

Protección Ambiental.

**Sublíneas de investigación de la carrera:**

Control y sistemas inteligentes.

## **2. INTRODUCCIÓN**

### **2.1. EL PROBLEMA**

#### **2.1.1. Situación Problémica:**

Se presenta el tema de motores eléctricos, con base teórica que incluye su clasificación, funcionamiento y variables de selección, así como las diferentes aplicaciones en el ámbito de la ingeniería, la cual permite una interacción física con una formación técnica respecto a las variables de funcionamiento, arranque, control y protección de motores eléctricos.

Según esta instrucción los motores de potencias superiores a 0,75 kW que no cumplan unas determinadas relaciones de intensidades han de disponer de un sistema de arranque que disminuya esa relación, voltaje y corriente en el momento de arranque para motores que no cumpla esta relación puede que se tengan que sobredimensionar tanto protecciones como líneas eléctricas se poseen diferentes técnicas en los temas relacionados con los motores eléctricos.

En el arranque directo es la manera más simple de arrancar un motor de jaula de ardilla a la red que bajo tensión reducida la variación de la tensión de alimentación tiene corriente de arranque que varía proporcionalmente a la tensión de alimentación y el par de arranque varía proporcionalmente al cuadrado de la tensión de alimentación.

#### **2.1.2. Formulación del Problema:**

¿Cómo se puede alcanzar la eficiencia que requiere un motor al momento de arranque tomando como referencia la lectura en picos de corriente?

### **2.2. Objeto de campo de acción**

Arranques en los motores trifásicos.

#### **2.2.1. Campo de acción**

Automatización y control.

### **2.3. BENEFICIARIOS**

#### **2.3.1. Beneficiarios directos**

Sector empresarial/productivo de en la mayoría de los accionamientos se prevén motores trifásicos, en Latacunga se cuenta con 21 industrias principales.

#### **2.3.2. Beneficiarios indirectos**

Sector residencial

## 2.4. JUSTIFICACIÓN

El presente documento se redacta con el objetivo de vincularlo a la temática de los diferentes arranques de motores trifásicos “control y automatización” que se aplican al mismo durante el suministro de tensión a un motor, la aplicación en motores asíncronos en la industria es muy amplia en el espacio tecnológico que requieran un momento de torsión constante en toda la variedad de velocidad, la corriente requerida es considerable y puede provocar una caída de tensión que afecte al funcionamiento de los elementos receptores limitando la relación entre la corriente de arranque y la nominal de acuerdo con la potencia del motor acoplado a la red por lo que es importante conocer cuáles son las características electromecánicas de los motores de alta eficiencia, sus ventajas y las limitaciones que pueden presentar en su aplicación.

Desarrollando prácticas en arranque para motores eléctricos trifásicos con el apoyo de tecnología electrónica hará que se mantenga un eficiente rendimiento durante el proceso de conexiones, el control de motores también tiene la participación de controles principales como el variador de frecuencia que permite la rectificación de corriente, voltaje y control de velocidad que al ser efectuada por el motor se notara diferentes comportamientos en el arranque al inicio durante y después, con el uso del analizador de redes se interpretaran resultados a partir graficas cruciales en el monitoreo de los diferentes arranques empleados en motores trifásicos.

El interés por lo cual se ha elegido este tema de investigación es por los requerimientos que se dan a medida que la tecnología se desarrolla en el campo en la industria y el control de motores considerando mitigar los picos en el arranque por dos métodos distintos, el primero es seguir el camino por el que la mejoría se logra principalmente a base de adicionar materiales empleando tecnologías más caras como el variador de frecuencia efectuando un arranque suave, el segundo es realizando una configuración en el diseño del arranque como la configuración estrella triángulo, la diferencia entre los dos enfoques es que en el primer caso la mejoría se logra modificando un diseño existente, mientras que en el segundo caso se obtienen configuraciones que no se fijan en la relación eficiencia frente a costos totales durante la vida útil del equipo, y solo ven el bajo costo inicial.

Finalmente, se dará solución a los problemas que se encuentren, dando alternativas en el uso de los diferentes tipos de arranques en motores trifásicos sometidos a cargas y a su vez permitir su correcto funcionamiento en la industria.

## 2.5.HIPÓTESIS

Si se realiza el análisis de los sobre picos de corriente en los diferentes tipos de arranques, se podrá determinar un arranque de eficiencia para la industria, controlando los picos y la base técnica económica referente a cada arranque.

## 2.6. OBJETIVOS

### 2.6.1. General.

Analizar el arranque de motores jaula de ardilla trifásicos, controlados por un logo de manera local y remota.

### 2.6.2. Específicos

- Revisar el estado del arte, acerca de los tipos de control para el arranque de motores jaula de ardilla utilizados en las industrias.
- Determinar las curvas de dispersión V – I en cada uno de los diferentes tipos de arranques en motores trifásicos.
- Evaluar los resultados del comportamiento de los diferentes tipos de arranques en motores trifásicos de manera local y remota.
- Desarrollar el análisis técnico y económico en arranques usados para motores trifásicos jaula de ardilla de manera local y remota.

## 2.7. SISTEMAS DE TAREAS

Objetivos	Actividades (tareas)	Resultados esperados	Técnicas, Medios e Instrumentos
- Revisar el estado del arte, acerca de los tipos de control para el arranque de motores jaula de ardilla utilizados en las industrias	- Investigación de los diferentes componentes tecnológicos involucrados  - Corroborar información de los componentes actuales	- Información, definición, unidades, y antecedentes	- Fuentes bibliográficas, libros, artículos,  - Tesis de grado

<p>-Determinar las curvas de dispersión V – I en cada uno de los diferentes tipos de arranques en motores trifásicos</p>	<p>-Desarrollo de las diferentes simulaciones en los softwares. (CADESIMU &amp; LOGO SOFT CONFORT 8.3)  -Conexiones de los circuitos en el tablero de control industrial</p>	<p>-Datos de V, I, a partir del tiempo de arranque de los motores.</p>	<p>-Aplicación de conocimientos en conexiones industriales.  - Analizador de redes  - Logo V8.3  - Variador de frecuencia.  - Laboratorio de control industrial</p>
<p>-Evaluar los resultados del comportamiento de los diferentes tipos de arranques en motores trifásicos de manera local y remota</p>	<p>- Verificar los resultados obtenidos por las diferentes experimentaciones.  - Graficar e interpretar los resultados</p>	<p>- Tablas de valores, análisis y discusión de resultados.</p>	<p>- Datos obtenidos en la practica  <b>Instrumento</b> - Software logo V8.3  - Excel  - Power Log</p>
<p>-Desarrollar el análisis técnico económico en los arranques para motores trifásicos de manera local y remota</p>	<p>-Costos por arranque eléctrico en motor trifásico.</p>	<p>-Tabla de valores económicos  -Tabla de costos.</p>	<p>- Valor por instrumento  <b>Instrumento:</b>  - Excel</p>

### **3. MARCO CONCEPTUAL**

#### **3.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

A continuación, se muestra de forma cronológica el desarrollo de algunos trabajos realizados acerca de los diferentes tipos de arranques realizados en industrias y la eficiencia que en ellas conlleva.

El uso de componentes mencionados en el artículo conectar de manera efectiva los elementos involucrados en el proceso de conexión y desconexión de motores a la faz contractiva nos indica el acondicionamiento que se otorga al aparato en todas las etapas de funcionamiento, además la potencia de los motores a partir del rendimiento que este le otorgue a las líneas, se obtiene la corriente eléctrica consumida correspondiente en amperes [1].

Los circuitos tanto convencional y electrónico nos brindó la comparación que el arrancador suave en los motores de inducción trifásicos reduce la corriente en el momento de arranque con respecto al uso de un circuito convencional en un tiempo y rampas en la cual no esfuerza al motor a arranques bruscos, teniendo en cuenta que el tiempo está relacionado con el tipo de carga que en este caso fue en vacío y arranque directo [2].

La solución depende de los valores instantáneos de las tres corrientes que circulan por cada una de las bobinas del estator es conveniente suponer que las bobinas se inyectan a un sistema de corrientes trifásicas, balanceadas sinusoidal, de secuencia positiva y frecuencia constante, simplificando notablemente el modelo, pero también limita su aplicación al análisis en régimen permanente de la máquina de inducción [3].

En la industria actualmente se tratan diversos temas de importancia, siendo uno de ellos el estudio de técnicas de mantenimiento, que prolonguen la vida útil de los equipos y maquinaria, cerca del 80 % de los motores eléctricos utilizados en las industrias son motores de inducción y en base a un análisis estadístico realizado a motores desde 201 Hp hasta motores mayores a 5000 Hp, se demuestra que existe hasta un 80 % de probabilidad de impedir una falla [4].

Los problemas ocasionados en los armónicos el valor eficaz de la onda final es siempre, mayor que la onda fundamental ya que vale exactamente la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de cada uno de los valores eficaces de las ondas fundamentales y sus armónico, ello significa, que las pérdidas por efecto de Joule para una misma resistencia serán mayores con corrientes no senoidales (con armónicos) que con corriente perfectamente senoidales [5].

### 3.2. EL MOTOR TRIFÁSICO

Los motores eléctricos, por lo general mantiene la función de transformar energía como la eléctrica en mecánica, dando impulso para distintos equipos que usan este tipo de sistema, en los diferentes tipos de instrumentos funcionales entran los trifásicos de tipo inducción o asincronismo, se obtiene una gran variedad de tipos, alguno de ellos con el fines y aplicaciones particulares, en lo que concierne a este documento solo se mencionara los arranques más importantes en los cuales se empleó un motores trifásicos tal como lo mues en la figura 3.1 [1].



Figura 3.1. Motor trifásico asincrónico [1].

#### 3.2.1. Corriente eléctrica de arranque

Un aspecto funcional muy importante de los motores trifásicos es el valor de la corriente eléctrica de arranque (inrush current), la cual depende del método que se emplee, en el caso de que se haga en forma directa, o sea, con plena tensión, tendrá un valor entre seis y ocho veces la nominal, aproximadamente, existen otras formas de hacerlo arrancar con otros valores de corriente eléctrica, los datos que figuran en ellas dependen de la norma de fabricación, por un lado, y de los datos que quiera resaltar el fabricante. Más adelante se ampliará el tema respecto de estos últimos [1].

MOTOR							CE
TYPE		TM 132S2-2 T3A 132S2-2		(H)	S1-100%	2014	IEC60034
SN		ThCl. F		IP55	IMB3	N.W.: 52 KGS	
V Δ / Y	Hz	min <sup>-1</sup>	kW	A	cosφ	IE3-90.1(100%)	
400/690	50	2930	7.5	13.4/7.7	0.9	90.2(75%)	
460/795	60	3520	9	13.4/7.7	0.9	89.1(50%)	
						BEARING DE-NDE 6308-6208	

Figura 3.2. Placa de características en motores eléctricos [1].

### 3.3. LA UTILIZACIÓN DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS

En las actividades industriales y comerciales es necesario mover distintos procesos productivos, maquinaria y equipos diversos, como ventiladores, bandas transportadoras, bombas de agua, escaleras eléctricas, compresores, taladros, es decir, un sinnúmero de aplicaciones mecánicas que requieren movimiento la forma más fácil de llevar motores serían de esta manera como se muestra en la figura 3.3 [6].



Figura 3.3. Motores eléctricos conectados a un compresor de refrigeración y a bombas centrifugas [6].

Los motores eléctricos cubren toda la gama de aplicaciones que la sociedad moderna exige, se encuentran tan pequeños como los usados en el giradiscos de un DVD, tan cotidianos como el de una licuadora, un ventilador o un acondicionador de aire; pero también los hay tan grandes como los que necesitan las industrias para mover molinos, trituradoras, compresores de aire, mezcladoras [6].

#### 3.3.1. ¿Cómo funciona un motor eléctrico?

Un motor eléctrico es un dispositivo, cuya función es convertir la energía eléctrica en energía mecánica, esto lo consigue por medio de la acción que los campos magnéticos generan en las bobinas, son máquinas que están compuestas principalmente por un estator y un rotor, dicho esto, se analiza las diferencias entre los motores eléctricos de corriente continua y corriente alterna [7].

#### 3.3.2. Motores de corriente directa (o continua)

Las máquinas eléctricas de corriente continua, también conocidos como corriente directa, motor DC o motor CC, se inventaron antes que la corriente alterna, sin embargo actualmente se usan con menos frecuencia. Este tipo de motor convierte la energía eléctrica en mecánica por medio de un movimiento rotatorio, dicho movimiento es generado como consecuencia del campo magnético [7].

### **3.3.3. Motores de corriente alterna.**

Estos son alimentados por corrientes alternas, que funcionan por medio de alimentación eléctrica este motor convierte la energía eléctrica en fuerzas de giro por medio de la acción mutua de los campos magnéticos de acuerdo a su estructura, tienen un diseño más simple que funcionan a velocidades fijas, siendo ideales para operaciones de bajas velocidades [7].

### **3.3.4. Deslizamiento de la eficiencia energética.**

El rango normal de operación de un motor de inducción típico está asociado a menos del 5 % de deslizamiento y la variación de velocidad en ese rango es proporcional a la carga sobre el eje del motor si el deslizamiento aumenta, la eficiencia del motor es muy baja puesto que las pérdidas en el cobre del rotor son directamente proporcionales al deslizamiento del motor [8].

### **3.3.5. Pérdidas de energía y su clasificación.**

Las pérdidas de energía equivalen a la diferencia entre la energía comprada y la energía vendida y pueden clasificarse como pérdidas no técnicas o comerciales (comúnmente llamadas pérdidas negras) y pérdidas técnicas.

#### **A. Pérdidas de energía no técnicas**

No toda la energía eléctrica que se produce, se vende y se factura. Por lo tanto, todas las empresas suministradoras del servicio de electricidad registran pérdidas en la energía que generan y tienen disponible para su venta, es decir, una proporción de la energía se queda por ahí [9].

### **3.3.6. Aislamiento del motor**

En motores eléctricos, los materiales aislantes son aquellos que restringen el paso de la corriente eléctrica, proporcionando seguridad operativa para usuarios (personas) y los equipos mismos principalmente se encuentran en el estator, sección estática donde se alimenta eléctricamente los bobinados (arrollamientos de cable) y se desarrolla el campo magnético rotativo de la máquina, en la tabla 3.1 señala los tipos de materiales aislantes más comunes, cuyas funciones principales son las de aislar (separar) las bobinas de diferentes fases entre sí, aislar las bobinas de la carcasa (aislamiento a tierra), aislar las láminas del núcleo magnético, facilitar la transferencia de calor y proveer soporte mecánico al bobinado [9].

Tabla 3.1. Características de los motores comerciales de inducción de jaula de ardilla de acuerdo con la clasificación en letras NEMA [10].

Clase	Par de arranque (# veces el nominal)	Corriente de arranque	Regulación de velocidad	Nombre de clase de motor
A	1,5 - 1,75	5 - 7	2 -4	Nominal
B	1,4 - 1,6	4,5 - 5	3,5	De propósito general
C	2 - 2,25	3,5 - 5	4 - 5	De doble jaula alto par
D	2,25 - 3	3 - 8	5 - 8,8 - 13	De alto par alta resistencia
F	1,25	2 - 4	Mayor de 5	De doble jaula, bajo par y baja corriente de arranque

### 3.3.7. La gestión eficiente de los motores eléctricos

Los motores eléctricos tienen en su mayoría una cifra de eficiencia en la placa de características este número muestra la eficiencia con la cual el motor convierte la energía eléctrica en energía mecánica, los motores se clasifican en diferentes niveles de eficiencia dependiendo de su construcción cuanto mayor sea la clase, mayor será la eficiencia y menor será la energía necesaria para su funcionamiento.

Estas clases de eficiencias varían según la región existen dos sistemas de clasificación ampliamente utilizados la sustitución de un motor de clase inferior por uno de mayor eficiencia energética exige cierta inversión, pero teniendo en cuenta que el coste de capital inicial representa aproximadamente solo el 1 % del coste total a lo largo de 20 años de vida útil del motor (la energía asciende a un 90 %), vale la pena invertir en motores con una alta eficiencia energética.

#### A. Comprobación de la eficiencia del motor

Para comprobar la eficiencia del motor es necesario un enfoque en dos etapas: en primer lugar, consultar la placa de características del motor, al utilizar un instrumento de medida de la eficiencia del motor.

- Placa de características del motor. - La placa de características del motor indica la clase de eficiencia del motor y la eficiencia especificada estos datos se extraen en condiciones de laboratorio, pero la eficiencia real del motor puede variar enormemente bajo condiciones de funcionamiento reales.

- Instrumento para medir la eficiencia del motor. - Un instrumento para medir la eficiencia del motor mide la eficiencia real con la cual el motor convierte la energía eléctrica en energía mecánica mide los factores que influyen sobre la eficiencia esto permite tomar medidas correctoras si la eficiencia es inferior a los objetivos establecidos en ISO 50001[11].

### 3.3.8. Reemplazo de motores sobredimensionados

El sobredimensionamiento de los motores puede ocurrir durante la operación normal del sistema, después de que un motor se averíe y sea reemplazado por uno de mayor potencia, también puede ocurrir durante una nueva especificación de los datos del motor debido a la falta de información confiable concerniente a ambos equipos y el comportamiento dinámico de la carga. Aunque a veces, un motor sobredimensionado se necesita realmente para la puesta en marcha de cargas de alta inercia [12] .

El sobre dimensionamiento de motores eléctricos es uno de los principales factores de desperdicio de energía eléctrica, ya que el motor trabaja en una región donde el rendimiento y el factor de potencia no son los óptimos, a modo de ejemplo, se considera un motor de 100 HP operando solamente con un 25 % de la carga, es decir, haciendo el trabajo de un motor de 25HP, analizando la figura 3,4, se observa que el rendimiento del motor es de aproximadamente 78 % y su factor de potencia está en torno al 0,5.

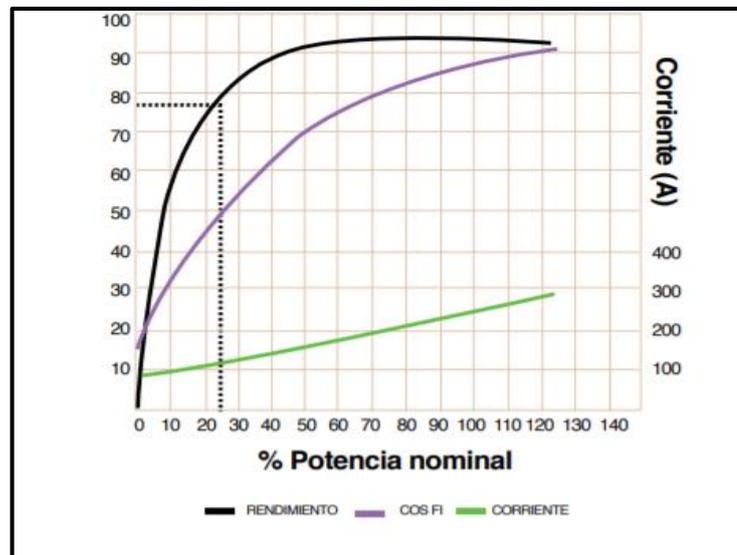


Figura 3.4. Curva de desempeño de un motor de 25 HP [13].

### 3.3.9. Fallas en motores eléctricos

Los fallos más frecuentes en motores eléctricos que se pueden presentar tanto en equipos trifásicos y monofásicos de inducción son los indicados en la figura 3.5.

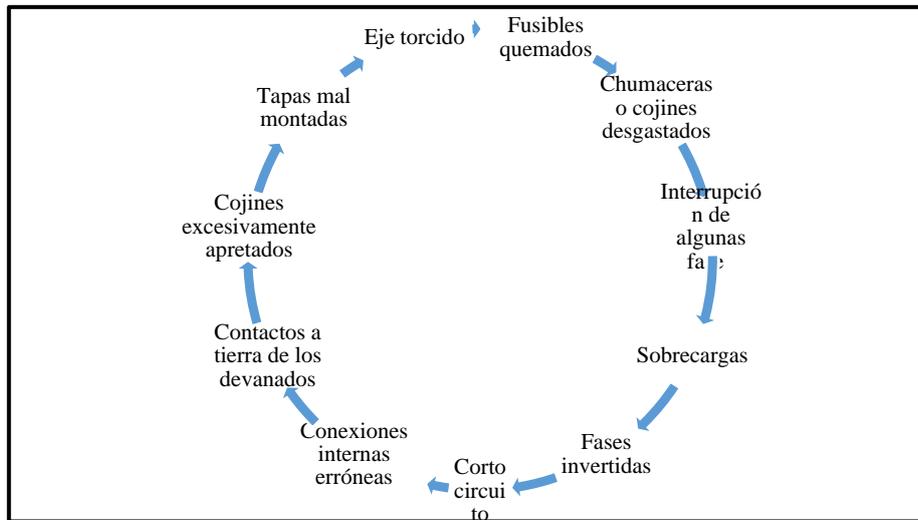


Figura 3.5. Principales fallas en máquinas eléctricas [14].

Los fallos comunes en motores eléctricos y sus causas principales se muestran en la figura 3.6, así como los pasos que se pueden tomar para reducir el riesgo de que ocurran estas fallas, le dará a su motor una buena oportunidad de lograr la máxima vida útil posible y rendimiento.

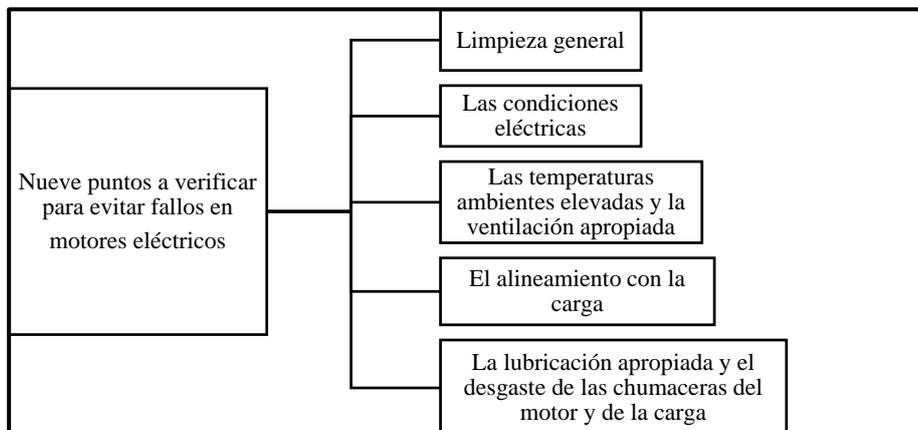


Figura 3.6. Medidas de prevención para evitar fallos en una maquina trifásica [14].

### 3.4. Arranque de motores trifásicos jaula de ardilla.

Las deficiencias en el montaje del motor pueden ocasionar su falla. Si los pernos de montaje no son de la medida correcta o no están bien apretados, puede ocurrir una desalineación y vibraciones que ocasionarán daños en los cojinetes y el eje (flecha) y, en un momento dado, la quemadura de los devanados, las placas de la base de acero, los cimientos y el montaje tiene

suficiente resistencia para soportar los paros y arranques, ambos, los programados y los no-programados [15].

### 3.4.1. Funciones y constitución de los arrancadores

#### A. Condición de arranque

El arranque es el proceso de puesta en marcha de un motor que lo lleva desde una velocidad nula a la del punto de funcionamiento estable que corresponda al par resistente de la carga que tiene que mover para poder realizarse esta maniobra cumpliendo la condición de arranque durante el arranque el par del motor es superior al par resistente de no cumplirse esta condición, el par motor es insuficiente para mover la carga mecánica que tiene acoplada y no se puede producir el arranque.

#### B. Limitaciones en la corriente de arranque

En el instante de iniciar el arranque, cuando la velocidad todavía es nula y el deslizamiento vale 1, la corriente que demanda el motor es varias veces superior a la asignada esta corriente elevada puede provocar caídas de tensión en la instalación eléctrica que alimenta al motor afectando a otros aparatos conectados a ella por esta razón existen normas que establecen las máximas corrientes de arranque permitidas (por ejemplo, la ITC-BT-47), esto obliga a utilizar en muchas ocasiones procedimientos que reduzcan la corriente de línea que se demanda a la red eléctrica durante el arranque con respecto a la que circula en el arranque directo [16].

### 3.4.2. Arranque de los motores asíncronos trifásicos

#### A. Característica mecánica de la carga

Para determinar el proceso de aceleración de un accionado y los esfuerzos relacionados con el cambio de velocidad, es imprescindible conocer el par aceleratriz en función de la velocidad el par aceleratriz es la suma algebraica entre el par de la máquina accionadora, normalmente denominado par motor, y el par de la máquina accionada, o par resistente, que como se verá más adelante, ambos pueden poseer signo positivo a negativo según el caso.

$$M_a = M_m = M_r \approx J \frac{d\omega_m}{dt} \quad (3.1)$$

- $M_a$  Par aceleratriz [N.m]
- $M_m$  Par motriz (desarrollado por el MTI) [N.m]
- $M_r$  Par resistente (par de la carga mecánica) [N.m]
- $J[m^2.kg]$  Momento de Inercia de las masas en rotación (rotor del motor, carga mecánica.)

-  $\omega_m$  Velocidad angular de rotación del eje mecánico del motor [rad/s][17]

### 3.4.3. Arranques de motores trifásicos de manera local

#### A. Arranque directo

Un control avanzado de máquinas eléctricas requiere un control independiente del flujo magnético y del par, el control directo de par se caracteriza por su fácil implementación y una respuesta dinámica rápida, el inversor es directamente controlado por el algoritmo mismo sin necesidad de emplear una técnica de modulación, el diagrama de bloques del control propuesto se muestra en la Figura. 3.7.

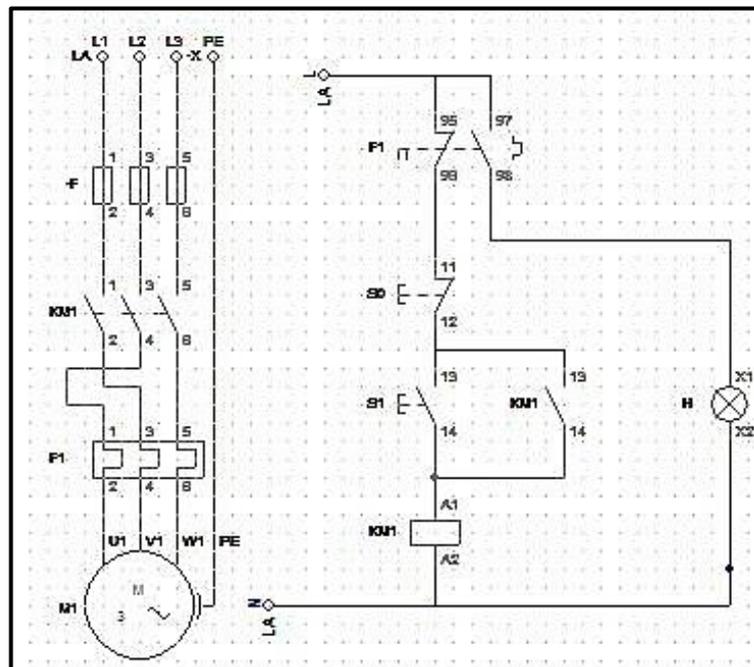


Figura 3.7. Diagrama de fuerza Arranque Directo para motores eléctricos[18].

#### B. Arranque trifásico en motores eléctricos estrella-triángulo

El motor cuenta con tres bobinados que pueden conectarse de dos modos distintos (estrella o triángulo) y esto dará dos impedancias resultantes distintas, por consiguiente, la corriente absorbida de la red también variará como se muestra en la ecuación 3.2. Si cada bobinado tiene una impedancia  $Z$ , la impedancia resultante al conectarlos en triángulo será  $Z/\sqrt{3}$ , mientras que al conectarse en estrella la impedancia resultante es  $Z \times \sqrt{3}$  de aquí se desprende que la impedancia de un motor conectado en estrella es tres veces mayor que la impedancia del mismo motor conectado en triángulo:

$$\frac{Z\Delta}{ZY} = \frac{Z}{\sqrt{3} Z \sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \ggg ZY = 3Z\Delta \quad (3.2)$$

$Z\Delta$  Impedancia triangulo ( $\Omega$ ) (ohms)

$ZY$  Impedancia estrella ( $\Omega$ ) (ohms)

Por consiguiente, dado que la tensión de red no varía, la corriente que el motor toma de la red cuando se conecta en estrella será tres veces menor que en triángulo dado en la figura 3.8, es decir, cae al 33% al caer la potencia eléctrica disponible a 1/3 de su valor máximo, el torque también será del orden del 33%, aunque estos es un cálculo teórico.

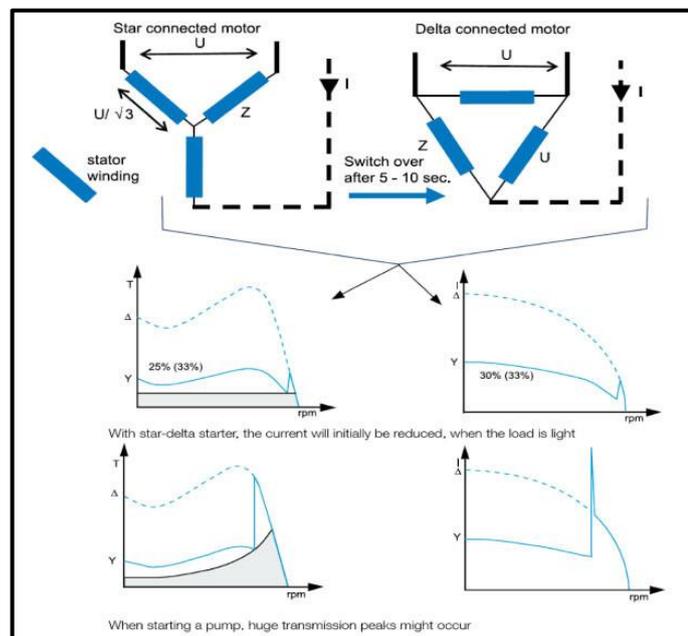


Figura 3.8. Configuración del arranque estrella –delta en motores eléctricos [19].

### C. Arranque trifásico electrónico en motores

La alimentación del motor durante la puesta en tensión se realiza mediante una subida progresiva de la tensión, lo que posibilita un arranque sin sacudidas y reduce la punta de corriente, para obtener este resultado, se utiliza un graduador de tiristores montados en oposición de dos por dos en cada fase de la red la subida progresiva de la tensión de salida puede controlarse por medio de la rampa de aceleración, que depende del valor de la corriente de limitación, o vincularse a ambos parámetros.

Permite arrancar todo tipo de motores asíncronos, puede cortocircuitarse para arrancar por medio de un contactor y mantener al mismo tiempo el dominio del circuito de control expresado de manera explícita en la figura 3.9.

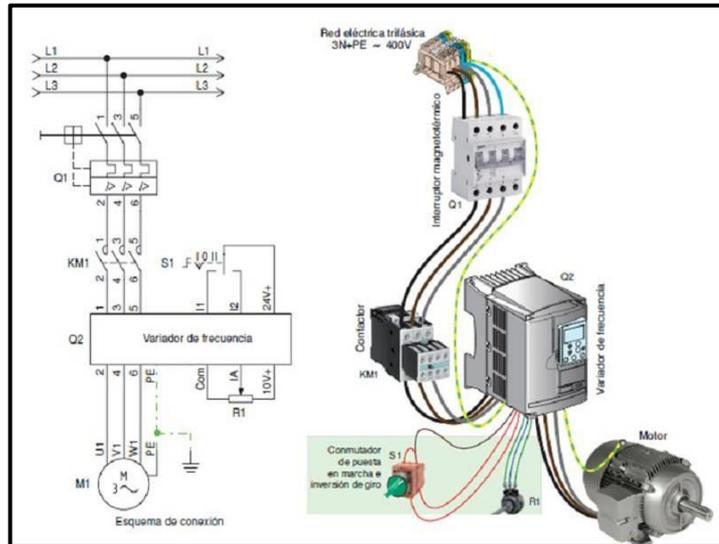


Figura 3.9. Esquema de conexión al variador de frecuencia [20].

#### D. Arranque trifásico con variador

El motor se conecta por medio de un dispositivo electrónico de potencia, que posibilita efectuar arranque y parada de manera controlada, variando la velocidad y el par de fuerza del motor, mediante la alteración de la frecuencia aplicada al motor, convirtiendo las magnitudes fijas de frecuencia y tensión de red, en magnitudes variables de ahí la importancia de contar con información sobre la naturaleza de las magnitudes que intervienen en el proceso.

Con la información obtenida se diseñan estrategias de control que ayudan al cumplimiento de la conexión en los circuitos como se muestra en la figura 3.10, una adecuada programación en un variador de velocidad, permite reducir el pico máximo de corriente de arranque y las caídas de tensión en la red, los golpes mecánicos y el desgaste en los acoplamientos, lo cual se ve reflejado en las magnitudes de salida, que, por medio del software, se pueden medir, hacer seguimiento online y representar gráficamente.

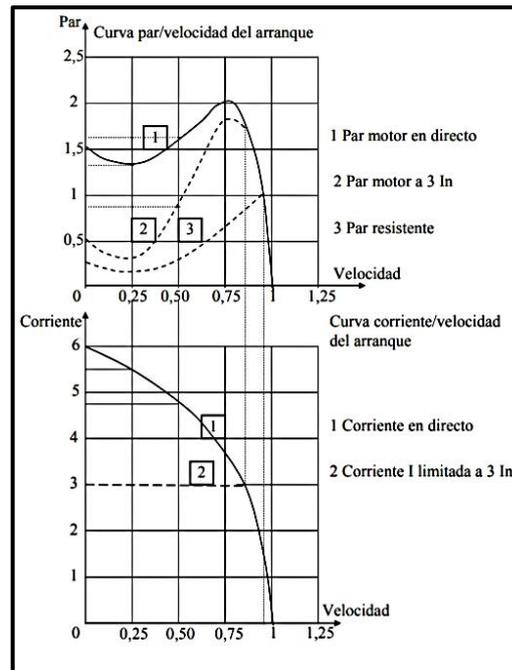


Figura 3.10. Deceleración progresiva y para frenada [21].

### 3.4.4. Arranque de motor trifásico de manera remota

Para poder conseguir el objetivo planteado se buscó un programa que nos permita el control remoto de todo nuestro panel expresados en la figura 3.11 se buscó un programa que para acceder obliga a tener una contraseña de acceso y disponga también de un chat de comunicación interna entre operadores, al usar arranques con variador de frecuencia se toma algunas medidas.

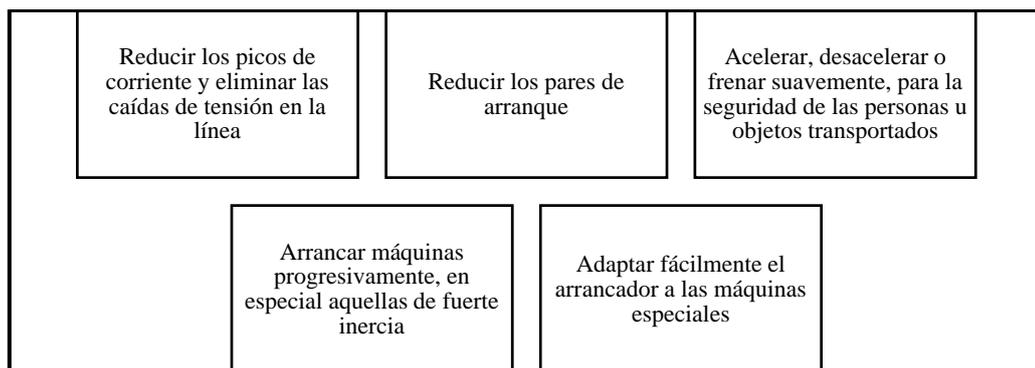


Figura 3.11. Medidas que se toma en cuenta para manipular un variador de frecuencia [22].

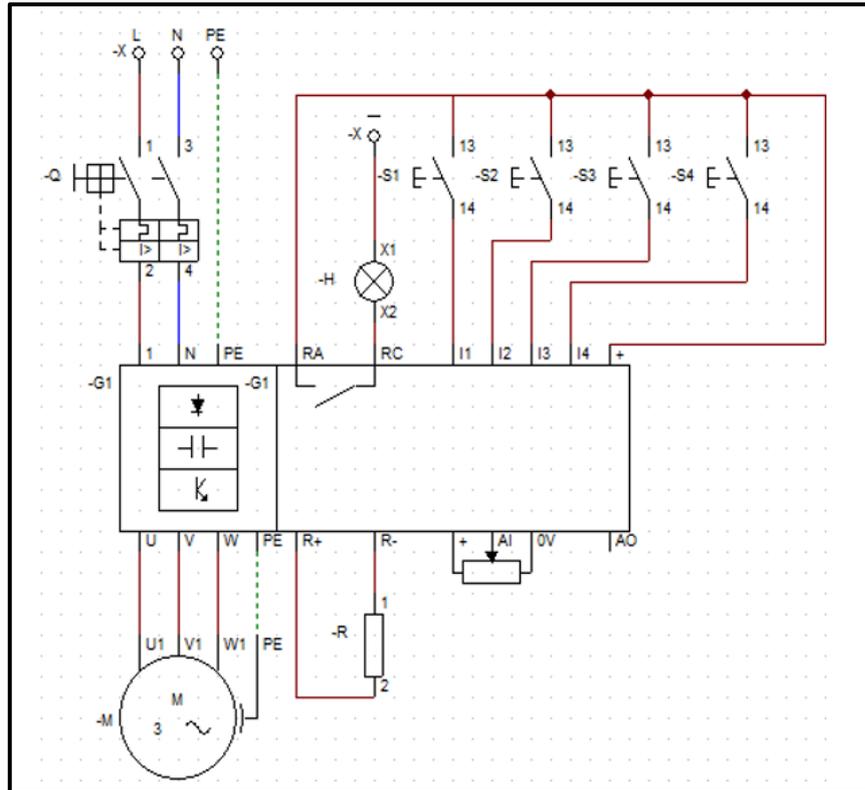


Figura 3.12. Circuito en un variador de frecuencia [22].

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.

Para realizar el proyecto se requiere aplicar métodos como el descriptivo en el cual se da la recolección, tabulación y análisis de datos, las cifras obtenidas serán apoyadas a través de una investigación bibliográfica con el análisis de bibliografías, fuentes secundarias como revistas, guías, libros, tesis, proyectos, y normativas consolidadas en los temas de estudio, el soporte en el proceso experimental menciona datos relevantes que ayuden al desarrollo de la investigación, los mismos que serán registrados al reproducir la obtención de resultados en cada caso, constituido de varios componentes tales como Logo Confort V8.3, Cade\_Simu y Excel en el cual obteniendo cifras las cuales son variables que intervienen en un arranque de motor trifásico, siendo un método que ayuda realizar pruebas que permitan observar la causa y efecto que los mismo producen en su accionamiento.

La forma analítica es la manera de complementar los métodos usados que ayudaron en la investigación poniendo en tela de juicio del por qué se realiza esta investigación, se entrega un análisis que conlleven a la justificación en el momento de describir resultados obteniendo las variables del sistema que permite el control a técnicas determinadas y aplicadas en motores

trifásicos, la eficiencia (rendimiento) de un motor se define como la relación entre la potencia mecánica proporcionada por el motor y la potencia eléctrica demandada de la red, la eficiencia de los motores se lo conoce con el método directo que consiste en medir la potencia eléctrica y la potencia mecánica directamente.

## 4.2. MATERIALES Y HERRAMIENTAS

### 4.2.1. Software Logo Soft Comfort 8.3

El software admite pequeños proyectos de automatización con una configuración y un funcionamiento sencillos e intuitivos, desde el software de ingeniería LOGO Soft Comfort, al LOGO Access Tool, y también el LOGO Web Editor para el servidor web integrado en LOGO, un software cómodo para cambiar la creación de programas en la PC para modo único y modo de red, además, es posible la creación de programas de conmutación en diagrama de función (FBD) o diagrama de contactos (LD).

La prueba, la simulación, la prueba en línea y el archivo de los programas de conmutación hacen que LOGO Software tan esencial la documentación profesional a través de una amplia gama de funciones de comentarios e impresión hace que el software sea flexible teniendo en cuenta su estructura como se muestra en la Figura 4.18.

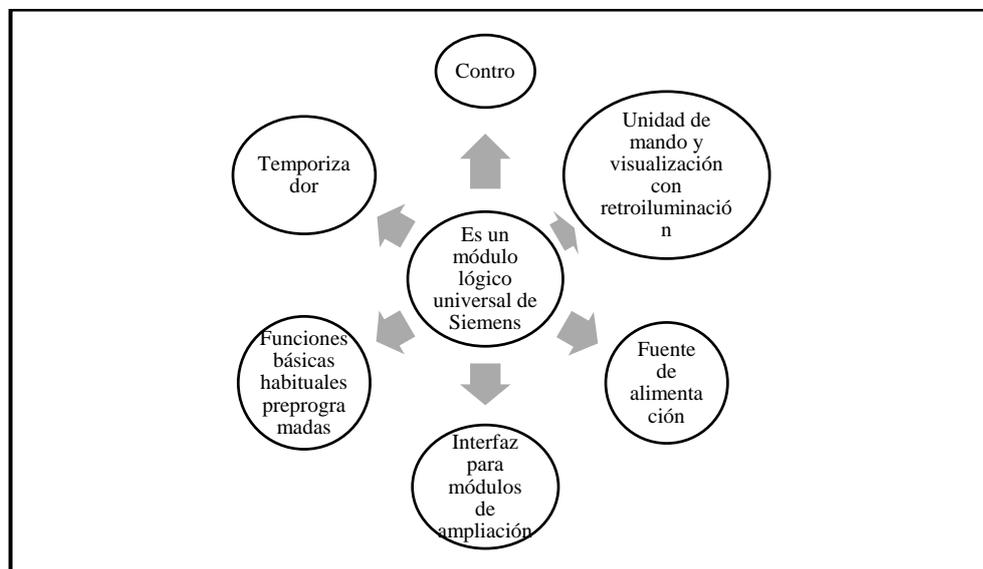


Figura 4.13. Logo y sus integrados de funcionamiento [23].

A. ¿Qué modelos existen?

En la descripción de la figura se encuentra varias disposiciones en la guía Logo V8.3 y las variantes que infieren en él, existen en cuanto a voltajes, entradas y salidas con y sin pantalla.

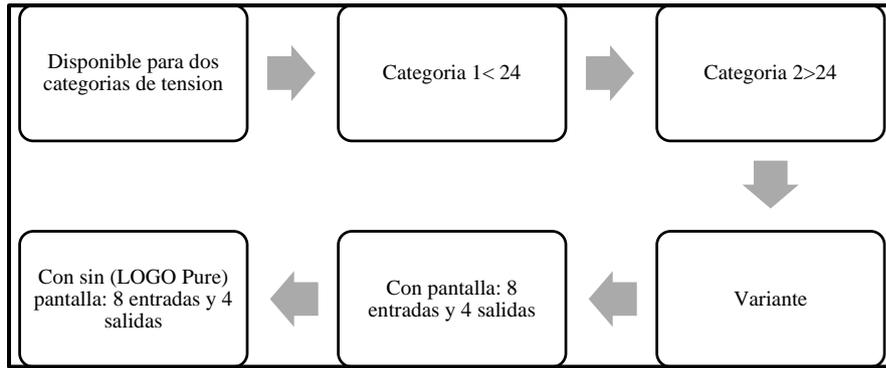


Figura 4.14 Disponibilidad de las aplicaciones y variantes de las configuraciones [23].

### B. Montar y cablear LOGO

Las dimensiones de montaje de Logo cumplen con la norma DIN 43880. Se puede fijar a presión en un perfil soporte de 35 mm de ancho según la norma DIN sin embargo en 60715 o se puede montar en la pared con dos tornillos M4. Ancho de Logo TDE mide 128,2 mm de ancho los módulos base Logo 0BA8 miden 71,5 mm de ancho los módulos de ampliación Logo miden 35,5 mm[24].

### C. Estructura de LOGO

En las figuras 4.15 y 4.16 se describen las partes del logo las cuales serán detalladas en la figura 4.17, misma que tendrá las principales operaciones que este realiza al instante de accionar o dar paso a una programación.

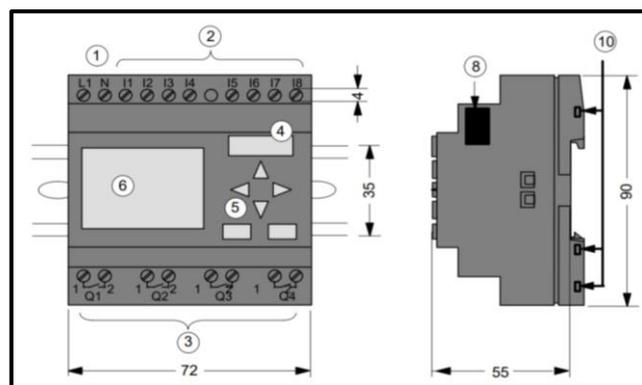


Figura 4.15. Logo Basic 230 RC y sus partes principales [25].

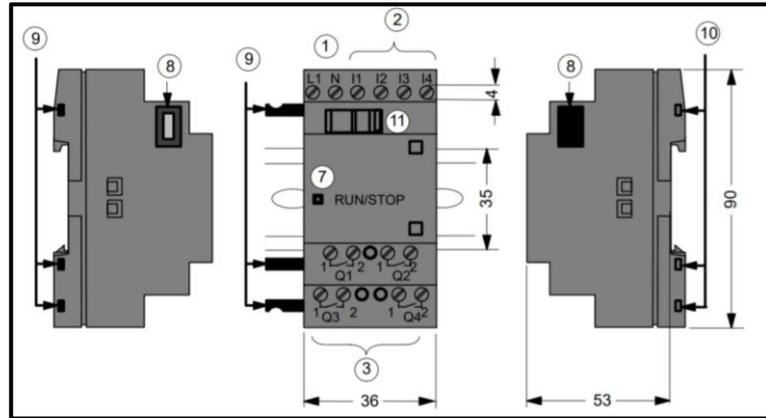


Figura 4.16. Logo y sus partes vistas de manera posterior [25].

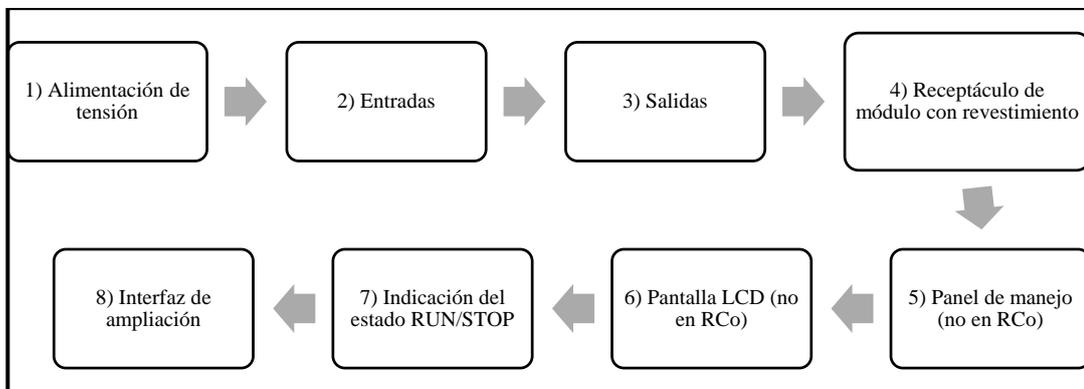


Figura 4.17. Descripción de los principales componentes en un Logo [25].

#### 4.2.2. CADE\_SIMU

CADE\_SIMU es un programa CAD de ingeniería eléctrica que le permite insertar varios símbolos organizados en bibliotecas y dibujar diagramas eléctricos de manera simple y rápida para su posterior simulación el programa en modo simulación muestra el estado de cada componente eléctrico cuando se activa y resalta los conductores sometidos al paso de corriente la descripción que nos da la guía nos permite controlar de manera ordenada el circuito bríndanos todos los posibles elementos [26].

#### 4.2.3. Tablero de automatización LAB\_CA-CE-MDOO14

El tablero de control eléctrico contiene dispositivos de conexión, maniobra, comando, protección, señalización y medición, para realizar una tarea específica en un sistema de tipo eléctrico de manera específica se nombran los instrumentos tecnológicos en la tabla 4.2, un tablero de control permite controlar los despachos de combustible de acuerdo a la necesidad del

cliente, proteger las bombas y/o dispensadores de sobrecargas y cortocircuitos, medir las corrientes, voltajes y operar rápidamente las paradas de emergencia.

Tabla 4.2. Listado de elementos utilizados.

Cantidad	Artículo	Referencia
1	Breaker principal 3p 50 amp	NXB-63 C50
5	Breaker para circuitos de control y potencia	Nxb-63 C10
		Nxb-63 C16
8	Breaker para entradas de PLC logo siemens v8 230 rce	C1
2	Voltímetro analógico	0 - 30 Amp
		30 - 60 Amp
2	Amperímetro analógico	0 - 300 V
1	Fuente conmutada	24 Vdc 5 Amperios
8	Contactores de bobina	NC1-0910
1	PLC logo siemens	V8 230 Rce
1	Variador de frecuencia	RS-485
6	Relé auxiliar de bobina	220 V
		110 V
2	Temporizador On Delay	JSZ3
1	Controlador de temperatura digital	C100
1	Controlador de temperatura analógico	ND4
1	Relé de estado sólido	HSR-2A202Z
1	Cámara de simulación térmica	Told dielectrico
2	Guardamotor 6-10a	NS2-25X
2	Finales de carrera	

#### 4.2.4. Dispositivos de Maniobra y control

##### A. El Contactor

Un contactor como se muestra en la figura 4.18 es un dispositivo de maniobra automático con poder de corte, es decir, puede cerrar o abrir circuitos con carga o en vacío se puede definir como un interruptor accionado a distancia por acción de un electroimán.

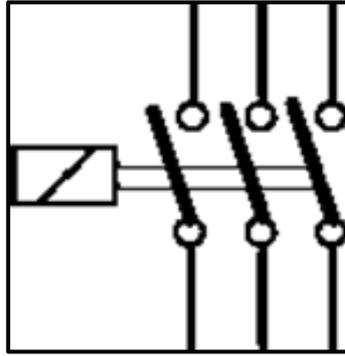


Figura 4.18. Símbolo del contactor.

La corriente fluye a través de la bobina del contactor, y se genera una fuerte de campo magnético que hace que el núcleo atraiga la armadura (parte móvil), por lo que, al momento de realizar el movimiento, todos los contactos abiertos se cierran para devolver los contactos a su estado de reposo, basta con des energizar la bobina bajo las condiciones descritas en la figura 4.19.

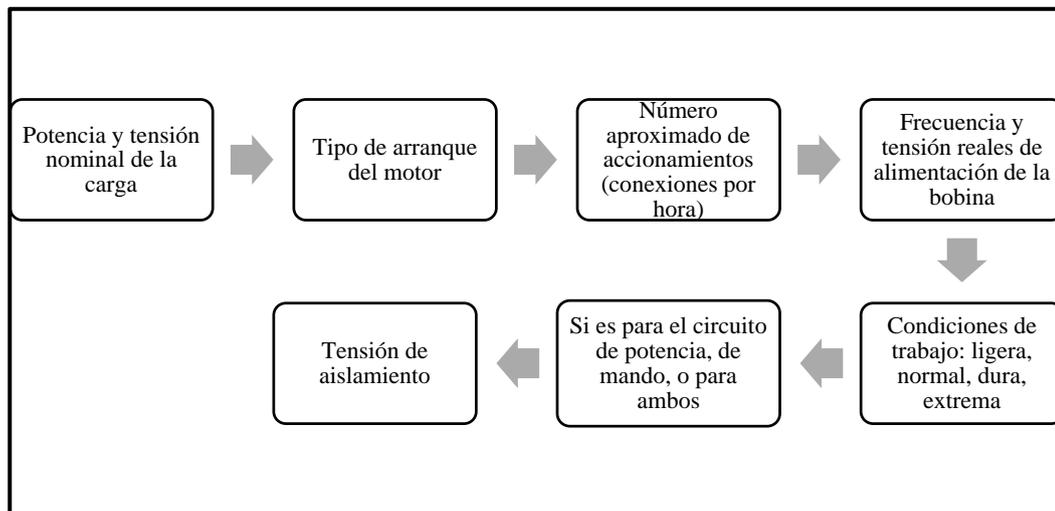


Figura 4.19. Principales factores para elegir un contactor [27].

Tomando en cuenta los factores que influyen en la selección de los contactarse muestra en a figura 4.20, uno de los modelos más comunes en el mercado, seleccionado por las características necesarias de la aplicación en la industria indicada en la tabla 4.3.

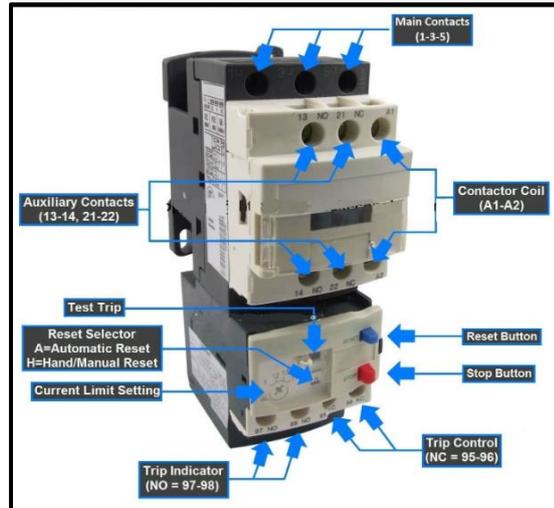


Figura 4.20. Principales partes del contactor [28].

Tabla 4.3. Categoría de empleo de los contactores, según el tipo de corriente y aplicación[29].

CORRIENTE	CATEGORÍA	APLICACIONES CARACTERÍSTICAS
Alterna	AC-1	Cargas no inductivas o débilmente inductivas cuyo factor de potencia es mínimo 0,95
Alterna	AC-2	Motores de anillos, arranques, inversor de marcha
Alterna	AC-3	Motores de rotor en cortocircuito (jaula de ardilla) arranque, que se apaguen en plena marcha, y que al arranque consumen de 5 a 7 veces la $I_n$
Alterna	AC-4	Motores de rotor en cortocircuito, arranque, marcha a impulso, inversor de marcha, frenado por contracorriente
Continua	DC-1	Cargas no inductivas o débilmente inductivas
Continua	DC-2	Motores shunt: arranque, desconexión a motor lanzado
Continua	DC-3	Motores shunt: arranque, inversión de marcha, marcha a impulso
Continua	DC-4	Motores serie: arranque, desconexión a motor lanzado
Continua	DC-5	Motores serie: arranque, inversión de marcha, marcha a impulso

#### 4.2.5. Elementos de Protección.

Son dispositivos cuya finalidad principal es proteger el motor (o carga en general) y el circuito mismo, contra posibles daños producidos especialmente por el paso de intensidades muy altas de corriente y algunas de las irregularidades que se pueden producir en las condiciones de servicio de una máquina o motor son:

- Sobrecarga, por parte de la máquina accionada por el motor.
- Disminución de la tensión de red, que puede dar lugar a sobrecargas.

- Gran inercia de las partes móviles, que hacen funcionar el motor sobrecargado en el período de arranque.
- Excesivas puestas en marcha por unidad de tiempo.
- Falta de una fase, haciendo que el motor funcione sólo con dos fases.
- Calentamiento de la máquina originado por una temperatura ambiente elevada.

Es importante resaltar que el contactor no es por sí solo un elemento de protección del circuito, sino un dispositivo de maniobra de dicho circuito para que un contactor cumpla funciones de protección es necesario que se le adicione otro dispositivo denominado relé de protección estos se fabrican en una extensa gama, tanto por la diversidad de tipos, como procedimientos para protegerlos [30].

#### A. Relé

Son dispositivos cuya función principal en el circuito de control es la de activar o desactivar otros aparatos que modifiquen las condiciones del sistema; generalmente actúan sobre los contactores.

En la figura 4.21, 4.22 se observa un relé que posee una bobina devanada en torno a un núcleo cuyo material magnético es hierro dulce al paso de la corriente por la bobina, el núcleo se magnetiza y atrae a la armadura esta última mueve los contactos eléctricos (abriéndolos o cerrándolos) los contactos se ubican en un tablero aislador el paso de la corriente por la bobina, un resorte hace regresar la armadura a la posición desactivada como se observa en la figura.

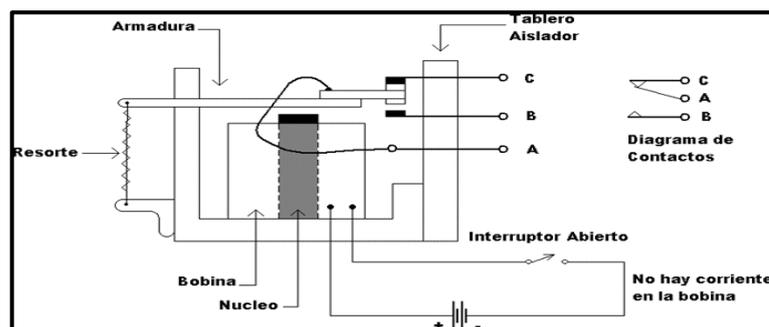


Figura 4.21. Relé desactivado [30].

Cuando se circula una corriente por la bobina y se magnetiza al núcleo, el relé se activa y se cierra el interruptor, tal como se muestra en la figura 4.22 el núcleo magnetizado, atrae la armadura; desplazando los contactos y permitiendo el contacto eléctrico entre los terminales AB en este momento no hay contacto entre los terminales AC.

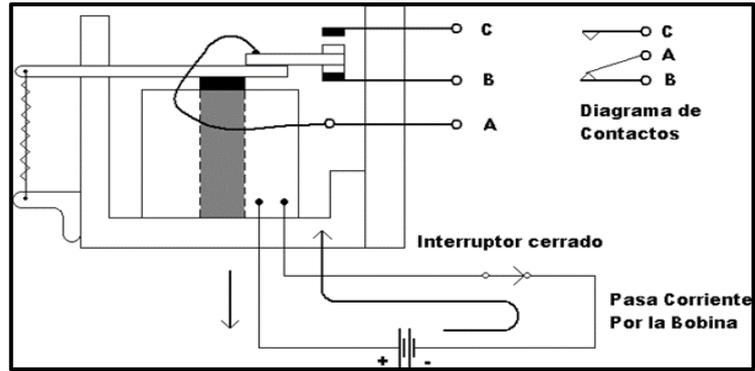


Figura 4.22. Relé Activado [30].

### B. Guardamotor

Los guardamotores son elementos de protección térmica para los motores que se componen de tres placas bimetálicas (una por fase); sobre las cuales van arrolladas una serie de espiras de hilo de aleación especial (calefactor) por las cuales circula la corriente absorbida por el motor disponen de tres conexiones para entrada de corriente (provenientes del contactor), tres conexiones para salida de la corriente (al motor) y de dos contactos de maniobra como se muestra en la figura 4.23.

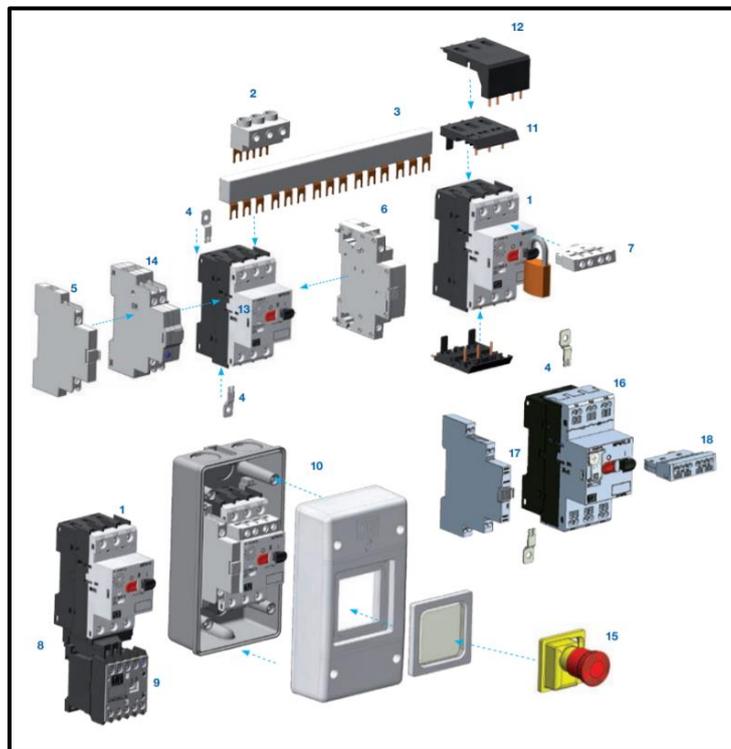


Figura 4.23. Guardamotores MPW16 / MPW12\_S - Características Generales [31].

Su principio de funcionamiento es sencillo y se encuentra en la tabla 4.4 características cuanto mayor sea la corriente que circula, más se doblan los bimetales por efecto del calor hasta que cambian de estado los contactos de maniobra que contiene generalmente se utiliza uno normalmente abierto para señalización de disparo del relé térmico (guardamotor) y uno normalmente cerrado para cortar corriente a la maniobra del automatismo, de esta forma se consigue que el motor se detenga antes de averiarse.

Tabla 4.4. Características de las partes del guardamotor como como instrumento de protección [31]

1) Guardamotor MPW16	10) Caja de sobreponer
2) Conector trifásico FTBBS	11) Conector para tarjeta de circuito impreso de los terminales de fuerza
3) Barra de distribución BBS	12) Conector para tarjeta de circuito impreso del bloque de contactos auxiliares frontales
4) Adaptador para fijación con tornillos PLMP	13) Tapa” protectoras del dial SCMP
5) Bloque de contactos auxiliares lateral ACBS	14) Bloque de alarma TSB
6) Bobina de mínima tensión URMP o bobina de disparo a distancia SRMP	15) Botón de emergencia FESTPE girar para soltar
7) Bloque de contactos auxiliares frontal ACBF	16) Guardamotor MPW12_S
8) Conector ECCMP-C016 MPW16 + CWC07...16	17) Bloque de contacto auxiliar lateral ACBS_S

### C. Paro de emergencia.

Son dispositivos de activación y desactivación mecánica; cuya función es interrumpir el suministro energía (corriente eléctrica, aire a presión) y detenerlos equipos lo más rápidamente posible dependiendo del modo de activación, existen dos clases de paradas de emergencia.

- De contacto Momentáneo: Se efectúa cuando se aplica una presión o empuje exterior y vuelve a su posición nominal por la acción de un muelle recuperador al alejarse la presión exterior.
- De contacto Sostenido: Diseñado de tal forma que al oprimir establezca los contactos y para volver a su posición inicial se hace necesario pulsar de nuevo.

Los dispositivos de parada de emergencia tienen que ser instalados en todos los equipos en los cuales existan peligros eléctricos, mecánicos y/o explosivos durante las condiciones normales de operación.

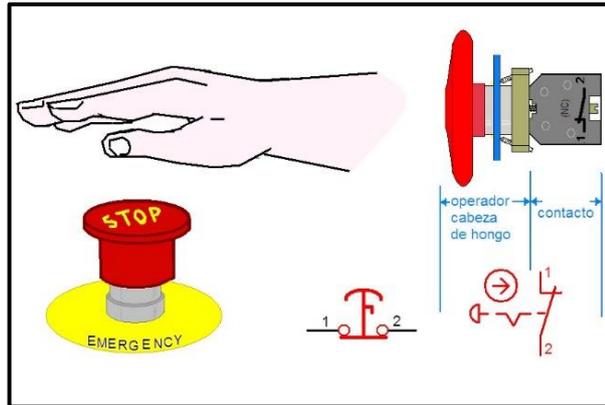


Figura 4.24. Color rojo de forma de cabeza de hongo, el cual es presionado de manera manual [32].

#### D. Pulsadores

Son elementos de bajo poder de corte, cierran y abren circuitos, cuando son accionados por un operador, y recupera su posición inicial tan pronto dejan de ser accionados los pulsadores se emplean para la maniobra de contactores y combinaciones de ellos los voltajes a los que son sometidos siempre están entre 120V y 240V corriente alterna o entre 24V y 220V corriente continua.

#### E. Temporizadores

Son elementos que abren y cierran contactos, al cabo de un tiempo, debidamente preestablecido, de haberse abierto o cerrado su alimentación se pueden clasificar dependiendo de la forma de temporizar

- Al trabajo (ON DELAY): aquel cuyos contactos actúan después de cierto tiempo de haber sido energizado en el momento de energizar el temporizador, los contactos temporizados que tiene siguen en la misma posición de estado de reposo y solamente cuando haya transcurrido el tiempo programado, cambian de posición.

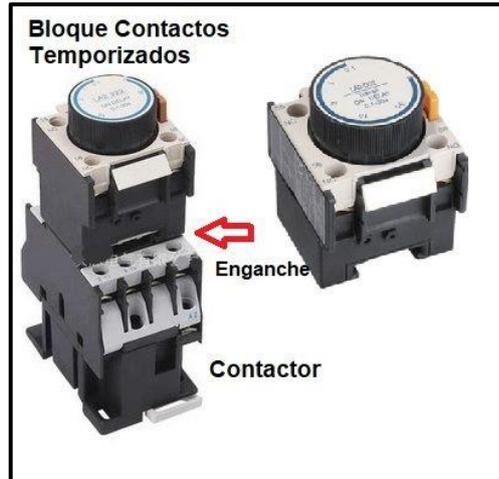


Figura 4.25 Bloques de Contactos Temporizados para contactores [33].

#### 4.2.6. Motor trifásico jaula de ardilla 1hp

##### A. Rotor de jaula de ardilla

La forma del devanado es realmente peculiar los conductores del rotor son barras de cobre o aluminio, cortocircuitadas en sus extremos mediante anillos, que también son de cobre o aluminio el conjunto forma una estructura que recuerda a una "jaula de ardilla", de ahí su nombre, la jaula a su vez se encuentra embebida en la masa ferromagnética del rotor, que dispone de ranuras para alojar las barras como se muestra en la figura 4.25 y 4.26.



Figura 4.26. Rotor jaula de ardilla [34].

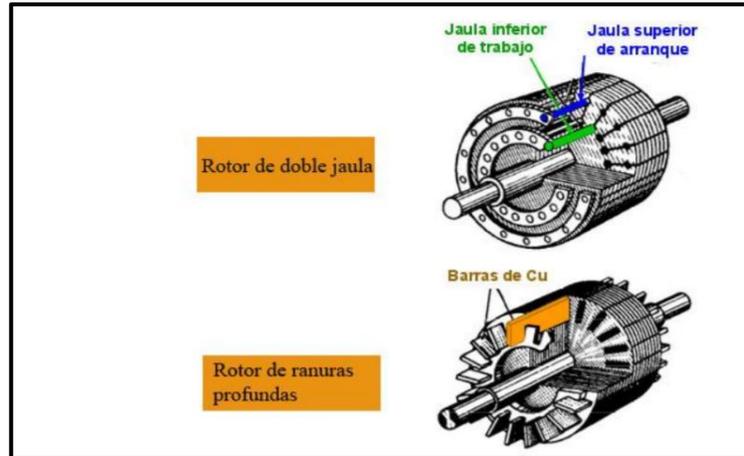


Figura 4.27. Rotor de doble jaula y ranuras profunda [34].

Se observa que el rotor de jaula de ardilla en la figura 4.27, no presenta conexiones eléctricas con el exterior dado que los extremos de estas barras están cortocircuitados, las barras pueden ser instaladas de forma paralela o no al eje del rotor lo cual puede mejorar las características de arranque y disminuir el ruido.

B. Entre las ventajas se tienen:

- Costo inicial bajo.
- Su rotor es de construcción simple.
- Es compacto y sus instalaciones ocupan poco espacio.
- No producen chispas que puedan provocar incendios.
- Lleva poco equipo de control, ya que no necesita control en el rotor.

C. Entre las desventajas se tienen:

- Su corriente de arranque es relativamente alta.
- El par de arranque es fijo.
- Corte de un motor de inducción en el cual se aprecia el rotor de jaula de ardilla, el estator con sus ranuras y devanados.

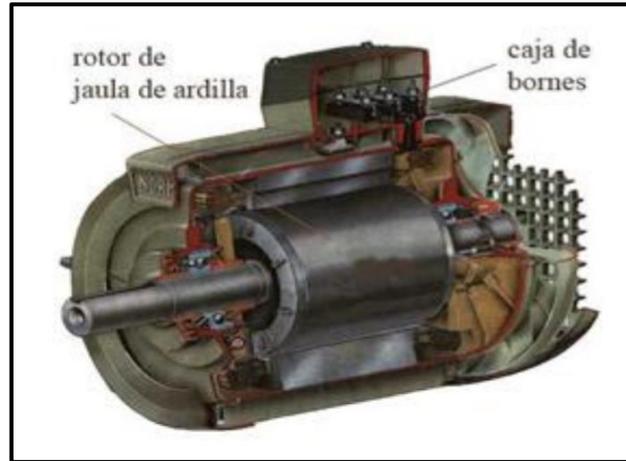


Figura 4.28. Corte del motor de inducción con rotor jaula de ardilla [35].

#### 4.2.7. Analizador de redes FLUKE 430-II

El analizador ofrece una completa serie de potentes funciones para la comprobación de sistemas de distribución eléctrica algunas de estas funciones le permiten obtener una visión general del funcionamiento del sistema eléctrico, mientras que otras le sirven para examinar detalles específicos explica cómo realizar medidas en una secuencia lógica.

Para comprobar si las sondas de tensión y las pinzas amperimétricas están conectadas correctamente, utilice las pantallas que muestran las gráficas de las formas de onda y los diagramas fasoriales las pinzas se marcan con una flecha para facilitar la polaridad de señal correcta siempre que sea posible, elimine la tensión de los sistemas eléctricos antes de realizar las conexiones en sistemas trifásicos Figura 4.27 y 4.28 [36].

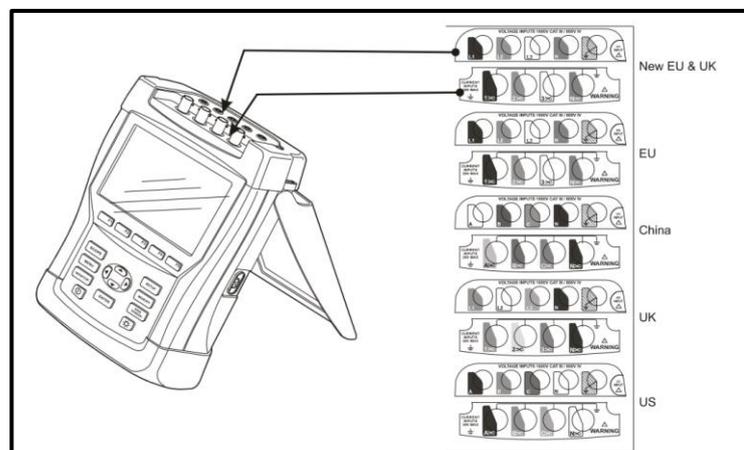


Figura 4.29 .Colocación de los adhesivos para las entradas de tensión y corriente [36].

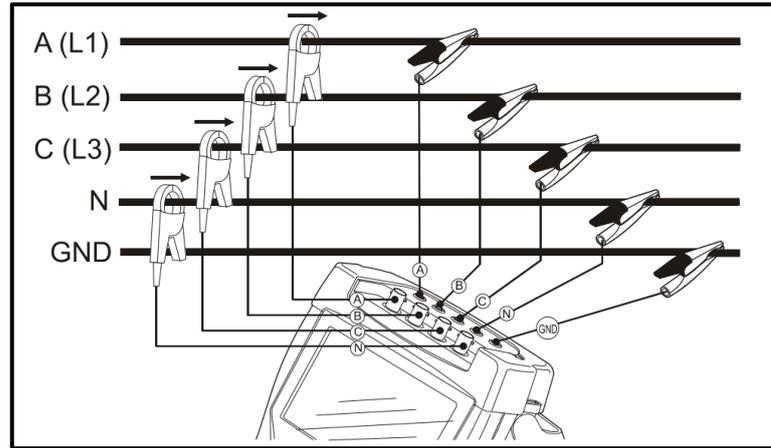


Figura 4.30. Conexión del analizador a un sistema de distribución trifásico [36].

#### 4.2.8. Variador de frecuencia INVE 3hp

El mini variador de frecuencia económico GD10 se considera como una aplicación común en el mercado OEM de baja potencia adopta tecnología de control de curva  $V / f$  vectorizado y tiene muchas funciones comunes como PID, velocidad de etapas múltiples, frenado de CC y comunicación Modbus como se muestra en la figura 4.31.

Tiene muchas funciones su tamaño más pequeño puede reducir aún más el espacio de instalación (el tamaño es aproximadamente un 15% más pequeño que productos similares) el proyecto alcanzo una ocupación de 2 hp.



Figura 4.31. Configuración VDF- Panel [37].

##### A. Configuración VDF – Comunicación RS485

Esta configuración se realiza con el software INVT estudio conectado el variador de frecuencia (VDF) al PC con el cable de comunicación.



Figura 4.32. Configuración VDF-Comunicación RS485 [37].

## 5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En el siguiente capítulo se detallan los resultados obtenidos en la validación de elementos usados en la práctica siguiendo la metodología de la figura 5.33, además de las simulaciones dadas por los arranques que se emplean en las industrias los cuales se encuentran disponibles en los diferentes catálogos que indican el uso que se le da a los diferentes tipos de arranque según el equipo y motor que será conectado.

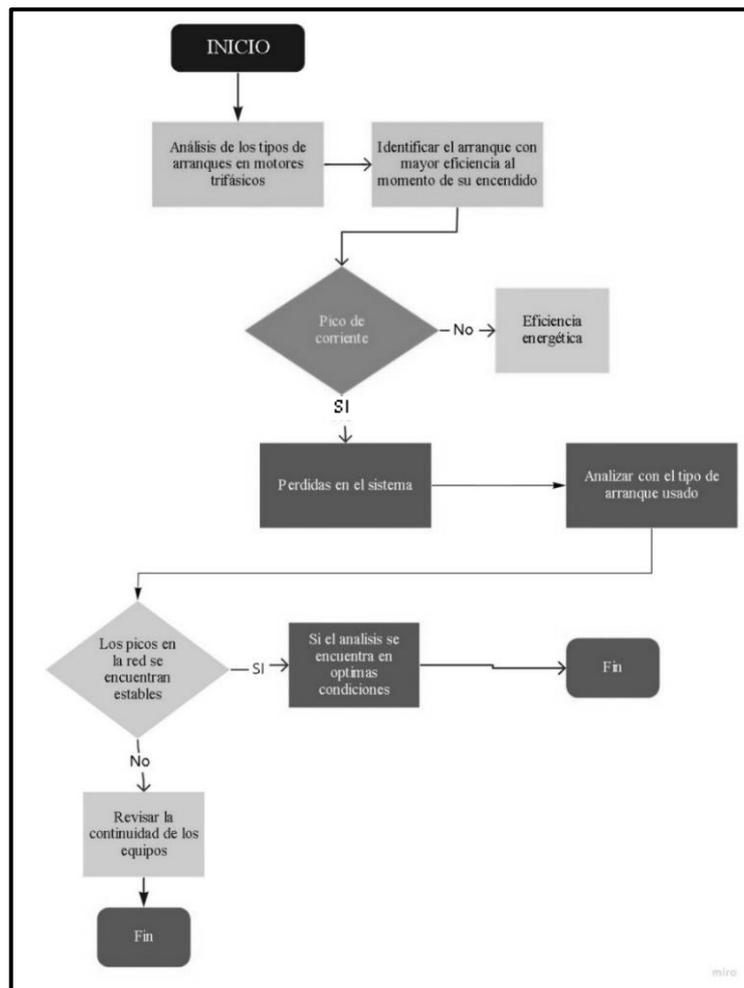


Figura 5.33 Procedimiento para comprobación de equipos [38].

Para realizar la validación de equipos se usó el multímetro para la revisión de cada equipo que intervendrá en el desarrollo de los circuitos, afirmando que el circuito funciona, se realiza simulaciones en el programa CADE\_SIMU para después ser exportado al programa Logo Soft ConfortV8,3 en lenguaje Ladder y cargado en el equipo, el controlar de arranque en el motor trifásico se tiene en cuenta que también intervendrán diferentes equipos como un variador de frecuencia, los actuadores que serían los contactores y relés, se usaron los respectivos protocolos de seguridad ante las diferentes acciones.

## **5.1. ASPECTOS DE SEGURIDAD**

### **5.1.1. Herramientas eléctricas portátiles**

La tensión de alimentación de las herramientas portátiles de cualquier tipo, no podrá exceder de los 220 V con relación a tierra, al ser empleadas herramientas eléctricas portátiles en lugares muy conductores, estarán alimentadas por una tensión no superior a los 24 V los interruptores de las herramientas eléctricas portátiles, estarán concebidos en forma tal, que se imposibilite el riesgo de la puesta en marcha intempestiva; y, las lámparas eléctricas portátiles tendrán mango aislante y un dispositivo protector de la lámpara, de suficiente resistencia mecánica cuando la lámpara se emplee en ambientes muy conductores, estarán alimentadas con tensión no superior a 24 V [39].

### **5.1.2. Procedimiento realizado en la práctica de motores trifásicos.**

- Realizar los esquemas de fuerza y control para la práctica de arranque directo. Verificar los elementos del banco de pruebas a utilizar para la práctica.
- Realizar y verificar las conexiones de elementos y equipos en el banco de pruebas para elaborar la práctica utilizando los esquemas de fuerza y control.
- Conectar, energizar el banco de pruebas, verificar voltajes y alimentar los esquemas de fuerza y control cableados.
- Realizar pruebas de funcionamiento con y sin carga.
- Tomar los datos de las mediciones correspondientes a la práctica y completar las respectivas tablas.
- Indicar las observaciones, recomendaciones y conclusiones de la práctica [40].

### 5.1.3. Condiciones de funcionamiento

Diseñar y realizar los esquemas de control y fuerza para arrancar un motor trifásico con las siguientes condiciones:

Al activar el pulsante de marcha sentido horario (verde), se activa el contactor K1 el cual queda enclavado y pone en funcionamiento al motor con sentido de giro horario. Para detener el funcionamiento del motor se presiona el pulsante de paro (rojo) y el motor se detiene.

Para invertir el giro del motor, se lo realiza únicamente cuando se detiene el motor, luego de esto se puede dar marcha sentido izquierdo (verde) y se activa el contactor K2 el cual queda enclavado y pone en funcionamiento al motor con sentido de giro anti-horario, mientras esté funcionando el motor en sentido horario, aunque se presione el pulsante de marcha sentido anti-horario el motor no cambia de sentido de giro ni se detiene, el mismo funcionamiento tiene en caso de estar trabajando en el otro sentido.

El sistema cuenta con un paro de emergencia, el cual desconecta y apaga todo el sistema, para esto se usará un pulsante tipo hongo color rojo para señalización de marcha sentido horario se cuenta con una luz piloto verde 1, para señalización de marcha sentido anti-horario se cuenta con una luz piloto verde 2 y para señalización de paro o falla se cuenta con una luz piloto roja se protege el circuito de control y el circuito de fuerza con un breaker [40].

### 5.1.4. Factores que influyen en el riesgo eléctrico

#### A. Intensidad de la corriente

Circula por el cuerpo humano como lo haría por un conductor cualquiera y es la causa determinante de la gravedad de la mayor parte de los accidentes eléctricos sus efectos sobre el cuerpo se resumen en el cuadro 5.8.

#### B. Resistencia eléctrica del cuerpo humano

En un accidente eléctrico, para una tensión fija aplicada al cuerpo humano, la corriente que circula por él depende de la resistencia que presente el propio cuerpo sin embargo, esta es muy variable y depende de multitud de circunstancias, tanto externas como internas:

- Resistencia de contacto. - Depende de los materiales que recubran la parte del cuerpo que entra en contacto con la corriente, es decir, guantes, ropa, en el caso de un contacto directo con la piel, su valor será cero.
- Resistencia propia del cuerpo humano. - Dependerá fundamentalmente del grado de humedad de la piel, de la superficie de contacto y de la tensión de contacto aplicada.

- Resistencia de salida. - Influyen factores como la resistencia del calzado y del propio suelo no es conductor cuando la resistencia que presenta a la salida de la corriente por ambos pies es mayor de 50,000 W [41].

Tabla 5.5 Efectos de la corriente según su intensidad [41]

INTENSIDAD	DURACIÓN	EFFECTOS FISIOLÓGICOS EN EL CUERPO HUMANO
0-1 mA	No aplica	Umbral de percepción No se siente el paso de la corriente
0-15 mA	No aplica	Desde hormigueo hasta tetanización muscular Imposibilidad de desprenderse
15-25 mA	Segundos a minutos	Irregularidades cardíacas Aumento de la presión arterial Fuerte efecto de tetanización Inconsciencia Aparece fibrilación ventricular
50-200 mA	Menos de 1 ciclo cardíaco	No existe fibrilación ventricular Fuerte contracción muscular
	Más de 1 ciclo cardíaco	Fibrilación ventricular Inconsciencia Marcas visibles El inicio de la electrocución es independiente de la fase del ciclo cardíaco
Por encima de 200 mA	Menos de 1 ciclo cardíaco	Fibrilación ventricular Inconsciencia Marcas visibles El inicio de la electrocución depende del ciclo cardíaco Iniciación de la fibrilación sólo en la fase sensitiva
	Más de 1 ciclo cardíaco	Paro cardíaco reversible Inconsciencia. Marcas visibles Quemaduras

### 5.1.5. Protección contra contactos eléctricos directos

#### A. Alejamiento de las partes activas

Se obtiene separando las partes activas de la instalación a una cierta distancia del lugar donde las personas normalmente se encuentran o circulan, de modo que sea imposible un contacto fortuito con las manos o por la utilización de objetos conductores cerca de la instalación.

#### B. Interponer obstáculos en la maniobra de arranques

Se impedirá todo el contacto accidental con las partes activas de la instalación estos obstáculos se fijarán de forma segura y serán resistentes a los esfuerzos mecánicos cotidianos en su función.

#### C. Recubrimiento de las partes activas

Esta medida de protección la proporcionan los materiales aislantes que recubren las partes activas, no se consideran materiales apropiados para esta función las lacas, barnices, pinturas y productos semejantes.

### 5.1.6. Protección contra contactos eléctricos indirectos

El riesgo eléctrico está presente en cualquier tarea que implique manipulación o maniobra de instalaciones eléctricas de baja, media y alta tensión, operaciones de mantenimiento de las mismas, utilización, manipulación y reparación del equipo eléctrico de las máquinas, así como utilización de parentesco eléctrico en entornos para los cuales no ha sido diseñado el dispositivo (ambientes húmedos y/o mojados).

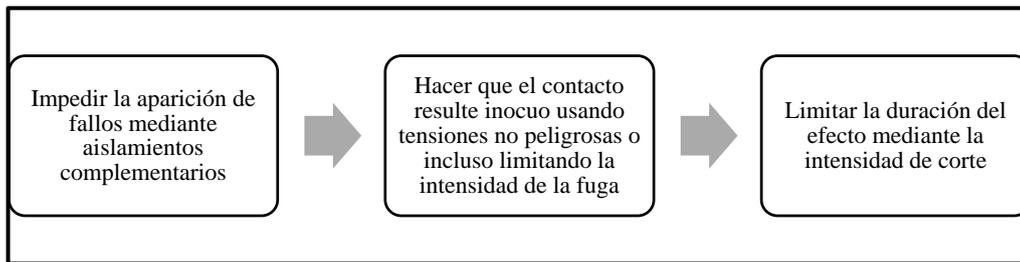


Figura 5.34. Principios en los que se basan [41].

## 5.2. Listado de equipos en funcionamiento y comprobación de equipos.

### 5.2.1. Medida de la continuidad de los conductores de protección y de las uniones equipotenciales principales y suplementarias.

Esta medición se efectúa mediante un ohmímetro que aplica una intensidad continua del orden de 200 mA con cambio de polaridad, y equipado con una fuente de tensión continua capaz de genera de 4 a 24 V de tensión continua en vacío los circuitos probados estan libres de tensión si la medida se efectúa a dos hilos es necesario descontar la resistencia de los cables de conexión del valor de resistencia medido.

Se describen las medidas del valor de la resistencia óhmica del conductor de protección que une dos bases de enchufe, mediante un comprobador de baja tensión multifunción, válido para otros tipos de comprobaciones, no obstante, un simple ohmímetro con medida de resistencia a dos hilos sería suficiente para esta verificación.

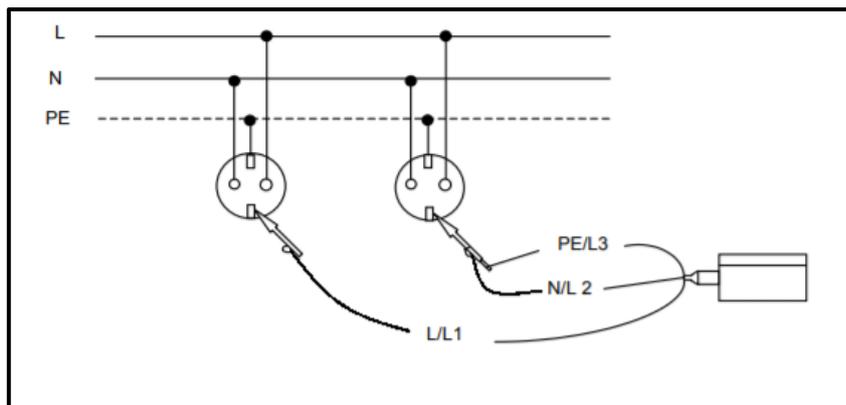


Figura 5.35. Medida de la resistencia de un conductor de protección [42].

### 5.2.2. Breques usados en el desarrollo de las practicas

#### A. Alimentadores principales

Van desde la fuente o suministro eléctrico principal hasta el tablero principal de la instalación o tablero general de medidores, o los controlados desde el tablero principal y que alimentan tableros principales auxiliares.

Tabla 5.6. Descripción de potencia del breaker principal.

BREAKER PRINCIPAL				
#	Modelo	Marca	Continuidad	
			Abierto	Cerrado
Breaker 1 (3P)	NXB-63 C50	CHNT	No	Si

#### B. Sub alimentadores

Desde un tablero principal o un tablero principal auxiliar hasta los tableros de distribución.

Tabla 5.7. Breakers para circuitos de control y potencia.

BREAKERS PARA CIRCUITOS DE CONTROL Y POTENCIA				
#	Modelo	Marca	Continuidad	
			Abierto	Cerrado
Breaker 1 (3P)	NXB-63 C10	CHNT	NO	SI
Breaker 2 (2P)	NXB-63 C16	CHNT	NO	SI
Breaker 3 (1P)	NXB-63 C10	CHNT	NO	SI
Breaker 4 (1P)	NXB-63 C10	CHNT	NO	SI
Breaker 5 (1P)	DOM A41	SCHNEIDER	NO	SI

En un circuito, a los conductores a través de los cuales se distribuye la energía se denominarán alimentadores secundarios y a los conductores que alimentan a un consumo

específico o llegan al punto de comando de éste se les denominará derivaciones y, en general, no se les aplicarán las disposiciones de esta sección.

Tabla 5.8. Breakers para entradas del PLC logo.

<b>BREAKERS PARA ENTRADAS DEL PLC LOGO</b>				
#	Modelo	Marca	Continuidad	
			Abierto	Cerrado
Breaker 1 (1P)	C1	CAMSCO	No	Si
Breaker 2 (1P)	C1	CAMSCO	No	Si
Breaker 3 (1P)	C1	CAMSCO	No	Si
Breaker 4 (1P)	C1	CAMSCO	No	Si
Breaker 5 (1P)	C1	CHNT	No	Si
Breaker 6 (1P)	C1	CHNT	No	Si
Breaker 7 (1P)	C1	CHNT	No	Si
Breaker 8 (1P)	C1	CHNT	No	Si

### C. Aparatos de medida eléctricos

Las magnitudes básicas que se emplean en electricidad (tensión, intensidad de la corriente y resistencia eléctrica) se miden con unos aparatos que son imprescindibles para cualquier técnico de la electricidad o de la electrónica.

Tabla 5.9. Características del voltímetro y amperímetro analógico.

<b>VOLTÍMETRO ANALÓGICO</b>				
#	Modelo	Marca	Continuidad	
			Abierto	Cerrado
Voltímetro 1	CP-72	CAMSCO	Independiente	
Voltímetro 2	CP-72	CAMSCO	Independiente	
<b>AMPERÍMETRO ANALÓGICO</b>				
Cantidad	Modelo	Marca	Continuidad	
			Abierto	Cerrado
Amperímetro 1	CP-72	CAMSCO	Independiente	
Amperímetro 2	CP-72	CAMSCO	Independiente	

### D. Control de voltaje

Consiste en transformar la tensión continua de la fuente en una serie de pulsos que tienen un ancho determinado estos pulsos son luego integrados y transformados nuevamente en una tensión continua, variando el ancho de los pulsos es posible controlar la tensión de salida los reguladores que emplean este principio se los denomina reguladores conmutados y poseen características de la tabla 5.10.

Tabla 5.10 Fuente conmutada corriente y voltaje.

<b>FUENTE CONMUTADA</b>				
#	Modelo	Marca	Continuidad	
			Abierto	Cerrado
Fuente 1	24 VDC - 5 A	S-120-24	No	Si

## E. Controlador de tiempo en automatización

Al ajustar el contador de tiempo, puede hacer clic en el botón "Probar" para previsualizar la alerta y comprobar el volumen del sonido en el botón "Reiniciar" para iniciar el contador de tiempo a partir del valor inicial, en el botón "Parar" ("Iniciar") para detener (o iniciar) el contador de tiempo.

Tabla 5.11. Modelos de los temporizadores on elay.

<b>TEMPORIZADORES ON DELAY</b>				
#	Modelo	Marca	Continuidad	
			Abierto	Cerrado
2	ST3	STROM	NO	SI
<b>TEMPORIZADOR 1</b>				
NC	Continuidad	NA	Continuidad	Bobina
4 - 1	Si	3 - 1	No	A1 - A2
5 - 8	Si	6 - 8	No	CONTINUIDAD
				SI
<b>TEMPORIZADOR 2</b>				
NC	Continuidad	NA	Continuidad	Bobina
4 - 1	Si	3 - 1	No	A1 - A2
5 - 8	Si	6 - 8	No	Continuidad
				SI

## F. Controladores de temperatura

Para regular con precisión la temperatura del proceso sin la participación continua del operador, un sistema de control de temperatura se basa en un regulador, el cual acepta un sensor de temperatura tal como un termopar.

Tabla 5.12. Características del controlador de temperatura digital.

<b>CONTROLADOR DE TEMPERATURA DIGITAL</b>				
#	Modelo	Marca	Continuidad	
			Abierto	Cerrado
1	C100	CGC	Independiente	

<b>CONTROLADOR DE TEMPERATURA ANALÓGICO</b>				
#	Modelo	Marca	Continuidad	
			Abierto	Cerrado
1	ND4	CHNT	No	Si
NC	Continuidad	NA	Continuidad	Bobina
5 - 4	si	6 - 4	No	A1 - A2
				Continuidad
				Si

La cámara de simulación térmica muestra las características de la tabla 5.13 detectan la energía infrarroja emitida, transmitida o reflejada por todos los materiales a temperaturas superiores al cero absoluto (0° Kelvin) y convierten el factor de energía en una lectura de temperatura.

Tabla 5.13. Características que contiene la cámara de simulación térmica.

<b>CÁMARA DE SIMULACIÓN TÉRMICA</b>				
#	Modelo	Marca	Continuidad	
			Abierto	Cerrado
1	S/M	S/M	No	Si
		Ventilador	No	Si
		Resistencia	No	Si
		Termocupla	No	Si

#### G. Instrumentos tecnológicos de protección para equipos de control industrial

Es un dispositivo que funciona como interruptor y puede operar eléctricamente, como electromecánica y cumple la función de permitir el paso de corriente cuando está abierto o de impedirla cuando está cerrado.

Tabla 5.14. Característica del instrumento de protección relé de estado sólido.

<b>RELÉ DE ESTADO SÓLIDO</b>				
#	Modelo	Marca	Continuidad	
			Abierto	Cerrado
1	MS-1AA4825	MAXWELL	No	Si

El guardamotor es un dispositivo de protección electromecánico para el circuito principal otorgan la posibilidad de arrancar y detener motores manualmente que proporcionan protección contra cortocircuitos, sobrecargas y fallos de la fase.

Tabla 5.15. Potencia y continuidad en el guardamotor.

<b>GUARDAMOTOR</b>				
#	Modelo	Marca	Continuidad	
			Abierto	Cerrado
2	NS2-25	CHNT	No	Si
<b>GUARDAMOTOR 1</b>				
Continuidad	L1/1 - L1/2	L2/3 - L2/4	L3/5 - L3/6	
Abierto	No	No	No	
Cerrado	Si	Si	Si	
<b>GUARDAMOTOR 2</b>				
Continuidad	L1/1 - L1/2	L2/3 - L2/4	L3/5 - L3/6	
Abierto	No	No	No	
Cerrado	Si	Si	Si	

Los finales de carrera son sensores electromecánicos y, por lo tanto, disponen de partes mecánicas enlazadas a partes eléctricas.

Tabla 5.16. Descripción y modelo final de carrera.

<b>FINAL DE CARRERA</b>				
#	Modelo	Marca	Continuidad	
			Abierto	Cerrado
2	LL-CA12	CAMSCO	No	Si
<b>FINAL DE CARRERA 1</b>				
NC	Continuidad	NA	Continuidad	
11 - 12	si	13 - 14	No	
<b>FINAL DE CARRERA 2</b>				
NC	Continuidad	NA	Continuidad	
11 - 12	si	13 - 14	No	

Interruptor o switch cuya función es permitir o interrumpir el paso de la corriente eléctrica de manera momentánea, a diferencia de un switch común, un pulsador solo realiza su trabajo mientras lo tenga presionado, es decir sin enclavamiento.

Tabla 5.17. Descripción del pulsador al paso de la corriente eléctrica.

<b>PULSADORES</b>			
#	Modelo	Marca	
8			
NC		NA	
Cantidad	Continuidad	Cantidad	Continuidad
4	Si	4	No

La norma IEC 60204-1 establece el código de colores para luces piloto y pulsadores iluminados, por ejemplo:

Piloto Rojo: Emergencia, condición peligrosa se requiere una acción inmediata (presión fuera de límites, sobre recorrido, rotura de acoplamiento).

Piloto Amarillo: Anormal, condición anormal que puede llevar a una situación peligrosa (presión fuera de los límites, activación de una protección).

Piloto Blanco: neutro, información general (Presencia de tensión de red).

Pulsador Amarillo: Anormal, acción en caso de condiciones anormales (poner de nuevo en marcha un ciclo automático interrumpido) [43].

Tabla 5.18. Colores de luces piloto [43].

LUCES PILOTO		
#	Modelo	Marca
26		
Cantidad	Color	Continuidad
8	Verde	Si
8	Rojo	Si
6	Amarillo	Si
4	Azul	Si

Dispositivo de parada de emergencia insertado en el circuito de alimentación de la máquina el interruptor seccionador de la alimentación y el paro de emergencia están dispuestos en un solo elemento de desconexión, en este caso, el elemento de desconexión reunirá las características exigidas tanto para el interruptor principal como para el paro de emergencia.

Tabla 5.19. Paro de emergencia

PARO DE EMERGENCIA				
#	Modelo	Marca	Continuidad	
			Abierto	Cerrado
1			No	Si

El contactor es un mecanismo cuya misión es cerrar unos contactos, para permitir el paso de la corriente a través de ellos esto ocurre cuando la bobina del contactor recibe corriente eléctrica, comportándose como electroimán y atrayendo dichos contactos.

Tabla 5.20. Contactor bobina a 110 V.

<b>CONTACTORES BOBINA A 110 V</b>					
#	Modelo	Marca	Continuidad		
			Abierto	Cerrado	
4	NC1-0910	CHNT	No	Si	
<b>CONTACTOR 1</b>					
Continuidad	L1/1 - L1/2	L2/3 - L2/4	L3/5 - L3/6	A1 - A2	13 - 14
Abierto	No	No	No	Si	No
Cerrado	Si	Si	Si	Si	Si
<b>CONTACTOR 2</b>					
Continuidad	L1/1 - L1/2	L2/3 - L2/4	L3/5 - L3/6	A1 - A2	13 - 14
Abierto	No	No	No	Si	No
Cerrado	Si	Si	Si	Si	Si
<b>CONTACTOR 3</b>					
Continuidad	L1/1 - L1/2	L2/3 - L2/4	L3/5 - L3/6	A1 - A2	13 - 14
Abierto	No	No	No	Si	No
Cerrado	Si	Si	Si	Si	Si
<b>CONTACTOR 4</b>					
Continuidad	L1/1 - L1/2	L2/3 - L2/4	L3/5 - L3/6	A1 - A2	13 - 14
Abierto	No	No	No	Si	No
Cerrado	Si	Si	Si	Si	Si

Para poder disponer de más contactos auxiliares y según el modelo de contactor, se le puede acoplar a este una cámara de contactos auxiliares o módulos independientes, normalmente abiertos (NO), o normalmente cerrados (NC) para equipos que trabajan en configuración trifásica 220V.

Tabla 5.21. Contactores bobina a 220 V.

<b>CONTACTORES BOBINA A 220 V</b>					
#	Modelo	Marca	Continuidad		
			Abierto	Cerrado	
4	NXC-09	CHNT	No	Si	
<b>CONTACTOR 1</b>					
Continuidad	L1/1 - L1/2	L2/3 - L2/4	L3/5 - L3/6	A1 - A2	13 - 14
Abierto	No	No	No	Si	No
Cerrado	Si	Si	Si	Si	Si
<b>CONTACTOR 2</b>					
Continuidad	L1/1 - L1/2	L2/3 - L2/4	L3/5 - L3/6	A1 - A2	13 - 14
Abierto	No	No	No	Si	No
Cerrado	Si	Si	Si	Si	Si
<b>CONTACTOR 3</b>					
Continuidad	L1/1 - L1/2	L2/3 - L2/4	L3/5 - L3/6	A1 - A2	13 - 14
Abierto	No	No	No	Si	No
Cerrado	Si	Si	Si	Si	Si

<b>CONTACTOR 4</b>					
Continuidad	L1/1 - L1/2	L2/3 - L2/4	L3/5 - L3/6	A1 - A2	13 - 14
Abierto	No	No	No	Si	No
Cerrado	Si	Si	Si	Si	Si

Un controlador programable que permite que, sin intervención humana, las máquinas hagan un trabajo, pero la palabra clave e importante es programable, que no programado, es necesario programar el logo para que este haga una tarea ya que de por sí está disponible a nivel global en RS Online, y cuenta con ocho unidades básicas, siete módulos digitales y tres módulos analógicos.

Tabla 5.22. PLC LOGO Siemens.

<b>PLC LOGO SIEMENS</b>				
#	Modelo	Marca	Continuidad	
			Abierto	Cerrado
1	V8.3 230 RCE	Siemens	No	Si
<b>Logo 1</b>				
Continuidad	Q1	Q2	Q3	Q4
Abierto	No	No	No	Si
Cerrado	Si	Si	Si	Si

Los variadores o convertidores de frecuencia con características mostradas en la tabla 5.23, son sistemas que se encuentran entre la fuente de alimentación eléctrica y los motores eléctricos, sirven para regular la velocidad de giro de los motores de corriente alterna (AC).

Tabla 5.23. Características del variador de frecuencia.

<b>VARIADOR DE FRECUENCIA</b>				
#	Modelo	Marca	Continuidad	
			Abierto	Cerrado
Variador 1	RS-485	INVT	No	Si

Los relés auxiliares, como también se denominan algunas veces, son elementos similares a un contactor, pero con contactos solamente auxiliares y se emplean para completar las protecciones, los circuitos automáticos de mando y control de motores eléctricos, es decir, trabajan o soportan pequeñas corrientes.

Tabla 5.24. Características de os relés o contactores auxiliares.

<b>RELÉ AUXILIAR DE BOBINA A 110V</b>				
#	Modelo	Marca	Continuidad	
			Abierto	Cerrado
3	MY4 12 VDC 5 A 240 VAC 5 A	OMRON	No	Si
<b>RELÉ 1</b>				
NC	Continuidad	NA	Continuidad	Bobina
1 - 7	Si	4 - 7	No	A1 - A2
2 - 8	Si	5 - 8	No	Continuidad
3 - 9	Si	6 - 9	No	Si
<b>RELÉ 2</b>				
NC	Continuidad	NA	Continuidad	Bobina
1 - 7	Si	4 - 7	No	A1 - A2
2 - 8	Si	5 - 8	No	Continuidad
3 - 9	Si	6 - 9	No	Si
<b>RELÉ 3</b>				
NC	Continuidad	NA	Continuidad	Bobina
1 - 7	Si	4 - 7	No	A1 - A2
2 - 8	Si	5 - 8	No	Continuidad
3 - 9	Si	6 - 9	No	Si

El relé permite abrir o cerrar contactos mediante un electroimán y suelen ser encontrados en condiciones y características indicadas en la tabla 5.25, por eso también se llaman relés electromagnéticos o relevadores en el caso de controlar aparatos que funcionen a 220V.

Tabla 5.25. Relé Auxiliar De Bobina A 220V

<b>RELÉ AUXILIAR DE BOBINA A 220V</b>				
#	Modelo	Marca	Continuidad	
			Abierto	Cerrado
3	MY4 12 VDC 5 A 240 VAC 5 A	OMRON	No	Si
<b>RELÉ 1</b>				
NC	Continuidad	NA	Continuidad	Bobina
1 - 7	Si	4 - 7	No	A1 - A2
2 - 8	Si	5 - 8	No	Continuidad
3 - 9	Si	6 - 9	No	Si
<b>RELÉ 2</b>				
NC	Continuidad	NA	Continuidad	Bobina
1 - 7	Si	4 - 7	No	A1 - A2
2 - 8	Si	5 - 8	No	Continuidad
3 - 9	Si	6 - 9	No	Si

### 5.3. ARRANQUES DE PRUEBA EN MOTORES TRIFASICOS JAULA DE ARDILLA

Para esta serie de arranques se deja la carga del motor sin momento de inercia, pero no el motor, que se deja con el momento de inercia indicado en las características del motor, que es la unidad.

A continuación, se procede a efectuar los cálculos de los distintos arranques del motor, se hace una distinción de los diferentes tipos de arranques, todos los arranques se analizan por tramos; en primer lugar, se analiza el arranque directo, a continuación se analiza el arranque con resistencias en el estator, que éste se diferencia en arranque con un bloque de resistencias y con dos bloques, se efectúan diferentes pruebas para obtener el valor idóneo de la resistencia para el arranque de éste motor y finalmente se analiza el arranque estrella triángulo [44].

#### 5.3.1. Arranque directo para motores trifásicos jaula de ardilla

Para motores pequeños (menores a 5kW de potencia), suele no ser necesario ningún tipo de arranque especial, sino que el motor puede ser arrancado conectándolo directamente a la red, al principio el motor consumirá una corriente más alta durante algunos segundos, irá aumentando su velocidad y disminuyendo la corriente que consume de forma progresiva, hasta establecerse en su punto de operación este tipo de arranque es brusco y violento.

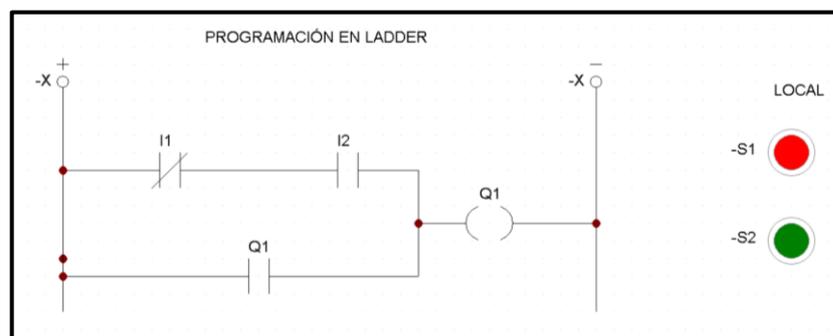


Figura 5.36. Esquema LADDER de arranque directo [44].

#### 5.3.2. Arranque Inversión de giro de manera remota en motores trifásicos

Existen múltiples aplicaciones de los motores trifásicos, en las que éstos necesitan girar en ambos sentidos las máquinas de elevación en general mostrada en la figura 5.37, constituyen claros ejemplos de este requerimiento, un motor trifásico invierte su sentido de giro cuando es alimentado con dos fases intercambiadas entre sí.

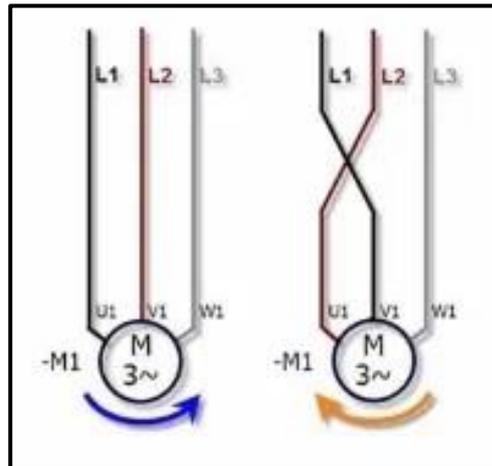


Figura 5.37. Arranque inversión de giro en motores trifásicos [45].

Así, un motor alimentado en U1-V1-W1 con una secuencia de fases L1-L2-L3 respectivamente girará al contrario conmutando sus fases para alimentarlo con una secuencia de L2-L1-L3 señalada en la figura 5.38 sin embargo, en cada caso particular, las dos fases conmutadas dependerán del diseñador para conseguir la inversión de fases en el automatismo se modifica el esquema de fuerza añadiendo un segundo contactor de potencia para el motor, de modo que uno de ellos lo conexas con una secuencia y el otro con otra.

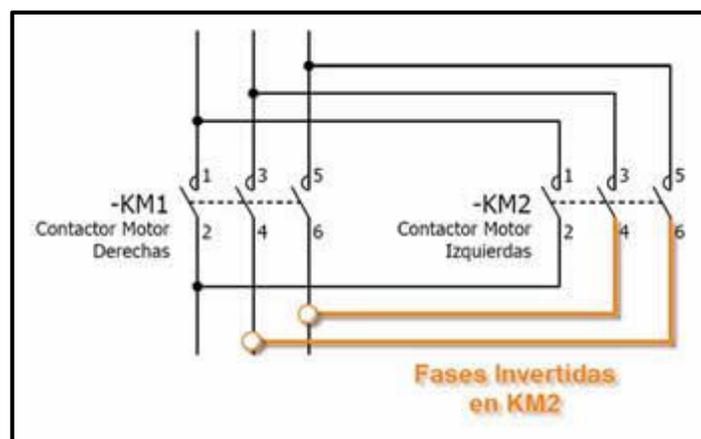


Figura 5.38. Esquema de fuerza inversión de giro trifásico [45].

### 5.3.3. Arranque estrella triángulo en motor trifásico de manera local

Con el arranque estrella triángulo se busca reducir la corriente en el momento del arranque al alimentar a una tensión menor con la conexión en estrella  $U_n/\sqrt{3}$  como en la figura 5.39 con ello se consigue que la intensidad baje a la tercera parte de la intensidad que se produciría en

un arranque directo, también el par de arranque se reduce a menos de la mitad, lo que hace imposible este sistema en motores de media potencia que arranquen con mucha carga, otro inconveniente es el corte de tensión que se produce al pasar de estrella a triángulo.

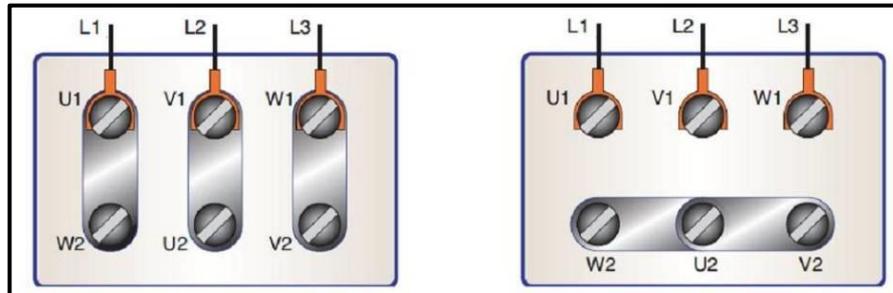


Figura 5.39. Conexión de un motor en triángulo y en estrella mediante plaquetas [46].

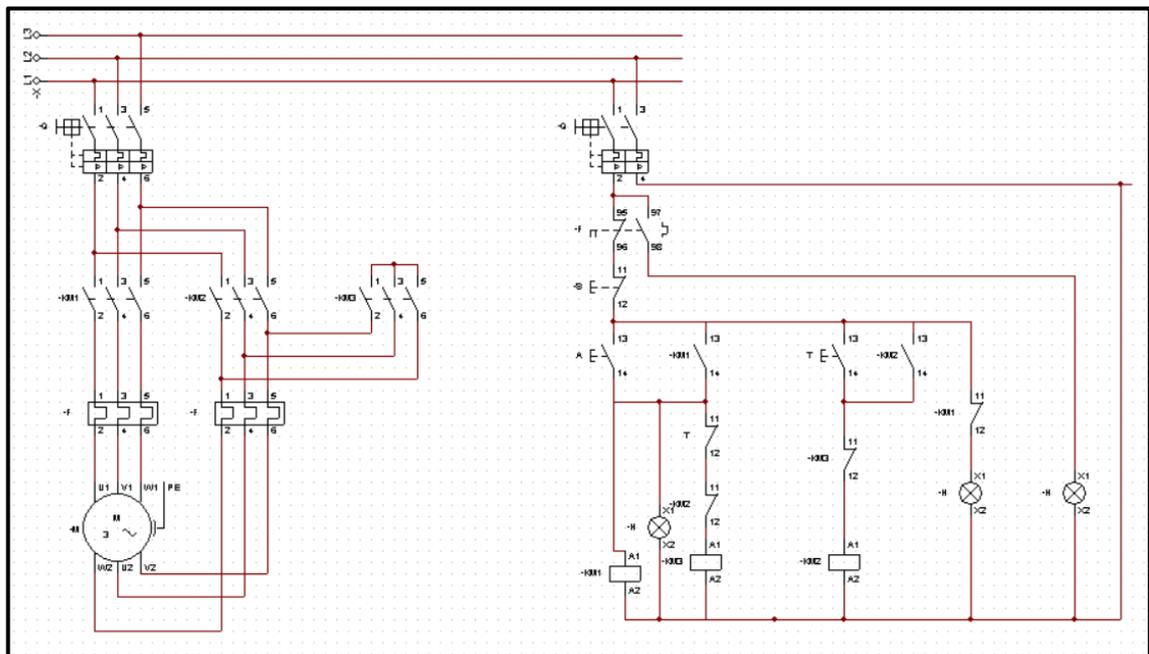


Figura 5.40. Circuito de fuerza estrella triángulo [46].

### 5.3.4. Arranque suave para motores trifásicos

El arranque suave es un dispositivo electrónico que permite controlar la tensión con la que se alimenta el motor cómo logra controlar la tensión escapa a los alcances de esta materia en la gráfica 5.41.

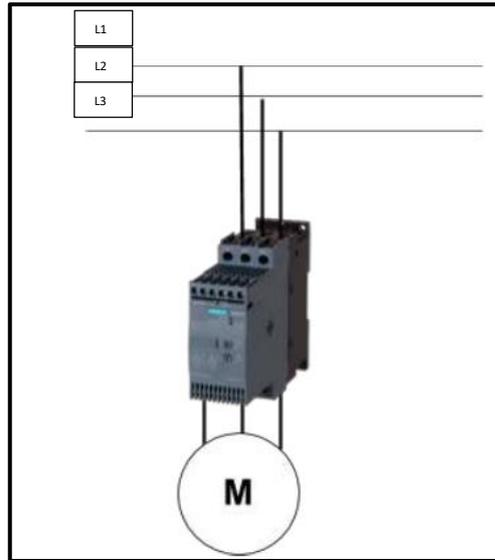


Figura 5.41. Esquema de la conexión de un arrancador suave usando el variador de frecuencia [47].

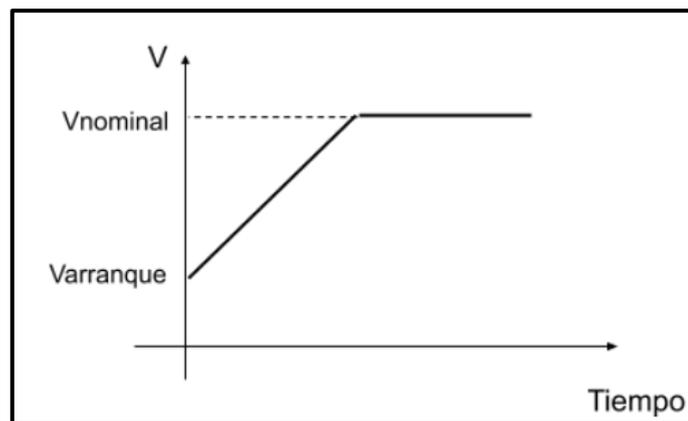


Figura 5.42. Arranque suave aumenta de forma progresiva la tensión aplicada al motor [47].

Con esto se logra que al inicio del arranque la tensión sea menor y la corriente de torque también sean menores a medida que aumenta la velocidad, se aumenta progresivamente la tensión y el torque, de esta forma se evitan elevados valores de corriente en el arranque y se lleva adelante un arranque suave, como contraparte, este método es más costoso que los anteriores.

#### A. Uso del variador de frecuencia en arranque suave.

En el transcurso del marco teórico se explicó, la velocidad síncrona en un motor de inducción dependiendo de la frecuencia de alimentación del sistema trifásico como se observa en la ecuación 5.2.

$$n_1 = f_1 \times 60 \text{ rpm (revoluciones por minuto)} \quad (5.2)$$

$f_1$ : Frecuencia 1 [Hz]

La frecuencia de la red eléctrica es 60 Hz la velocidad del rotor con el aparato tecnológico mostrado en la figura 5,43, o sea, a la que gira el motor, es menor que la sincrónica pero cercana, por lo tanto, variando la frecuencia de la tensión con la que se alimenta el motor es posible controlar su velocidad de giro.

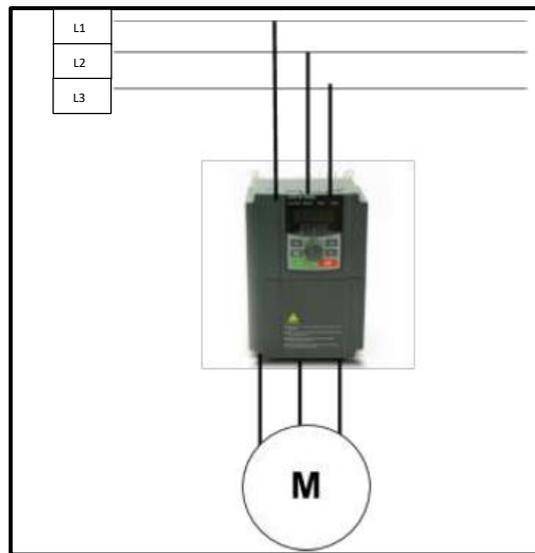


Figura 5.43. Esquema del conexionado unifilar en el variador de frecuencia [47].

## 5.4. DESCRIPCIÓN DE LAS CURVAS DE DISPERSIÓN DESARROLLADAS PARA CADA ARRANQUE DE MANERA LOCAL.

### 5.4.1. Arranque directo usando el logo V8.3 en motores trifásicos de 2hp

Los principales métodos de arranque, la curva de arranque y la comparación de las curvas de arranque para un motor eléctrico mediante el uso de diferentes métodos de arranque se presentan en la figura. Con esta compilación se puede formar una idea compacta acerca de la diferencia del consumo de corriente según el método de arranque usado como lo es el arranque directo, además de conocer el tiempo de arranque de 1 minuto, el esquema usado de forma real se encuentra en los anexos figura.

Un motor de jaula de ardilla cuyo estator posea un único devanado por el que circula una corriente alterna monofásica no podrá, según el teorema de Leblanc, arrancar por sí mismo, pues los dos campos magnéticos giratorios dan lugar a un par resultante nulo, al circular unas

corrientes de iguales valores eficaces y desfasadas entre sí  $90^\circ$  en el tiempo por unos devanados desfasados  $90^\circ$  eléctricos en el espacio se genera un campo magnético giratorio circular que hace girar al motor, el pico de arranque es 4,2 amperios.

La electricidad se cobra por kilowattio hora (kW/h), en cada país e incluso ciudad el precio varía por ejemplo en Ecuador se cobra según la cantidad de consumo hay rangos alto en el consumo, para tener una idea el costo en Ecuador es de 0.08 \$ (dólar), la mayoría de las empresas que se encargan de suministrar la energía eléctrica tienen cargos fijos de cobranza por alumbrado público, costos de mantenimiento y administrativos todos estos se suman al gasto por consumo eléctrico [48].

Se toma el pico de arranque como el 100 % del alcance para la intensidad de corriente 2,2 A es el valor estable en la figura 5,44 se relaciona con el 100 % y se encuentra el valor de 52,82 % que representa el porcentaje al que el sistema encuentra la estabilidad en un motor trifásico de 2hp, accionada la máquina de manera local y usando el circuito de accionamiento directo a partir de una conexión estrella.

En el caso de que la corriente de arranque original para arranque directo sea inaceptable en términos de efectos sobre la red a la que está conectado el motor, se puede inferir un criterio para diseñar el sistema, el cual surge de considerar al arranque satisfactorio si el pico de corriente en la conmutación no resulta mayor que el pico inicial como se muestra en la línea A que alcanza un pico de 4.2 A y se mantiene estable en corriente 2.2 A – 2.4A para motores trifásicos jaula de ardilla de 2 hp de no lograrse esto, se pierde el objetivo principal que es reducir la caída de tensión durante el arranque.

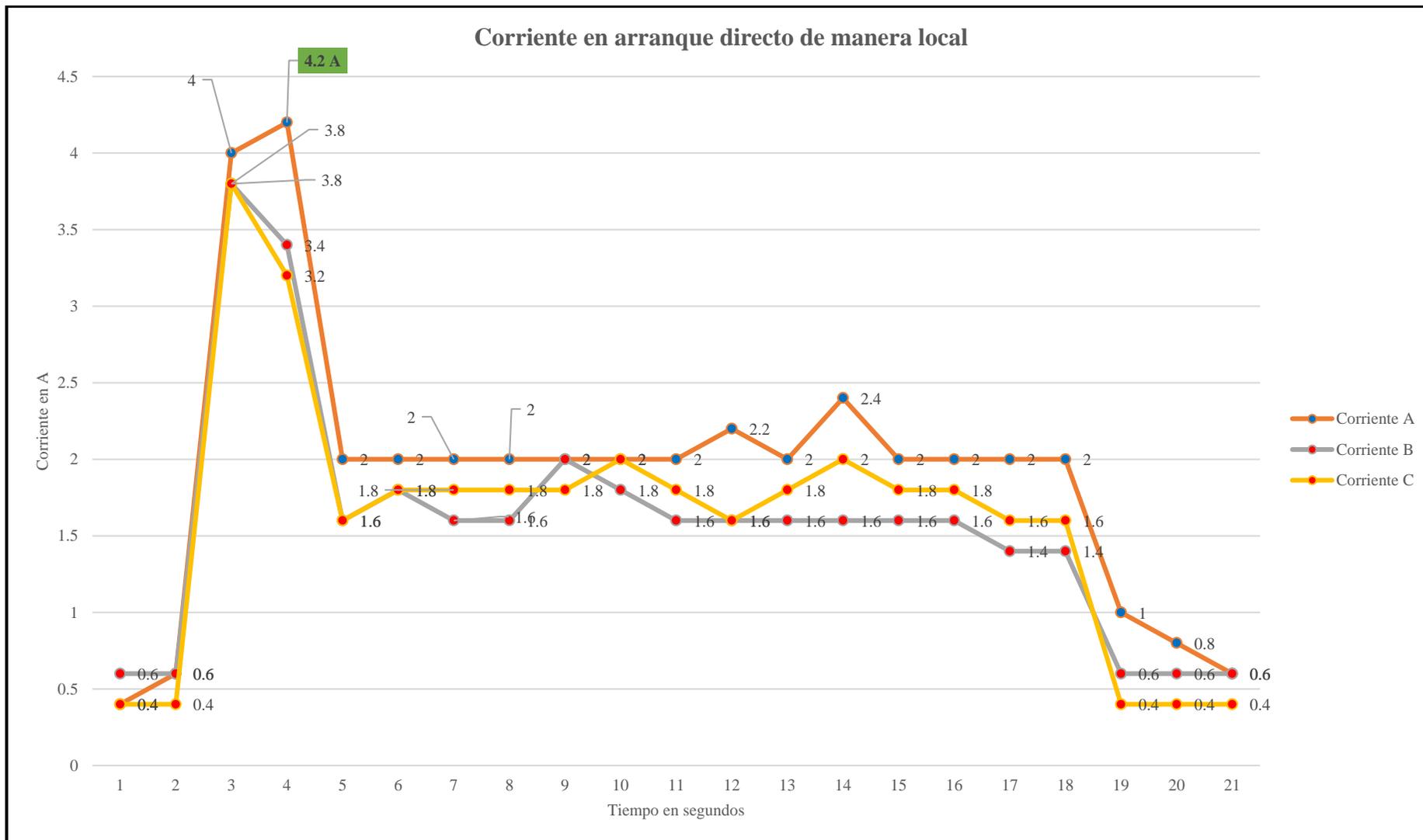


Figura 5.44. Arranque trifásico directo de manera local en función del tiempo en segundos y la corriente (I).

#### 5.4.2. Arranque estrella triángulo usando el logo V8.3 en motor trifásico de 2hp de manera local.

A continuación, en la tabla se resaltan algunas características fundamentales para el análisis de los diferentes aparatos que se usó para este tipo de arranque, una vez que el motor ha alcanzado la velocidad de régimen y disminuye sensiblemente la corriente, se aprecia el cambio de estrella a triángulo, en dicho cambio aparece un nuevo pico de corriente, cuyo valor puede ser muy grande alcanza 6.6 A estabilizándose en 2.2 A.

El valor de este pico de corriente depende de varios parámetros entre otros de la inercia que posea la carga a la que fue aplicada en el ensayo en todo caso la duración de este pico de corriente es de un semi-ciclo, es decir de alrededor de 10 milisegundos, la corriente de pico 6.6 A es el 100 % la estabilidad es 2.2 A y varía en un porcentaje de 33.33 %

Cuando se comparó con las soluciones anteriormente descritas, los variadores de frecuencia parecen ser, a primera vista, la solución más costosa en términos económicos esto se explica por el costo intrínseco del equipo y la necesidad de instalar otras medidas como apantallamiento de los cables del motor y filtros para compatibilidad electromagnética pero en algunos casos, la combinación de los siguientes factores conlleva en última instancia a un beneficio económico que convierte al variador de frecuencia en una solución conveniente.

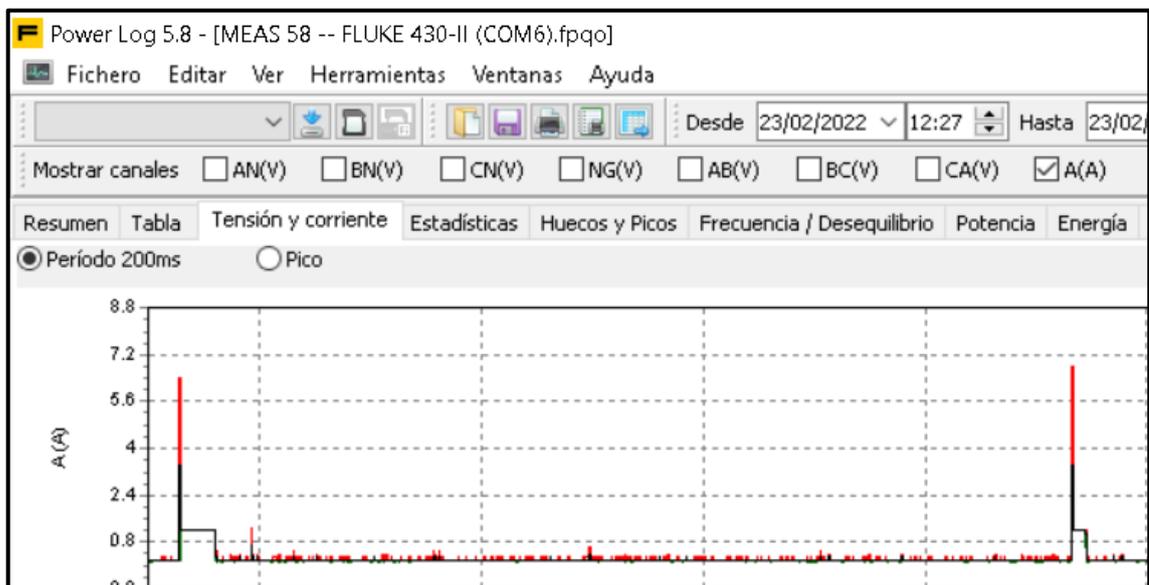


Figura 5.45. Picos de voltaje representados por las tres líneas en PowerLog.

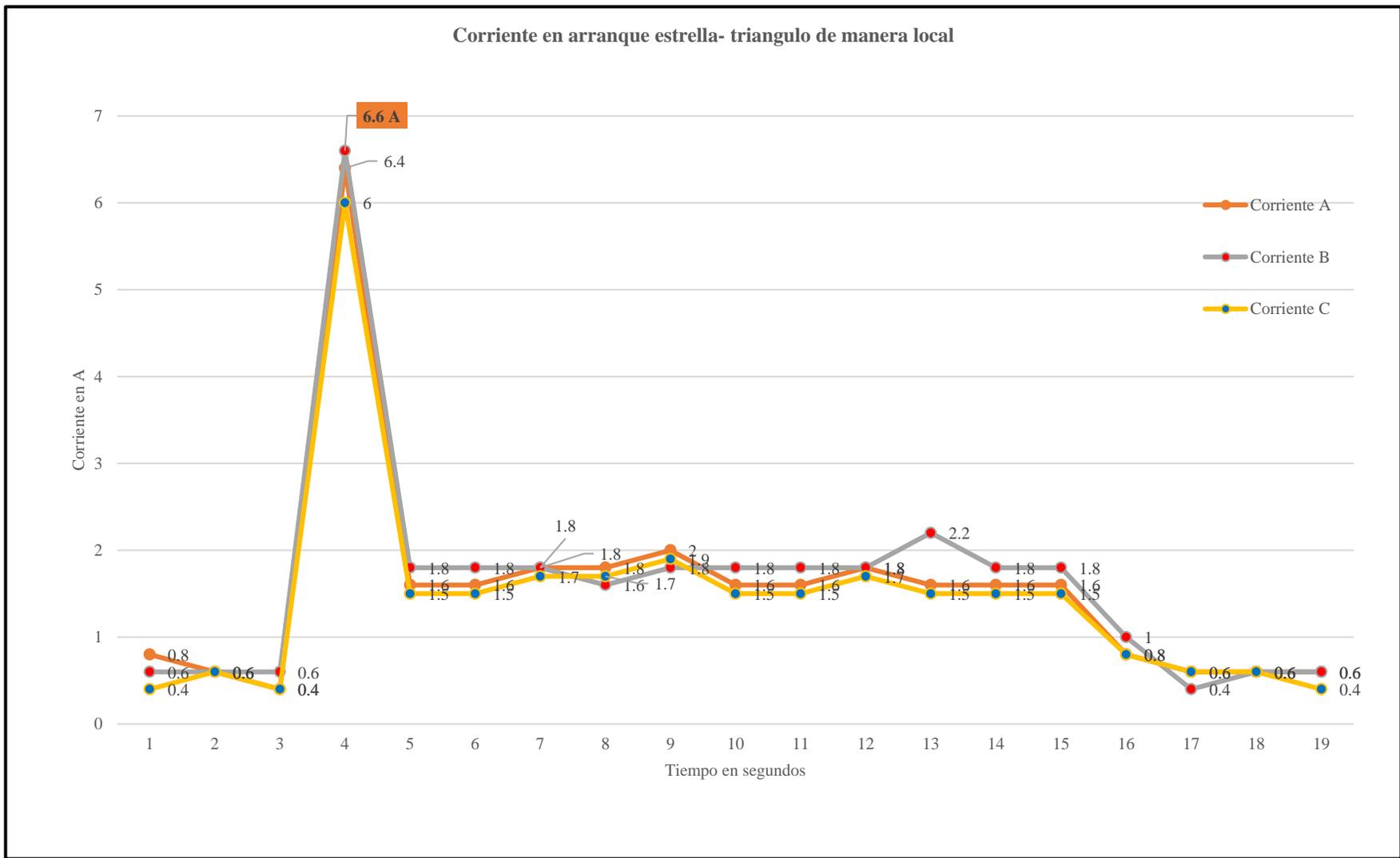


Figura 5.46. Arranque trifásico estrella triángulo de manera local en función del tiempo en segundos y la corriente (I).

### 5.4.3. Arranque usando el variador de frecuencia y logo V8.3 en motor trifásico de 2hp de manera local.

El arrancador suave (en inglés, soft starter) provee una solución a dichos problemas, ya que proporciona una tensión que crece en el tiempo en forma de rampa continua, libre de conmutaciones, consiguiendo así disminuir los picos de corriente de arranque y valores altos de cupla mecánica ya que las conmutaciones son eliminadas la tensión aplicada a los devanados estáticos del motor es entonces aumentada desde un valor prefijado hasta el valor nominal durante un tiempo también configurable

El arrancador suave también es capaz de controlar la detención de marcha del motor al realizar el proceso inverso (reducir progresivamente la tensión aplicada a terminales), en la figura 5.48, 5.49, 5.53, 5.54 y 5.55 se muestra el pico de corriente el cual alcanza 3.8 A se tomó como 100%, se mantiene estable en 2.2 A en la L2, en la L1 de 2.2 A - 2.8 A en altura junto a la línea L3, mitigada suavemente la distorsión en lapsos de 0.2 A por segundo obteniendo un 20% desde el pico de arranque.

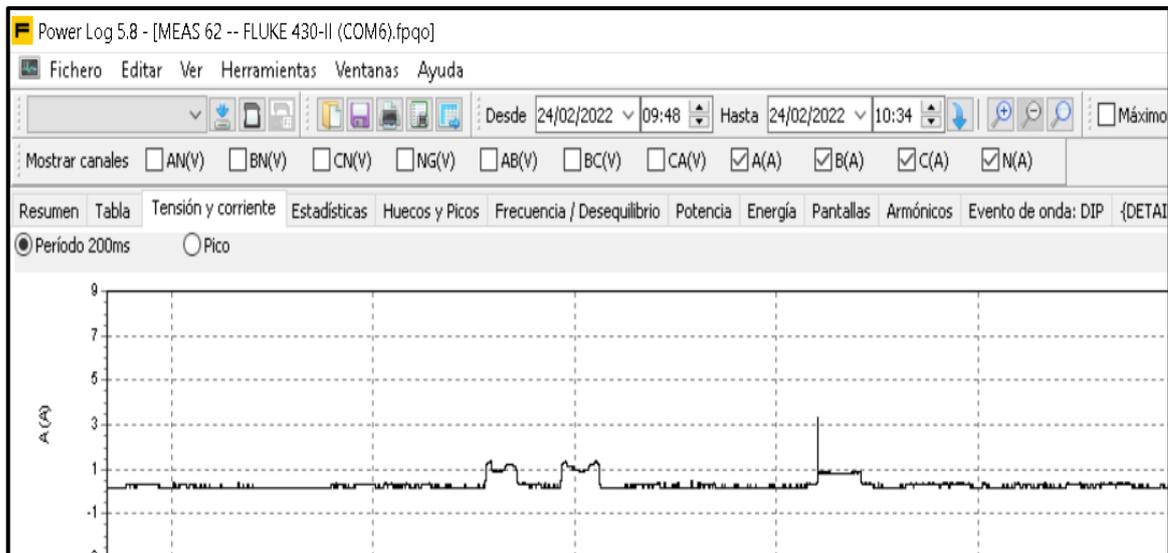


Figura 5.47. Señales en el pico de corriente respecto a la media realizada en Power Log.

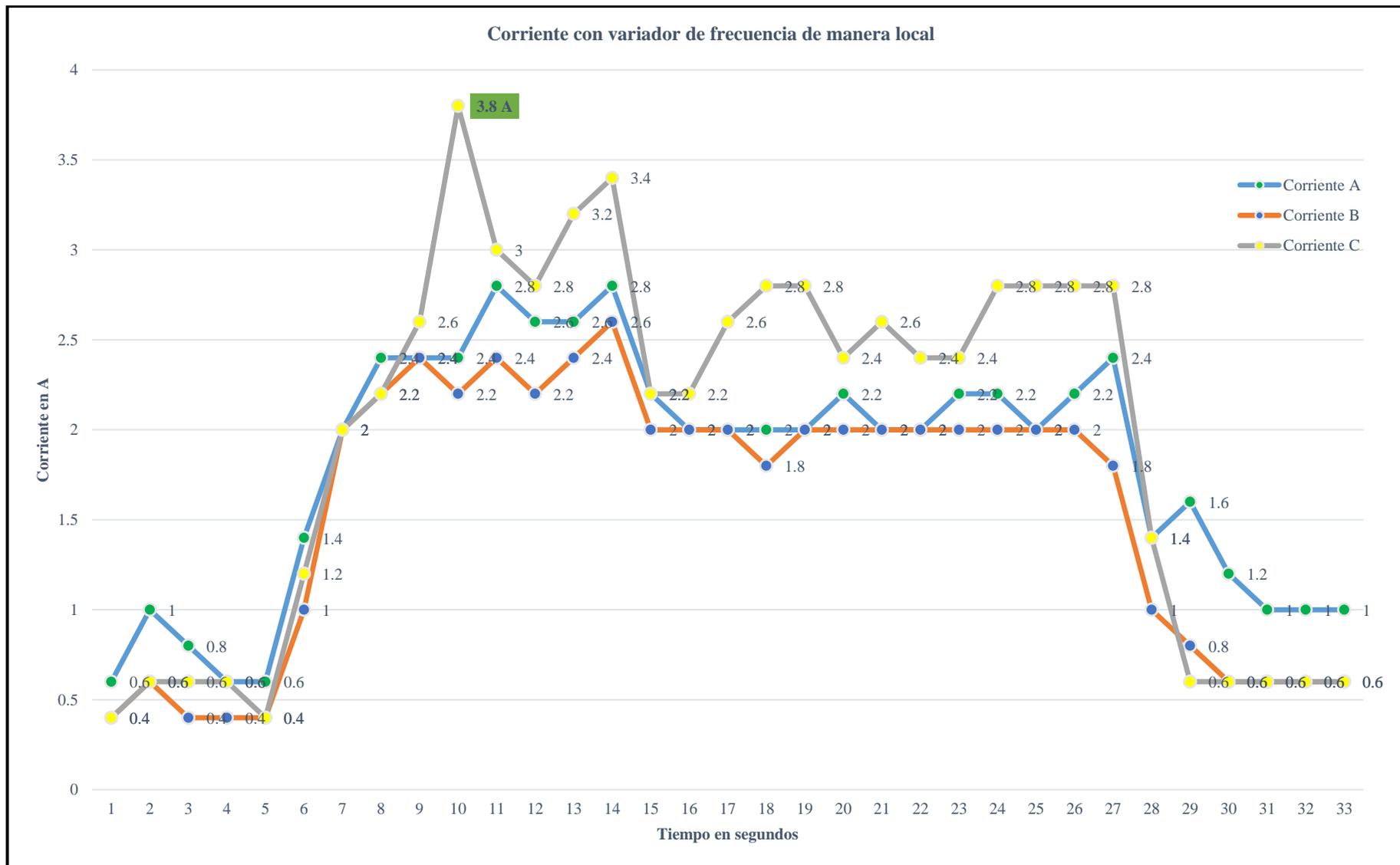


Figura 5.48. Arranque trifásico con variador de frecuencia de manera local en función del tiempo en segundos y la corriente (I).

#### 5.4.4. Picos de voltajes efectuado en cada arranque trifásico sin carga de manera local

La curva del par de un motor asíncrono alimentado por un sistema trifásico de tensiones de valor eficaz y de frecuencia constantes, cuyo devanado estatórico genera un campo magnético giratorio perfectamente circular y que no tiene pérdidas mecánicas es la representada en la curva, si la tensión de alimentación disminuye (curva a de la Figura 5.47), el par máximo que puede suministrar la máquina disminuye, pero no varía la velocidad a la que el motor proporciona dicho par máximo en 217,91 V.

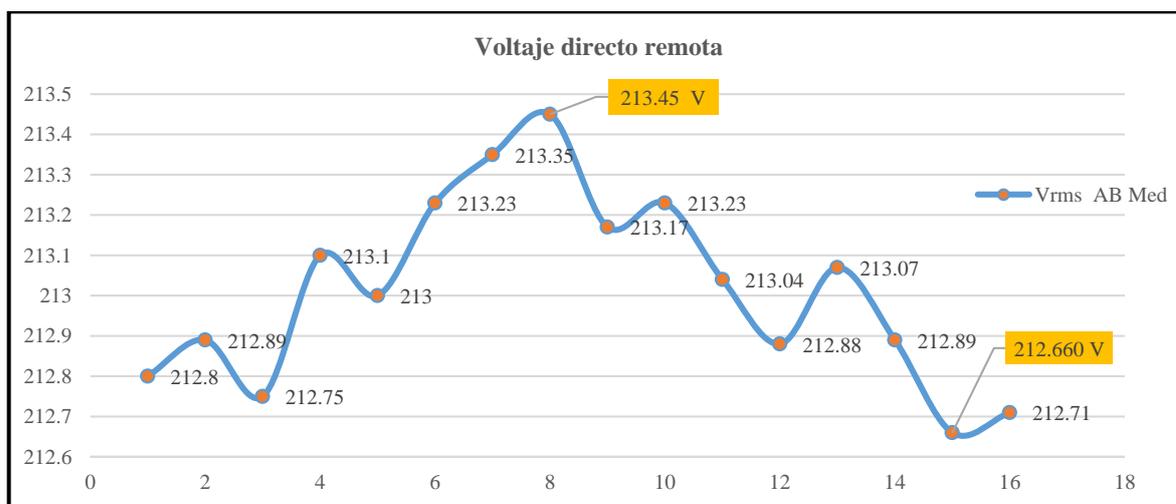


Figura 5.49. Arranque trifásico de manera local en función del tiempo en segundos y el voltaje en la línea AB (V).

Los voltajes variables y fijos suelen tener un comportamiento diferente, en ocasiones sus valores tendrán una ligera variación dependiendo de la calidad de los dispositivos de medición, la pureza del material de las cargas en este caso no posee carga, entre otros. En el voltaje de línea, los valores entre los terminales fijos y variables no cambian, en ambos casos se tiene un aproximado de 216V mostrado en la figura 5.47, su voltaje dependerá de los terminales escogidos, ya que podría variar entre línea-línea o línea-neutro.

Si desea crear un nivel de voltaje de cualquier magnitud, simplemente establezca regiones de carga positiva y negativa a mayor voltaje requerido, mayor será la cantidad de carga positiva y negativa, a energía consumida dependería de dónde se encuentre en el trayecto, por tanto, la posición de la carga es un factor cuando se determina el nivel de voltaje en cada punto del trayecto tomando el punto 216,57 V como estabilidad en la fase y decae en 212,64 V.

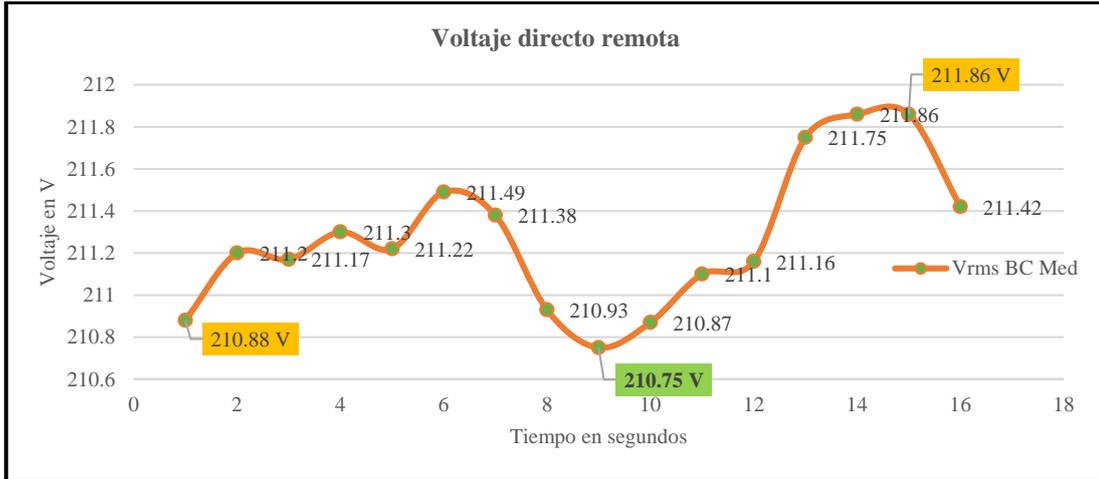


Figura 5.50. Arranque trifásico de manera local en función del tiempo en segundos y el voltaje en la línea BC (V).

Como la energía potencial asociada con un cuerpo está definida por su posición, a menudo se aplica el término potencial para definir niveles de voltaje. Por ejemplo, la diferencia de potencial es de 4 V entre los dos puntos, o la diferencia de potencial entre un punto y tierra es de 12 V, en la figura 5.49 se muestra ese desfase en caída y elevación de tensión en cuanto a la conexión de la línea 220 V la cual esta empleada en el motor triásico.

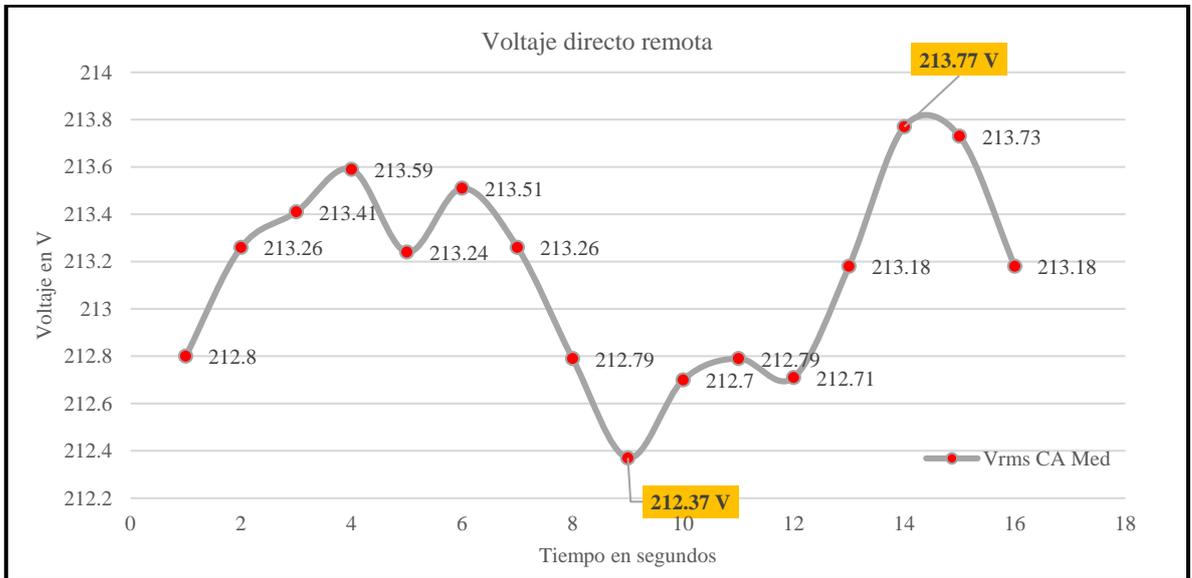


Figura 5.51. Arranque trifásico de manera local sin carga en función del tiempo en segundos y el voltaje en la línea CA (V).

**5.4.5. Análisis técnico y económico de corriente en arranque trifásico de manera local con potencia de 2hp.**

**A. Costos pico de arranque directo de forma local**

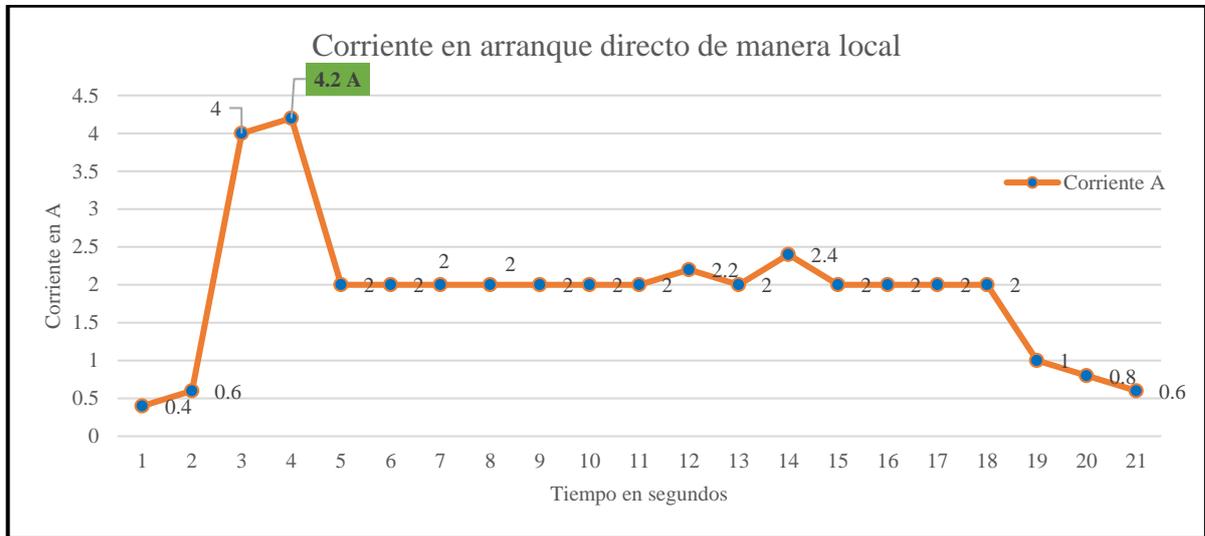


Figura 5.52. Pico en la corriente de arranque directo de manera local

Corriente 4,2 A

Voltaje 216,57V

Potencia  $\sqrt{3} * V * I = 1,5753kW * 0,00002222\$/seg = 0,00003500kW\$/seg$

**B. Costos pico de arranque estrella - triangulo de forma local**

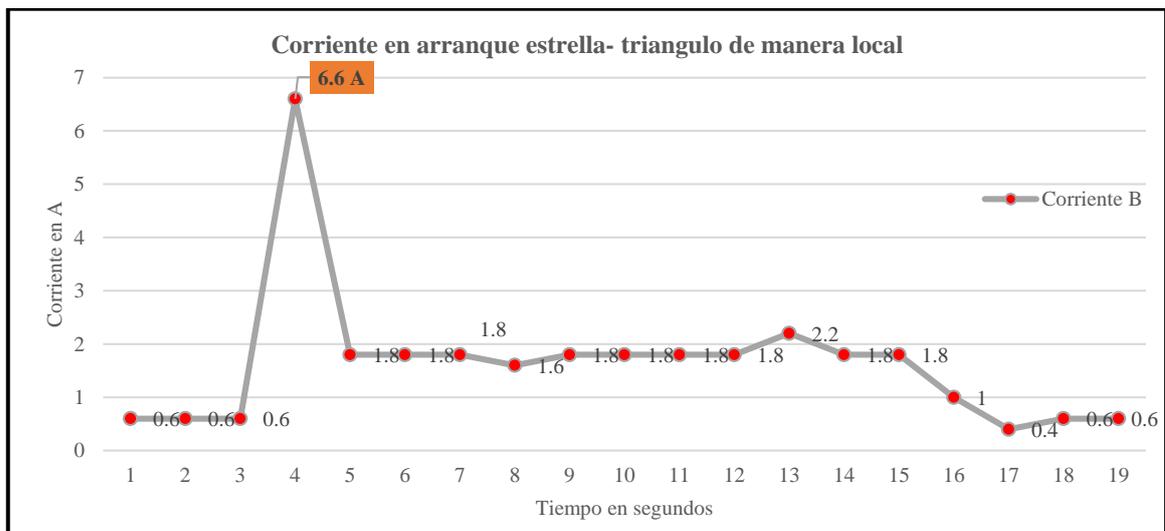


Figura 5.53. Pico de Corriente en arranque estrella- triangulo de manera local.

Corriente 6,6 A

Voltaje 216,57V

Potencia  $\sqrt{3} * V * I = 2,4756kW * 0,00002222\$/seg = 0,00005500KW\$/seg$

C. Costos de pico en arranque con variador de frecuencia en comunicación local

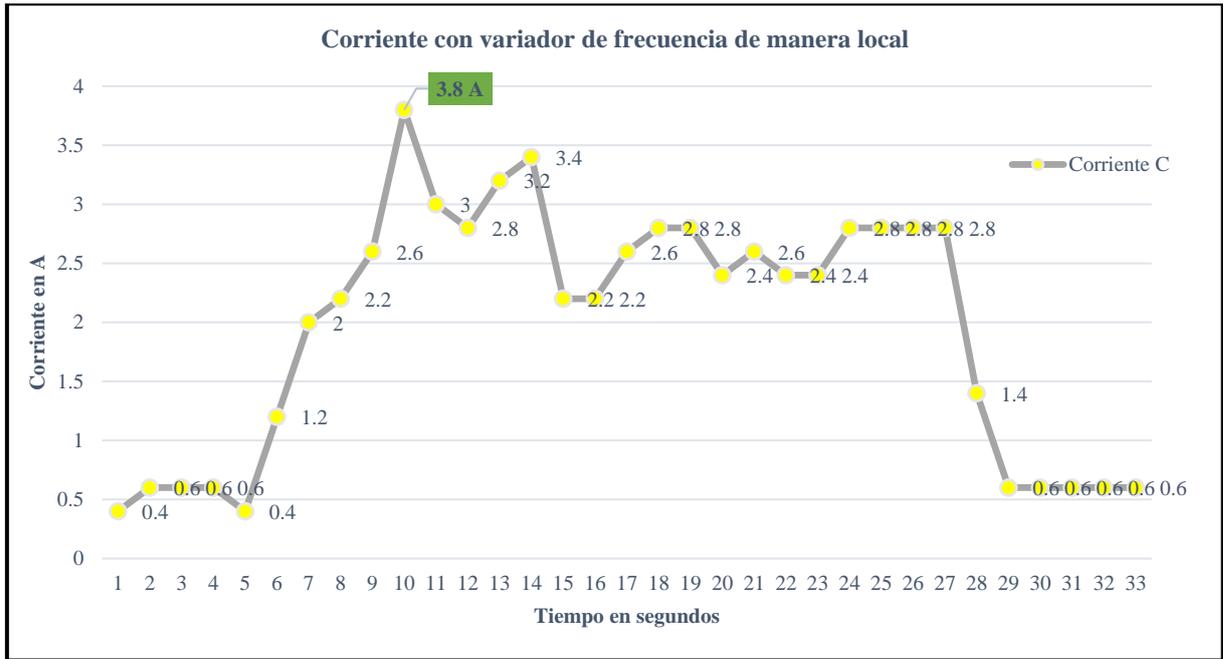


Figura 5.54. Pico de Corriente con variador de frecuencia de manera local.

Corriente 3,8 A

Voltaje 216,56 V

Potencia  $\sqrt{3} * V * I = 1,4253kW * 0,00002222\$/seg = 0,00003167kW\$/seg$

Tabla 5.26. Porcentaje de tablas corriente y voltaje en arranques trifásicos

CORRIENTE DE FORMA LOCAL		
	Porcentaje	Costo
Arranque directo	52,82 %	0,0000349kW/seg
Arranque estrella-triángulo	33,33 %	0,0000350kW/seg
Arranque usando variador de frecuencia	78,94 %	0,0000316kW/seg

## 5.5. DESCRIPCIÓN DE LAS CURVAS DE DISPERSIÓN DESARROLLADAS PARA CADA ARRANQUE DE MANERA REMOTA.

### 5.5.1. Arranque directo en motor trifásico de 2hp usando el logo V8.3 de manera remota.

La plataforma remota para el Control y Monitoreo del Arranque de un motor trifásico vía Web o software como el logo Soft la cual se intercomunica con un cable ethernet, su objetivo es reemplazar a los laboratorios reales y ahorrar con un registro de entrada de cada uno de ellos. Esto se realizó a través de un variador de frecuencia que permite arrancar el motor por medio del cual se controlará el arranque del motor, como elementos adicionales se utilizó una computadora que permite monitorear el motor y el tablero de control.

Las principales características de la plataforma remota son que permite arrancar el motor en tres diferentes frecuencias dependiendo de la combinación del bornero de control del variador de frecuencia y adicionalmente permite cambiar el giro del motor, con ayuda del analizador de redes se logró lecturas de parámetros como los que se muestran en la figura 5.53 con un pico de corriente de 4.8 A su variación es en cuanto a un 50 % mismo que de manera local.

2.14 % (f)	2.18 % (f)	2.22 % (f)	1.9 % (f)	1.92 % (f)	1.96 % (f)	1.89 % (f)
18.33 % (f)	19.8 % (f)	22.23 % (f)	20.65 % (f)	38.32 % (f)	69.43 % (f)	15.94 % (f)
0.6 A	0.6 A	0.8 A	0.2 A	0.2 A	0.4 A	0.4 A
0 W (f)	0 W (f)	0 W (f)	0 W (f)	0 W (f)	0 W (f)	0 W (f)
20 var	20 var	20 var	0 var	0 var	0 var	20 var
99	0	0	99	0	0	99
		0.00 Wh (f)			0.00 Wh (f)	
20 VA (f)	20 VA (f)	30 VA (f)	10 VA (f)	10 VA (f)	10 VA (f)	20 VA (f)
115.25 V (f)	115.57 V (f)	115.73 V (f)	122.46 V (f)	122.81 V (f)	123.08 V (f)	131.2 V (f)
213.11 V (f)	213.68 V (f)	214.08 V (f)	211.33 V (f)	211.96 V (f)	212.41 V (f)	213.3 V (f)
0.2 A (f)	0.2 A (f)	0.2 A (f)	0.1 A (f)	0.1 A (f)	0.2 A (f)	0.2 A (f)
59.958 Hz (f)	59.958 Hz (f)	59.958 Hz (f)				

Figura 5.55. Datos extraídos del Software Power Log.

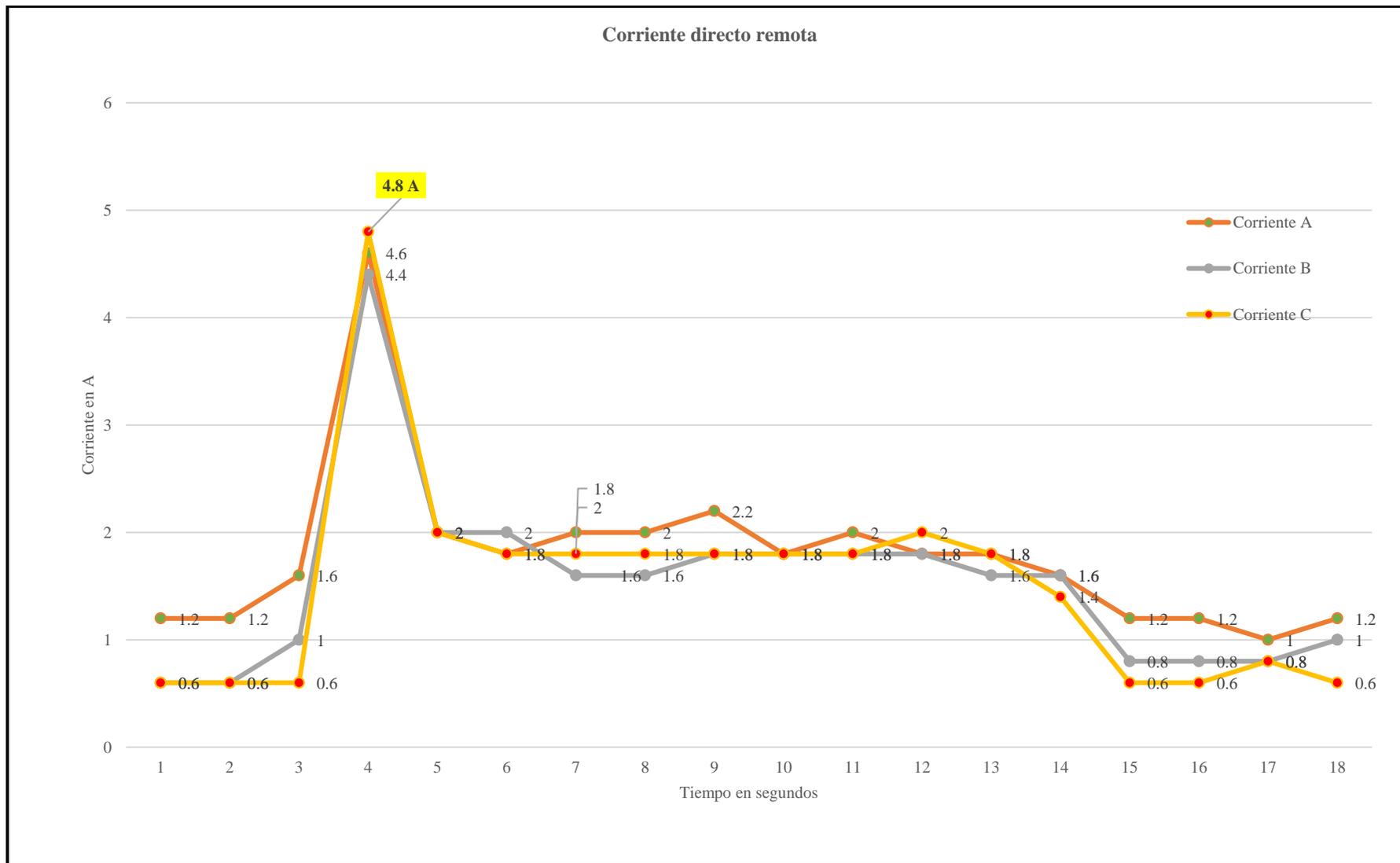


Figura 5.56. Arranque trifásico directo de manera remota en función del tiempo en segundos y la corriente (I).

**5.5.2. Arranque estrella triángulo en motor trifásico de 2hp de manera remota.**

Una vez representado y analizado el efecto de la corriente transitoria de arranque de un motor se pueden estudiar posibles métodos de aminorar este efecto, existe en la industria diferentes formas de acometer dicha mejora la práctica en su totalidad está basada en la disminución de la tensión a la máquina durante el tiempo de duración, por su simplicidad y economía, el mayoritariamente utilizado es el método de arranque denominado estrella triángulo, siguiendo lo expuesto en los apartados de la figura 5.54, donde nos demuestra el pico de corriente en el arranque.

Un requisito fundamental es que la tensión de funcionamiento de las bobinas del motor, en régimen permanente, coincide con la tensión nominal de la línea de alimentación el modo correcto de funcionamiento de la máquina eléctrica sería en configuración triángulo existen infinidad de aplicaciones en motores industriales que se conectan en configuración triángulo, dado que como se acaba de demostrar, al efectuar un arranque estrella triángulo, su funcionamiento en régimen de trabajo es triángulo.

En el entorno industrial se emplea los automatismos industriales a base de contactores, el funcionamiento de estos queda fuera del alcance de este trabajo, el uso de estos aparatos permite montar un circuito con 3 contactores que permitan el cambio de estrella a triángulo en un plazo de tiempo muy corto, durante el cual el motor no le da tiempo a descender su velocidad de forma apreciable del esquema de montaje son los del anexo B.5.

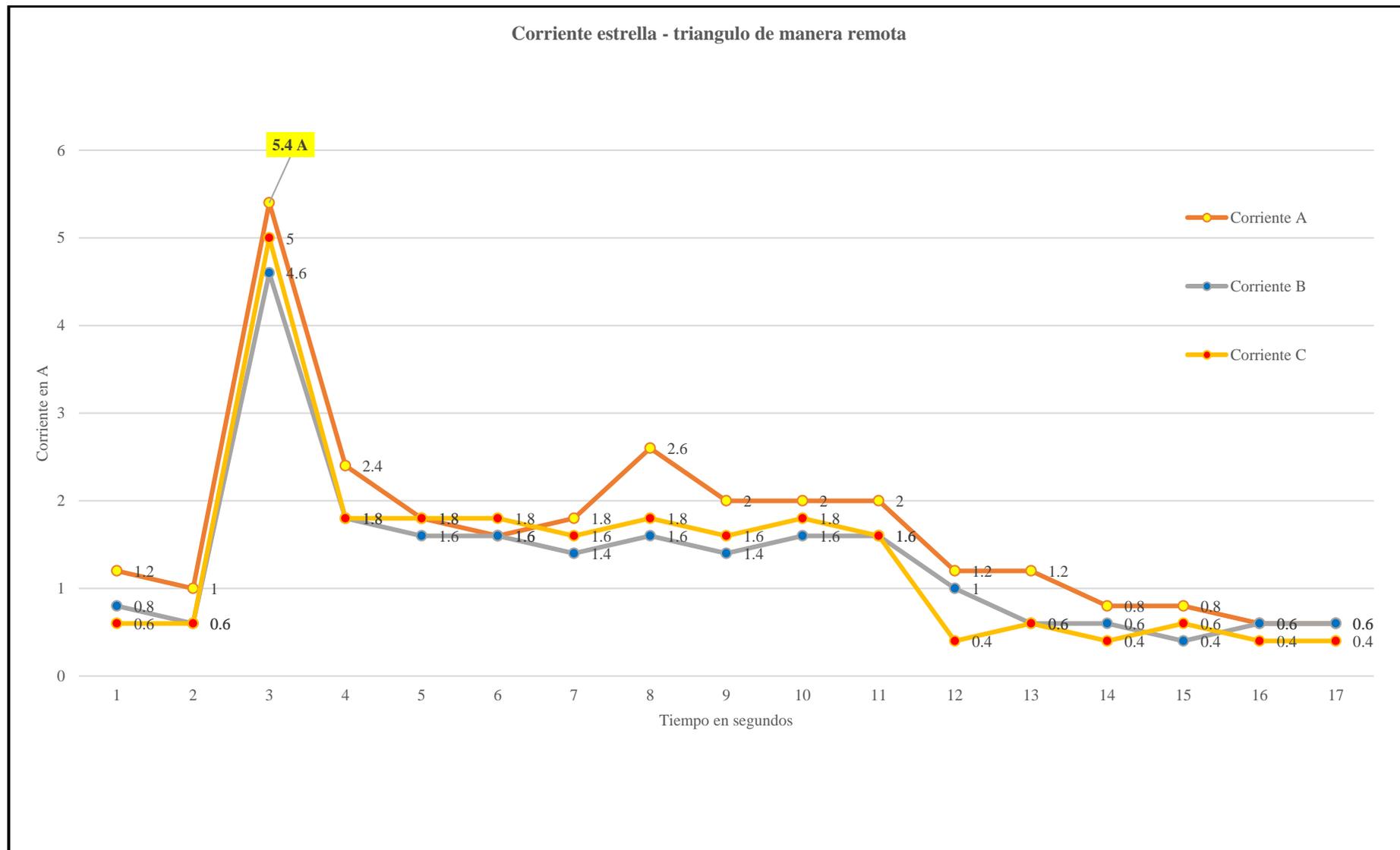


Figura 5.57. Arranque trifásico estrella triángulo de manera remota en función del tiempo en segundos y la corriente (I).

5.5.3. Arranque usando el variador de frecuencia y logo V8.3 en motor trifásico de 2hp de manera remota.

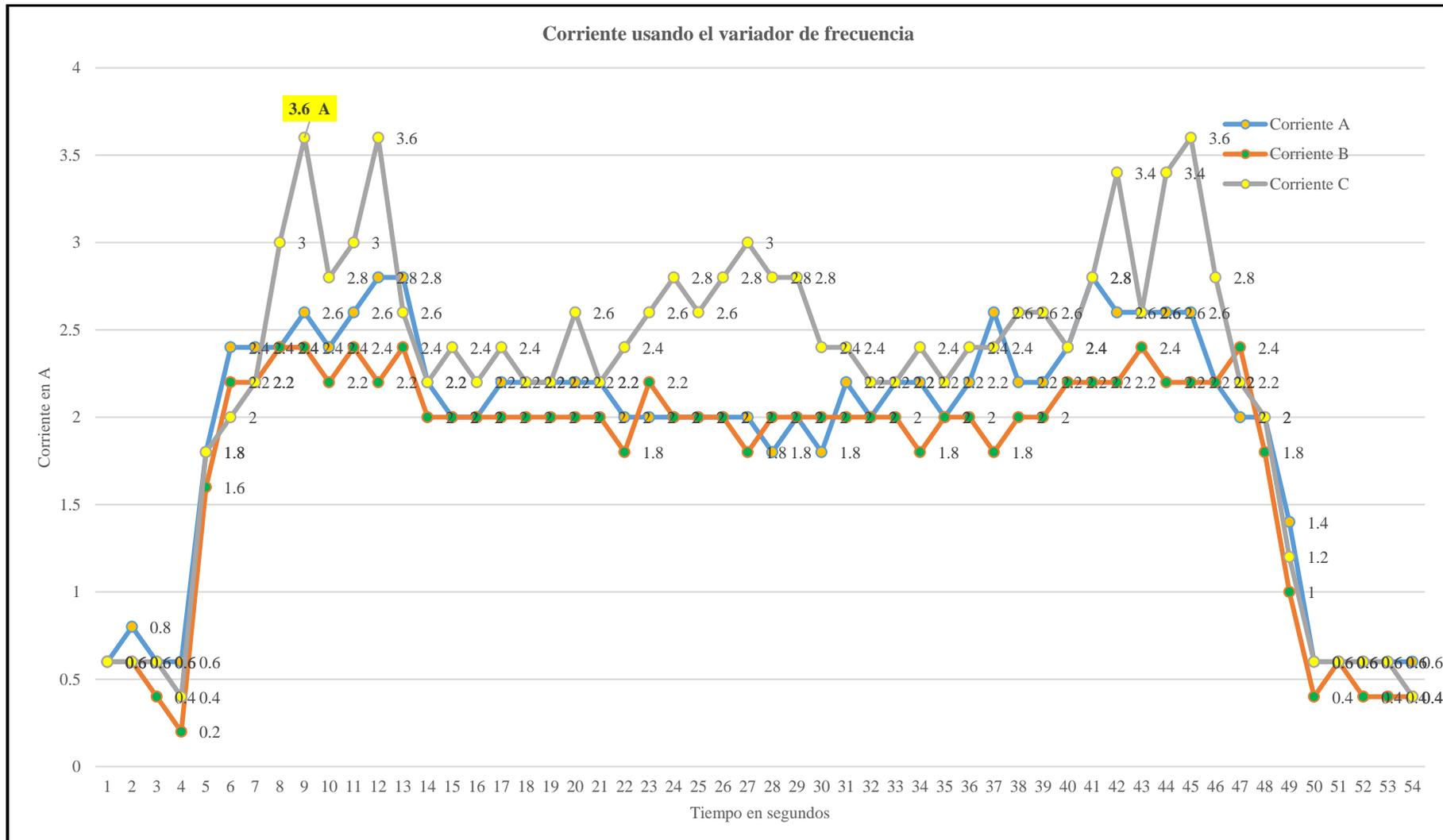


Figura 5.58 Arranque trifásico usando el variador de frecuencia a manera remota en función del tiempo en segundos y la corriente (I).

**5.5.4. Comportamiento en los picos de voltaje para arranques trifásicos de manera remota.**

Se describió el voltaje a partir de la figura 5.56, se muestra el voltaje estándar de 217,63 V sufriendo en el segundo 11 la caída de tensión con voltaje de 215,52 V que con respecto a los arranques de forma local pertenecen al mismo por el uso de la misma red esta onda pertenece a Vrms AB, en la figura 5.57 se notan las mismas variables en relación a la onda BC mostrando el estándar y caída de tensión.

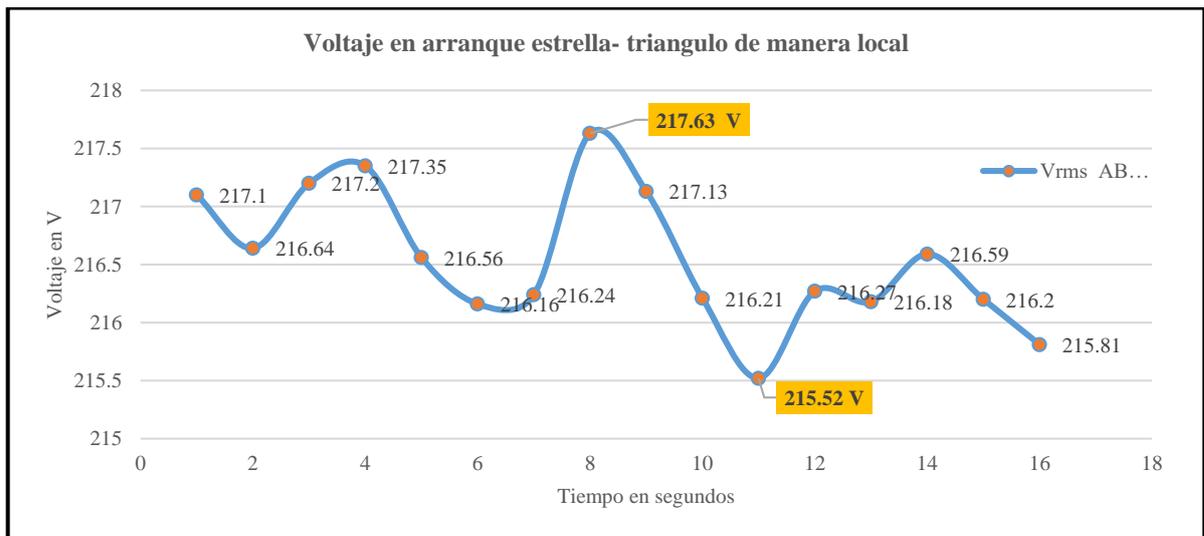


Figura 5.59. Arranque trifásico de manera remota en función del tiempo en segundos y el voltaje (V) en la fase AB.

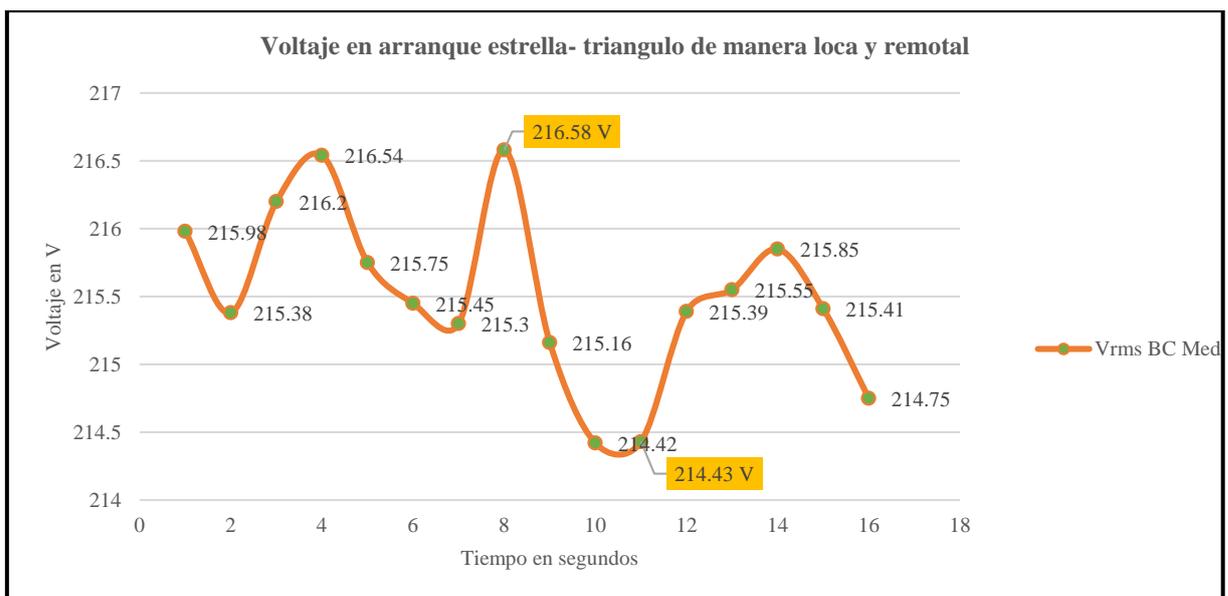


Figura 5.60. Arranque trifásico de manera remota en función del tiempo en segundos y el voltaje (V) en la fase BC.

Tal como se toma en la figura 5.58 que describe los mismos detalles con caída de tensión correspondientes a la red en uso.

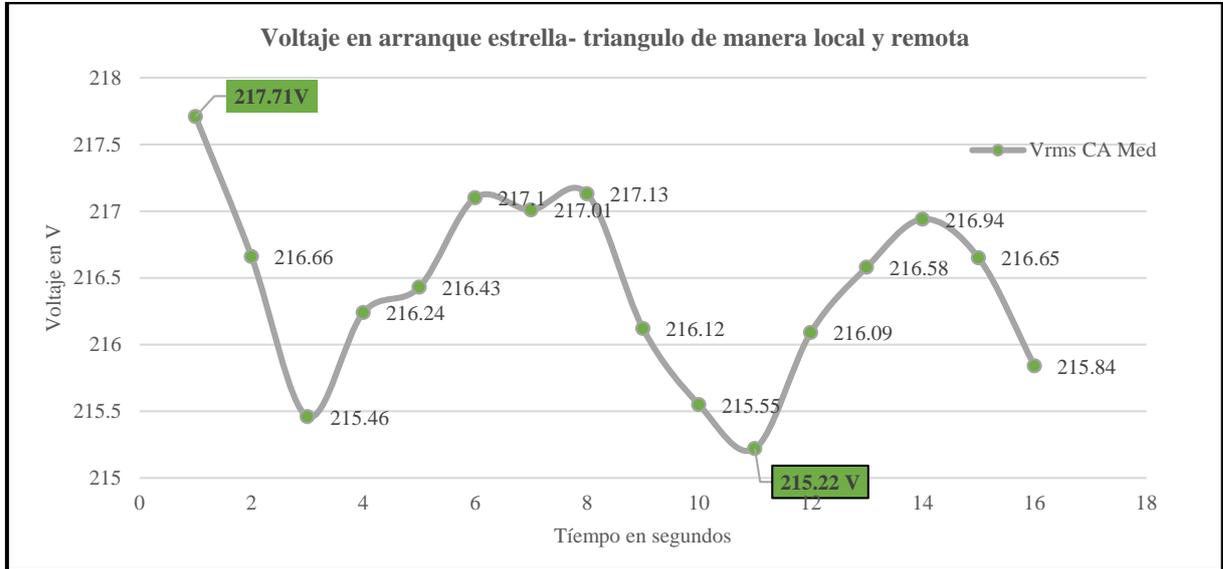


Figura 5.61. Arranque trifásico de manera remota en función del tiempo en segundos y el voltaje (V) en la fase CA.

### 5.5.5. Análisis técnico y económico de corriente en arranque trifásico de manera remota para motor de 2hp.

#### A. Arranque directo de manera remota y costo

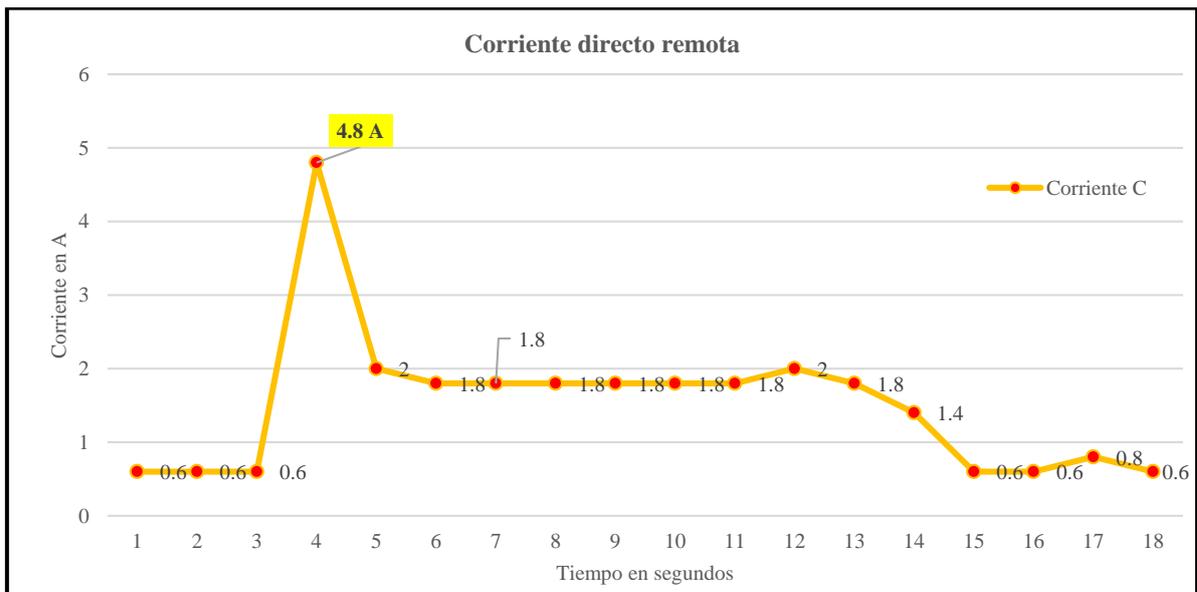


Figura 5.62. Representación del pico en corriente directa de forma remota.

Corriente 4,8 A

Voltaje 216,57V

Potencia  $\sqrt{3} * V * I = 1,8005kW * 0,00002222\$/seg = 0,00003997KW\$/seg$

B. Costos pico de arranque estrella-triángulo de forma remota.

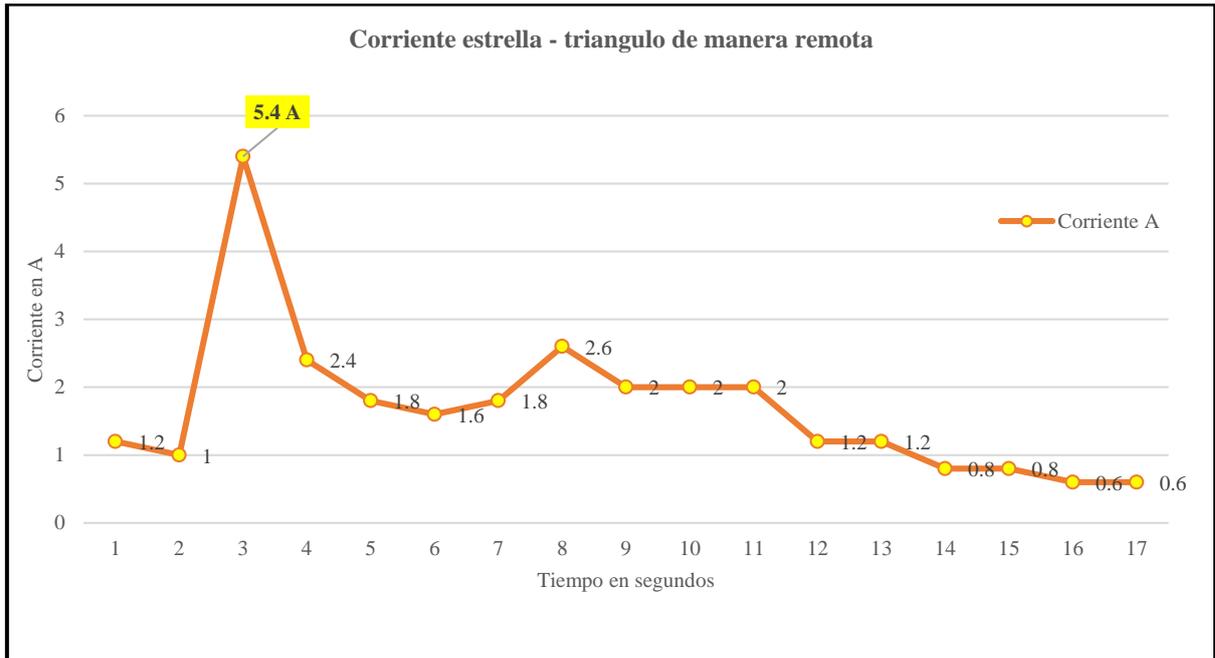


Figura 5.63. Representación del pico en configuración estrella - triángulo de forma remota.

Corriente 5,4 A

Voltaje 216,57V

Potencia  $\sqrt{3} * V * I = 2,4757kW * 0,00002222\$/seg = 0,00002025kW\$/seg$

C. Costos pico de arranque usando el variador de frecuencia en comunicación remota.

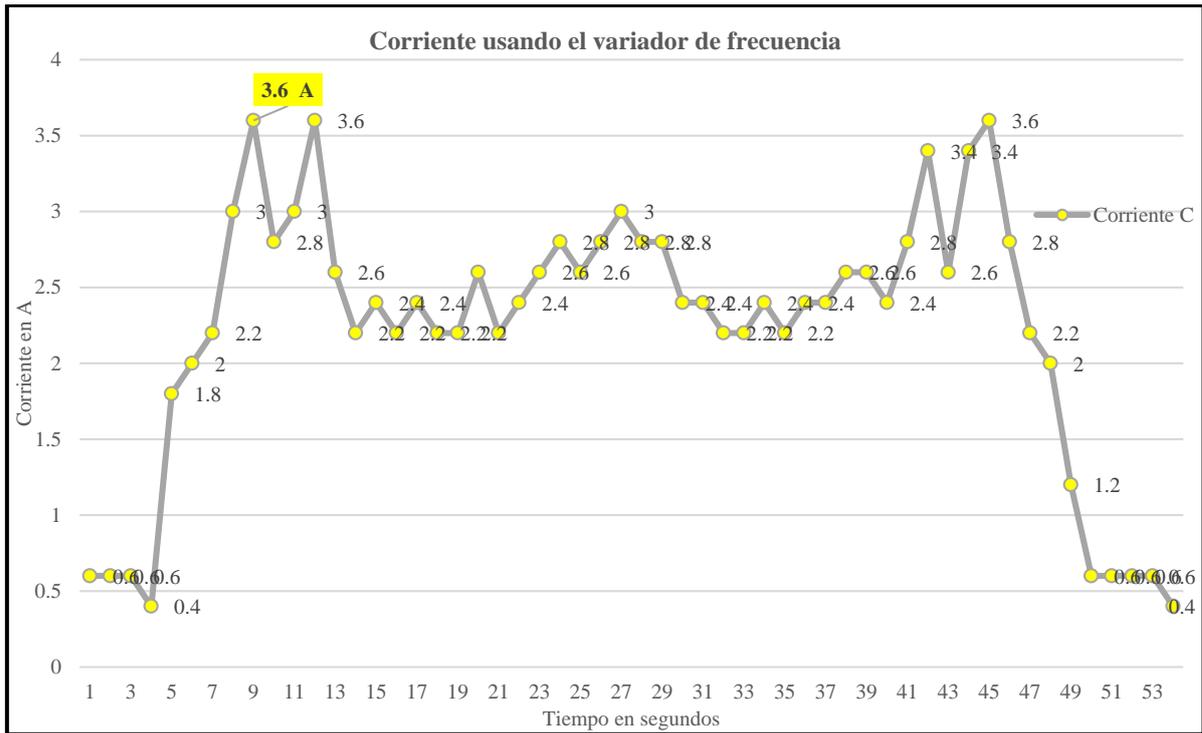


Figura 5.64. Pico de corriente usando variador de frecuencia en forma remota.

Corriente 3,6 A

Voltaje 216,56 V

Potencia  $\sqrt{3} * V * I = 1,35039kW * 0,00002222\$/seg = 0,00002997kW\$/seg$

$$COSTO = 1kW * h = 0,08\$ \quad (5.4)$$

$$COSTO = 1kW . seg = 0,00002222\$ \quad (5.5.)[48].$$

Tabla 5.27. Porcentaje de tablas corriente y voltaje en arranques trifásicos de forma remota

CORRIENTE DE FORMA REMOTA		
	Porcentaje	Costo
Arranque directo	41,66 %	0,00003997KW\$/seg
Arranque estrella-triángulo	44,44 %	0,00002025kW\$/seg
Arranque usando variador de frecuencia	86,33 %	0,00002997kW\$/seg

## **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1. CONCLUSIONES**

- Se ha encontrado que el arranque directo es usado normalmente para motores de jaula de ardilla que requieren un alto par de arranque con base en las simulaciones en el Software CADE SIMU se determinó que la corriente de arranque directo es 5 veces el valor nominal de placa, lo cual es desfavorable y no óptimo el arranque estrella triángulo reduce la fuerza e intensidad de arranque a la tercera parte de la fuerza de absorción en comparación con un arranque directo, esta reducción también ocurre en el par, generalmente se utiliza en los compresores de aire comprimido un arranque suave.
- El arranque estrella-triángulo reduce la corriente de arranque en los motores trifásicos, ya que, la configuración triángulo puede ser 5 veces mayor a la carga total de demanda causando daños a equipos sensibles. La configuración estrella reducirá el voltaje a un 58% y la corriente en la bobina a un 33%, en comparación a la configuración triángulo, además de la reducción del par o torque alrededor de un 33%.
- Mediante el análisis realizado a partir de los datos tomados del analizador de redes se determinó que existe una caída de tensión en la línea BC al realizar el arranque directo en configuración estrella, por lo tanto, se concluye que el variador de frecuencia es el método más eficaz en los diferentes arranques de los motores eléctricos trifásicos, ya que, no poseen picos de corriente reduciendo las afectaciones de los armónicos en la red, extendiendo la vida útil de los componentes mecánicos.

### **6.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda consultar fuentes relacionados a los tipos de arranques en motores trifásicos para una operación y uso eficiente, ya que, esto puede asegurar la vida útil de los motores eléctricos siendo también motivos fundamentales en el campo técnico, económico y ambiental.
- En caso de requerir mayor precisión en el control de motores eléctricos trifásicos se recomienda utilizar arrancadores electrónicos para controlar el tiempo de arranque y obtener corrientes de arranque más baja.
- Para realizar la conexión correcta en el analizador de redes y alimentar los motores es necesario conocer las características de placa con la finalidad de evitar averías o malos funcionamientos.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

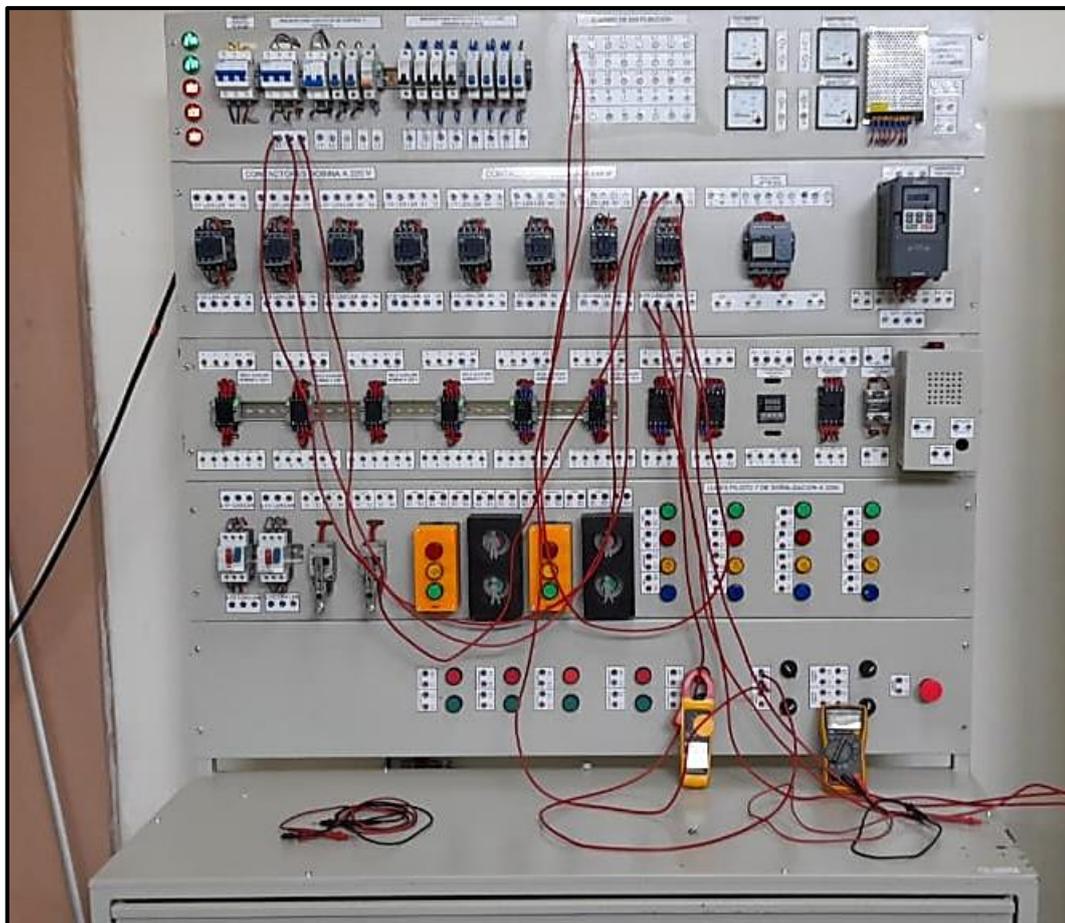
- [1] A. L. Farina, “Motores eléctricos trifásicos: usos, componentes y funcionamiento,” Ed. SRL, p. 5, 2018.
- [2] N. M. Balcázar Olivos and C. L. Seminario Llaque, “Facultad De Ingeniería, Arquitectura Y Urbanismo Escuela Profesional De Ingeniería Industrial,” 2016.
- [3] C. D. E. I. Eléctrica and S. E. N. Matlab, “Estudio y análisis de estabilidad de las máquinas de inducción, aplicando simulación en Matlab,” 2013.
- [4] D. S. Castellanos Villa and D. A. Sotomayor Cardenas, “Diseño Y Construcción De Un Banco De Pruebas Para La Detección De Fallas En Motores De Inducción Trifásicos,” p. 29, 2016.
- [5] A. A. Ruíz and P. T. Aldas, “Implementación de una estación de medición y análisis de señal analógica en métodos de arranque a tensión reducida de motores trifásico en el laboratorio de electrónica de la Facultad de Mecánica - ESPOCH,” Fac. Mecánica, 2014.
- [6] E. Energ and S. Industrial, Programa de Eficiencia Energética Regional en los Sectores Industrial y Comercial en Centroamérica. .
- [7] “Motores eléctricos de Corriente Continua y Corriente Alterna: Diferencias,” MOTOREX, Aug. 01, 2020. <https://www.motorex.com.pe/blog/cual-es-la-diferencia-entre-los-motores-electricos-ca-y-cc/> (accessed Feb. 10, 2022).
- [8] S. Control and U. V. Relation, “Control de velocidad mediante relación voltajefrecuencia,” Sci. Tech., vol. XVI, no. 49, pp. 19–24, 2011, doi: 10.22517/23447214.1459.
- [9] T. Chalá and V. García, “Pérdidas en distribución de energía eléctrica,” Análisis en los primarios Distrib. las Sube. no. 02, no. 10, no. 12, no. 32 y no. 53 Perten. a la Empres. Eléctrica Quito S.A. para reducir pérdidas, pp. 1–11, 2012, [Online]. Available: [http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1898/2/01 Perdidas en distribucion.pdf](http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1898/2/01%20Perdidas%20en%20distribucion.pdf).
- [10] M. D. E. J. D. E. Ardilla, “f p C = C =  $\omega$ ,” pp. 1–30.
- [11] “Reduzca los costes operativos y disminuya las emisiones contaminantes Eficiencia energética y motores eléctricos,” FLUKE, vol. 32, no. 11/2016, pp. 7–15, Jun. 2016, Accessed: Feb. 10, 2022. [Online]. Available: <http://www.electrosnecastilla.es/recursos/Noticias/6008469a-es-motor-analyzer-booklet-2016-w.pdf>.
- [12] J. R. G. S. 2 y P. R. V. F. LastNameGabriel de León García 1, “Una Publicación de la Editorial Feijóo,” AHORRO DE ENERGÍA POR SUSTITUCIÓN DE MOTORES SUBCARGADOS QUE ACCIONAN CARGAS DE ALTA INERCIA, Apr. 01, 2018. <http://scielo.sld.cu/pdf/caz/v46n1/2223-4861-caz-46-01-40.pdf> (accessed Feb. 10, 2022).
- [13] Instituto Costarricense de Electricidad, “Buenas Prácticas de Eficiencia Energética para Motores Eléctricos Industriales,” p. 16, 2017, [Online]. Available: <https://www.grupoice.com/wps/wcm/connect/99e8cc9f-13ae-43e2-95eb-1be48772ad60/Motores+Eléctricos+web.pdf?MOD=AJPERES&CVID=IZQ1ISi&CVID=IZQ1ISi&CVID=IZQ1ISi>.
- [14] “Ejemplos de fallos comunes en motores eléctricos y cómo solucionarlos,” Aug. 2020. <https://tecnologiaparalaindustria.com/ejemplos-de-fallos-comunes-en-motores->

- electricos-y-como-solucionarlos/ (accessed Feb. 10, 2022).
- [15] Schneider Electric, “Manual electrotécnico Telesquemario Tecnologías de control Industrial,” Schneider Electr., p. 281, 2016.
- [16] M. Á. Rodríguez Pozueta, “Arranque De Motores Asíncronos,” Univ. Cantab. Dep. Ing. Eléctrica Y Energética, p. 48, 2017, [Online]. Available: <http://personales.unican.es/rodrigma/primer/publicaciones.htm>.
- [17] A. El, “Motor trifásico de inducción ( continuación ) - Métodos de arranque,” pp. 1–31.
- [18] I. R. Caputo, “Motores , conceptos básicos y métodos de arranque . Parte I,” pp. 52–55, 2015.
- [19] I. R. Caputo, “y métodos de arranque . Parte II,” pp. 50–57, 2015.
- [20] J. A. Carrillo Romero and J. A. Rojas Boyacá, “El variador de velocidad como método de arranque ideal para motores eléctricos de inducción,” Ing. Investig. y Desarro., vol. 13, no. 1, p. 34, 2013, doi: 10.19053/1900771x.3414.
- [21] D. D. I. E. E. T. S. I. I, “Arranque De Los Motores De Inducción,” E.T.S.I.I, p. 20, 2016, [Online]. Available: <http://www.die.eis.uva.es/~daniel/docencia/te/TEIQPractica9-2008.pdf>.
- [22] D. L. Barrera, P. Toledo, W. A. Ramirez, G. Collado Aranguren, K. Roxy, and M. Vargas, “Remote Start-Up of Electric Motors for Activating Mine Fans.”
- [23] “Bienvenido a LOGO!,” Accessed: Feb. 01, 2022. [Online]. Available: <http://www.ad.siemens.de/logo,>
- [24] P. Logo, P. Logo, and S. Logo, “LOGO ! LOGO !,” 2016.
- [25] Siemens, “Logo! Manual Edición 06/2003,” p. 322, 2003.
- [26] M. J. L. Villanueva, “CADe-SIMU.pdf.” 2019, [Online]. Available: <http://tutoriales.mejorqueperdereltiempo.es/CADe-SIMU/CADe-SIMU.pdf>.
- [27] M. F. P. Deorsola and P. Morcelle del Valle, “Circuitos eléctricos,” Circuitos eléctricos, 2020, doi: 10.35537/10915/61804.
- [28] C. Alfredo Cardozo Galvis and R. DIAZ RAMIREZ Esp, “DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN TABLERO DE CONTROL APLICABLE A UNA ESTACION DE COMBUSTIBLES LIQUIDOS Tesis para optar por el título de ingeniero electrónico DIRECTORA DEL PROYECTO UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA ESCUELA D.”
- [29] Y. Construcción and C. A. Industriales, “026 7 64,” 1997.
- [30] J. Valentín, L. Rivas, M. C. M. Salvador, and E. González, “Analizador de redes eléctricas,” Concienc. Tecnológica, no. 22, 2003.
- [31] “Guardamotors MPW Maniobra y Protección de Motores hasta 100 A.”
- [32] E. Granda, “Dispositivos de paradas de emergencia,” pp. 100–101, 2018.
- [33] “Relé Temporizador o Temporizado.” <https://areatecnologia.com/electricidad/rele-temporizador.html> (accessed Feb. 20, 2022).
- [34] “Rotor de jaula de ardilla.” <https://demotor.net/motores-electricos/motores-corriente-alterna/motor-asincrono/rotor-jaula-ardilla> (accessed Feb. 20, 2022).
- [35] J. Cesar, P. Gomez, J. Aldevier, and A. Cadena, “LIBRO DIGITAL DE LA MÁQUINA DE INDUCCIÓN TRIFÁSICA.”
- [36] “Fluke 433/434,” 2004.

- [37] “Inversores Goodrive10 Especiales Para Máquinas de Producción de Incienso.”
- [38] “C e r t i f i c o que el presente tra- bajo ha sido elaborado en su t o t a l i d a d por el señor HERNAN- DO M E R C H A N M A N Z A N O .,” 1983.
- [39] E. L. Ministro and D. E. T. Y. Recursos, “Reglamento de riesgos de trabajo en instalaciones electricas,” pp. 1–11, 2017.
- [40] A. Pérez, E. Wilson, P. Andrade, R. Israel, V. Suárez, and C. Xavier, “Diseño e implementación de un banco de pruebas para control industrial programable.,” 2015.
- [41] G. DE Norma Seguridad, “SERVICIO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS INSTALACIONES ELÉCTRICAS Página 1 de 10.”
- [42] “GUÍA-BT-ANEXO 4 MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN-ANEXOS LA VERIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.”
- [43] “[PDF] Norma IEC 60204\_1 | WIAC.INFO.” <https://wiac.info/docview> (accessed Feb. 20, 2022).
- [44] I. Carles Martínez, “Análisis comparativo entre arranque estrella triángulo y con resistencias estatóricas Análisis comparativo entre arranque estrella triángulo y con resistencias estatóricas,” 2013, [Online]. Available: <http://blog.uclm.es/molinoferrera/files/2016/05/Configuración-estrella-triángulo.-Aplicación-industrial.pdf>.
- [45] “4.- Arranque e inversión de giro. | AI06.- Arranque directo, frenado y variación de velocidad de los motores asíncronos trifásicos.” [https://ikastaroak.birt.eus/edu/argitalpen/backupa/20200331/1920k/es/IEA/AI/AI06/es\\_IEA\\_AI06\\_Contenidos/website\\_4\\_arranque\\_e\\_inversin\\_de\\_giro.html](https://ikastaroak.birt.eus/edu/argitalpen/backupa/20200331/1920k/es/IEA/AI/AI06/es_IEA_AI06_Contenidos/website_4_arranque_e_inversin_de_giro.html) (accessed Jan. 27, 2022).
- [46] “Arranque estrella triángulo | Formación para la Industria 4.0.” <https://automatismoindustrial.com/curso-carnet-instalador-baja-tension/motores/1-3-3-motores-asincronos/arranque-estrella-triangulo/> (accessed Jan. 28, 2022).
- [47] “UNIDAD 4: Motor Asíncrono o de Inducción,” Accessed: Jan. 28, 2022. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=OITDyL6ZPOY>.
- [48] ARCONEL, “Pliego Tarifario Para Las Empresas Eléctricas De Distribución Servicio Público De Energía Eléctrica,” Arconel, vol. 18, 2020.
- [49] “Inversión de Giro – 302 El blog de Alexander Yanqui.” <https://alexelleon.home.blog/inversion-de-giro/> (accessed Feb. 03, 2022).
- [50] “Automatismos Industriales : Arranque de motor III con inversión de giro,” 15AD. <http://mundoautomataindustrial.blogspot.com/2015/01/arranque-de-motor-iii-con-inversion-de.html> (accessed Feb. 03, 2022).
- [51] S. S. Un and D. Did, “FUNDAMENTOS TEÓRICOS.”
- [52] “[PDF] Grupo - 3 - Practica 2 Arranque Estrella Triangulo PDF | WIAC.INFO.” <https://wiac.info/docview> (accessed Feb. 01, 2022).
- [53] “Máquinas y Accionamientos Eléctricos (3M4).”
- [54] “NJR2 ARRANCADORES SUAVES M anual de Instrucciones,” Accessed: Feb. 01, 2022. [Online]. Available: [www.chint.com](http://www.chint.com).

## 8. ANEXOS

Anexo A. Tablero de automatización LAB\_CA-CE-MDOO14 usado para el control de arranques instrumentos tecnológicos empleados.



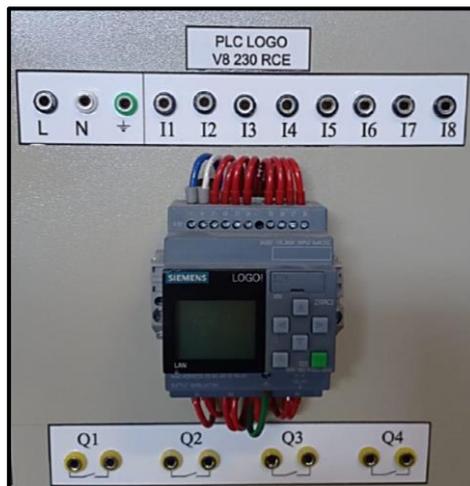
Anexo A.1 Breket C16 de dos polos usado en la protección de los circuitos.



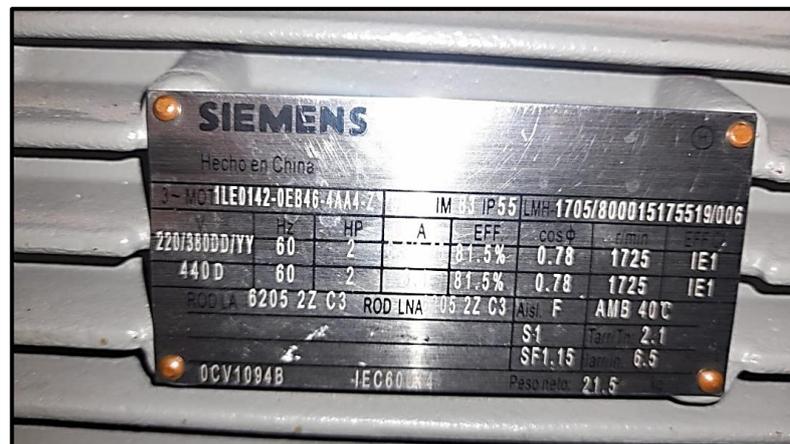
Anexo A.2. Breket C10 de tres polos usado en la protección de los circuitos.



Anexo A.3. Plc LOGO V8.3



Anexo A.4. Placa del motor trifásico usado en la toma de datos



Anexo A.5. Variador de frecuencia

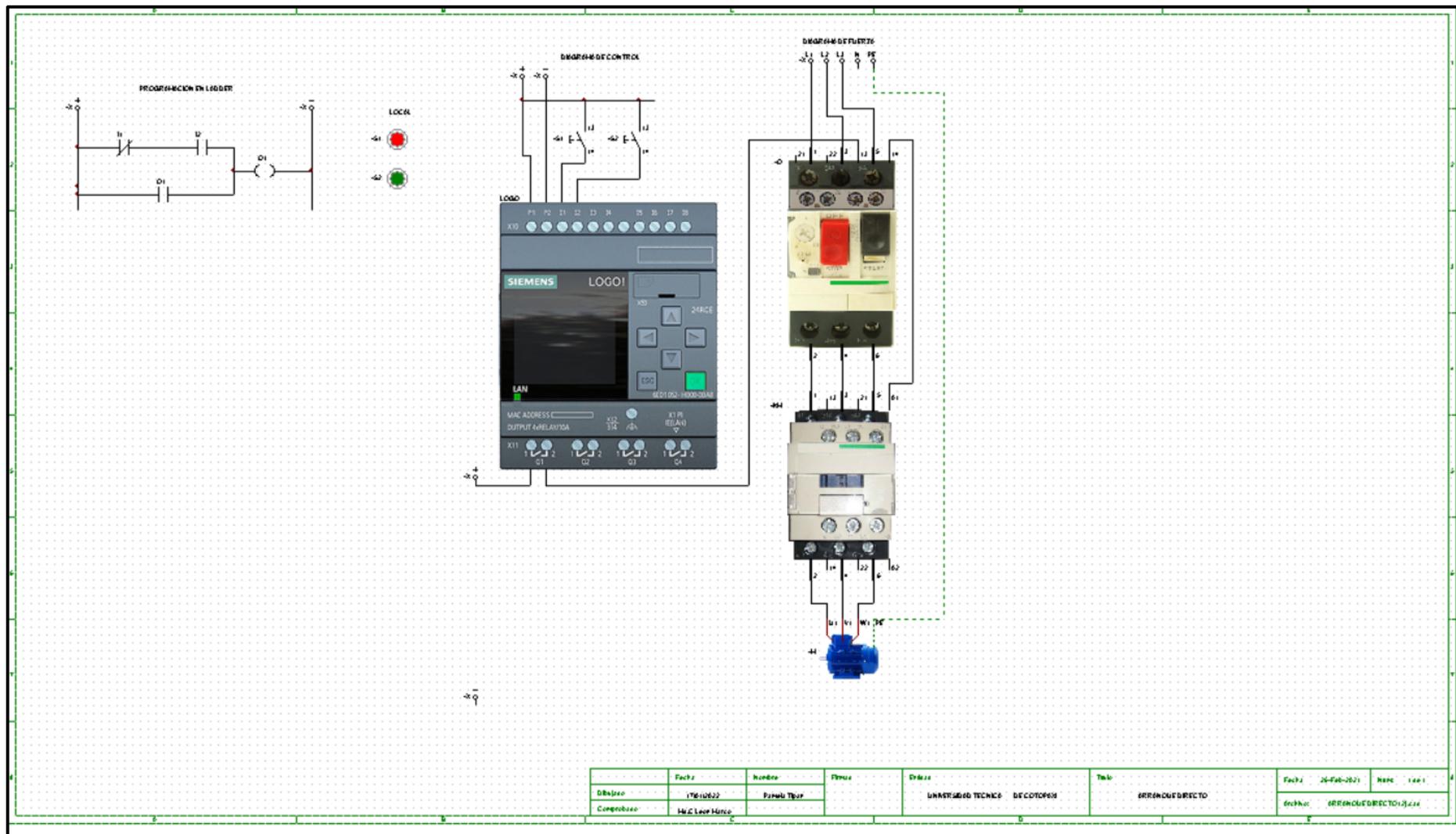


Anexo A.5. Motor trifásico jaula de ardilla de 2hp

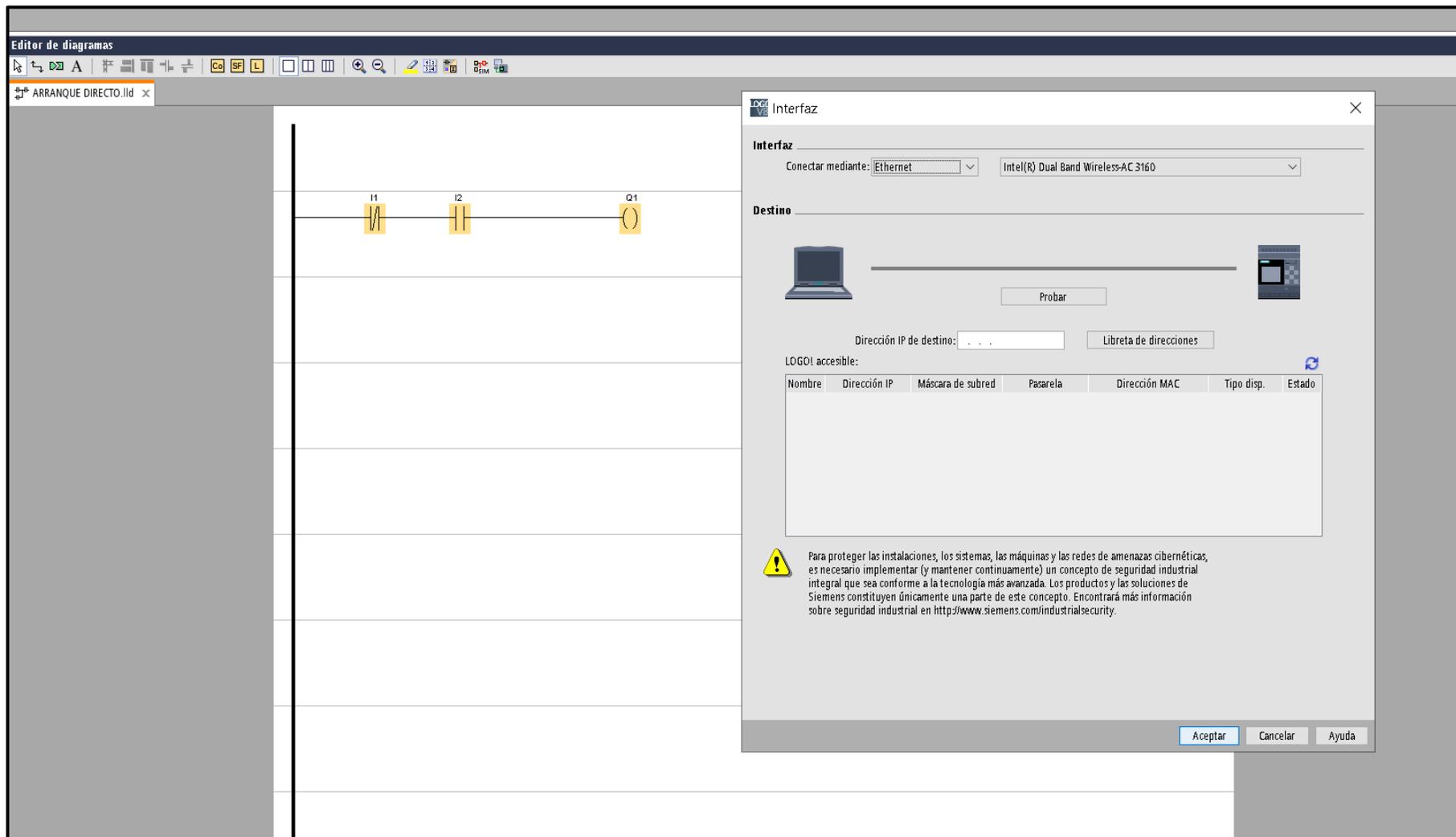


Anexo B. Circuitos empleados en los arranques trifásicos de manera local y remota

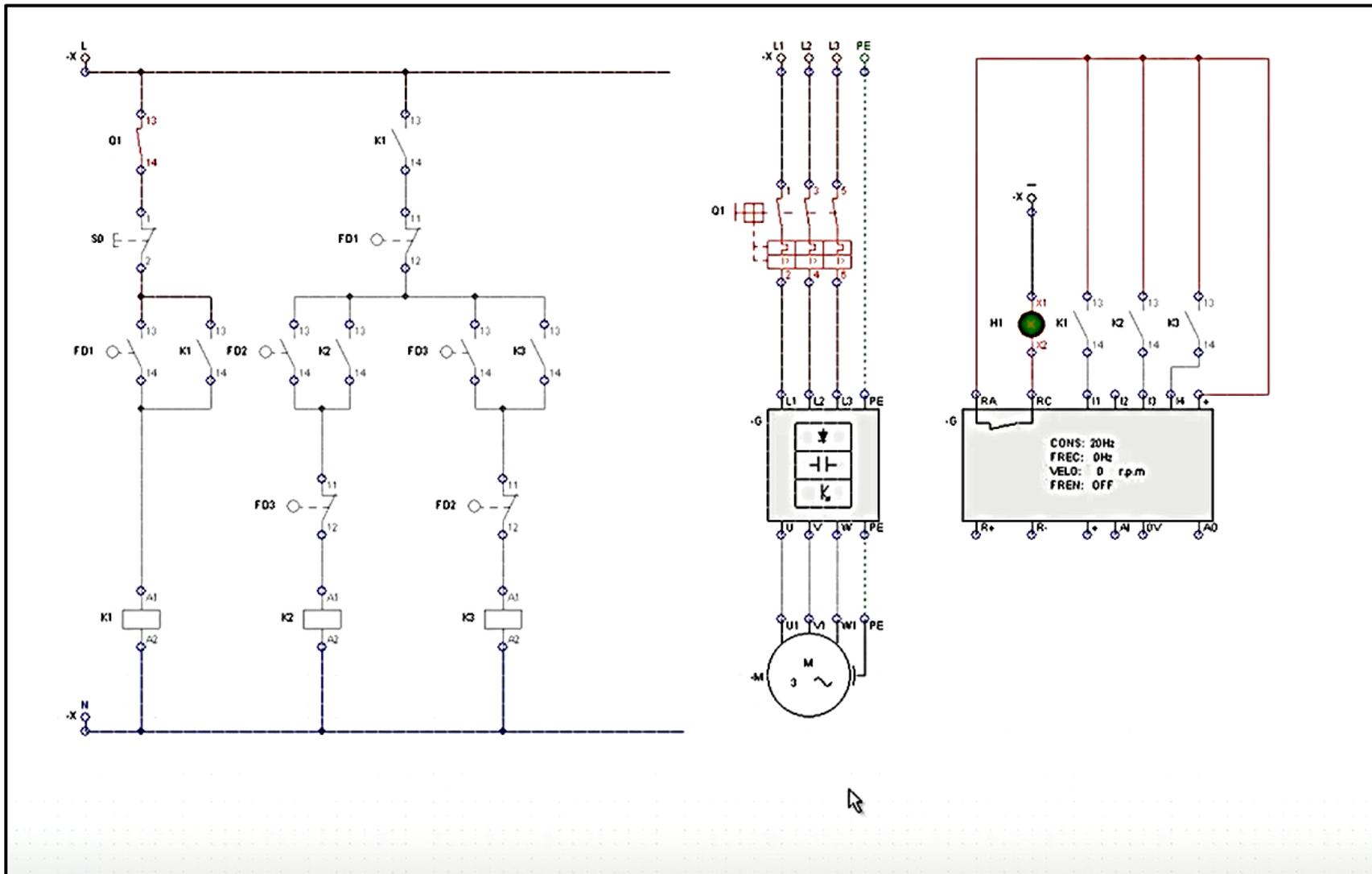
Anexo B.1. Arranque directo realizado y comprobado el CADE\_SIMU.



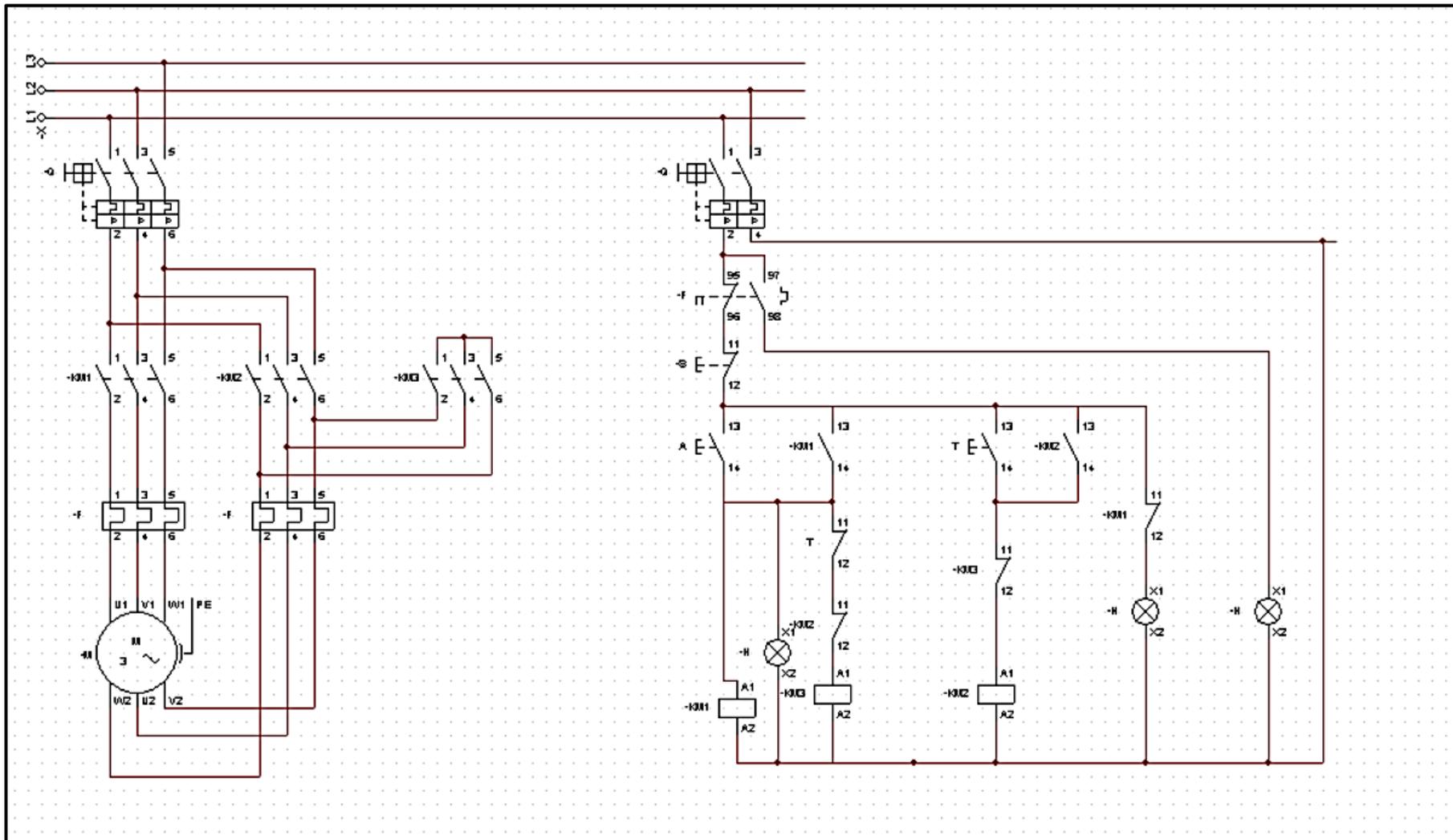
Anexo B.2. Arranque directo en software Logo Confort 8.3



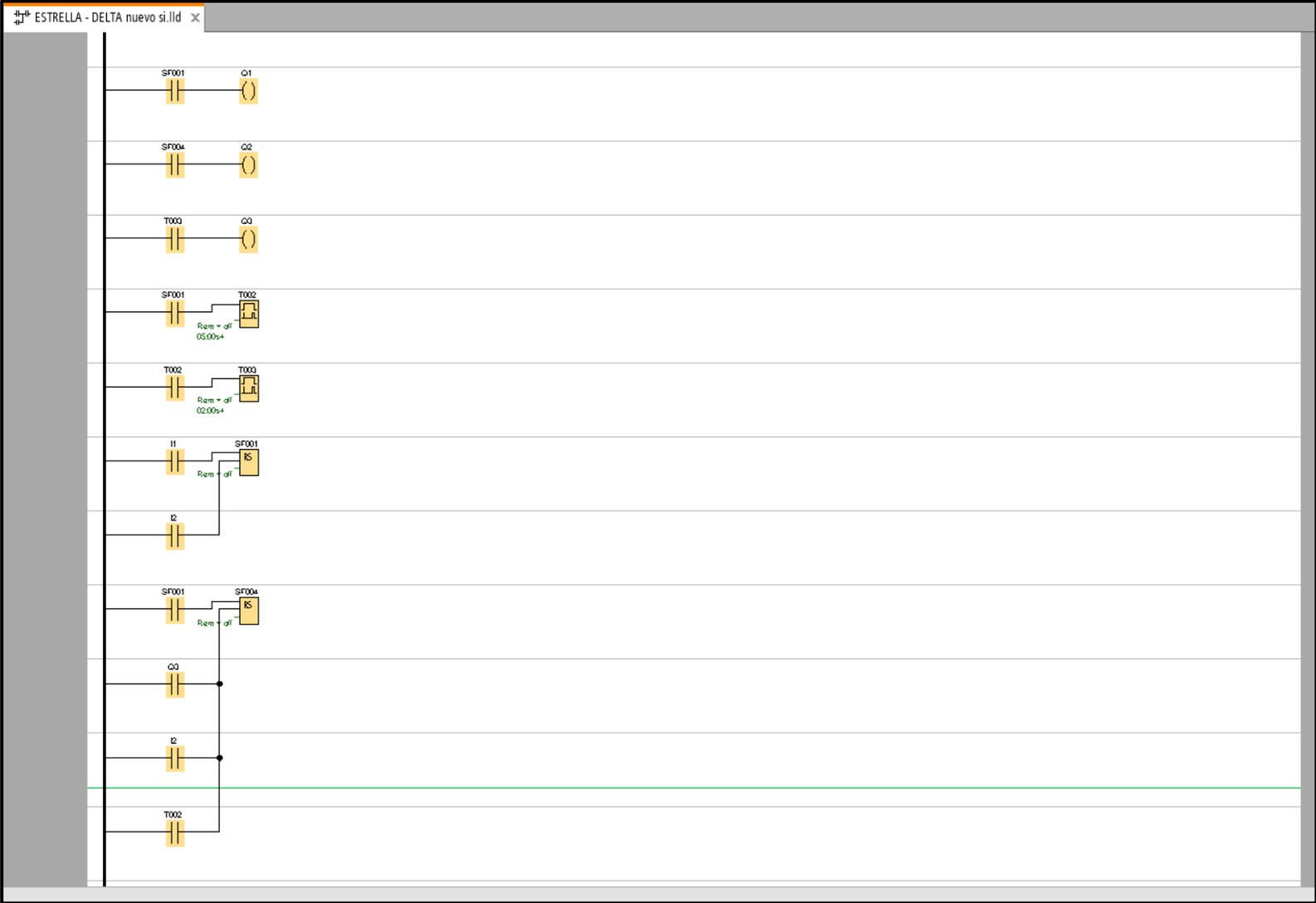
Anexo B.3. Arranque directo usando el variador de frecuencia simulado en CADE\_SIMU



Anexo B.4 Arranque estrella triángulo simulado en CADE\_SIMU



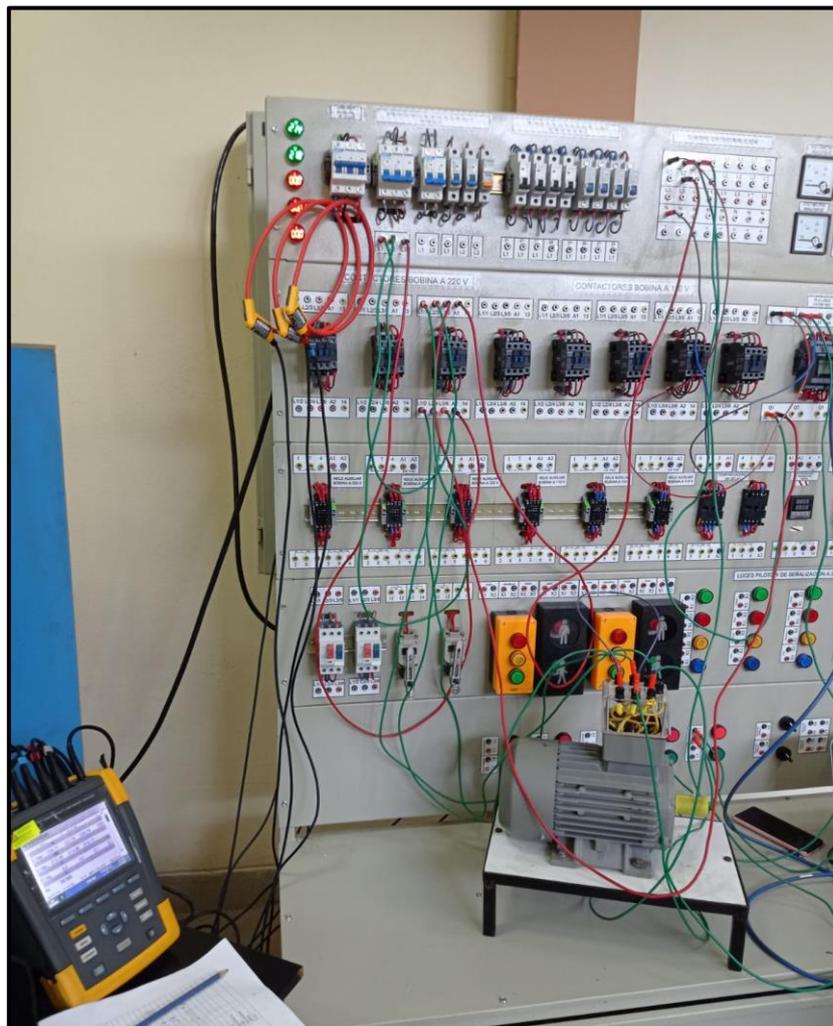
Anexo B.5 Arranque estrella triángulo simulado en Logo Soft V8.3



Anexo B.6 Uso del analizador de redes en el campo



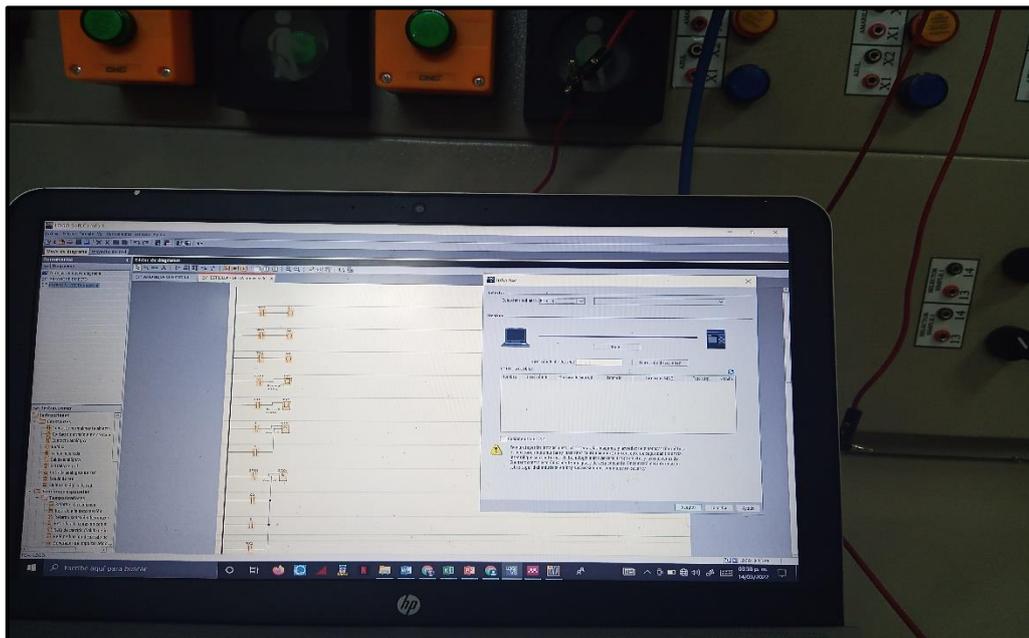
Anexo B.7 Conexiones específicas en la toma de datos



Anexo B.8 Conexión de las líneas empleadas para el análisis



Anexo B.9 Control de forma remota para el análisis del motor trifásico de 2 hp



## C.1 Practica en motor trifásico arranque directo en motor de 2 hp

	<h1>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</h1>
<b>PRÁCTICA DE LABORATORIO</b> <b>LABORATORIO DE SIMULACIÓN</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRICA</b>	

<b>ELABORADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>
GALEAS, TIPÁN	E. HINOJOSA	TUTOR
FECHA: 11/02/2022	FECHA: 07/02/2022	Ph.D Secundino Marrero

<b>CARRERA</b>	<b>CÓDIGO DE LA ASIGNATURA</b>	<b>NOMBRE DE LA ASIGNATURA</b>
INGENIERIA ELECTRICA	36_MUTC_CIYA_IELE	<b>Practica de tesis</b>

<b>PRÁCTICA N°</b>	<b>LABORATORIO:</b>	Laboratorio de simulación	<b>DURACIÓN (HORAS)</b>
<b>01</b>	<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA:</b>	Arranque directo de forma local y remota	<b>3</b>

<b>1</b>	<b>OBJETIVO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar el esquema, entender el funcionamiento en el cableado del arranque directo para un motor trifásico con inversión de giro.</li> <li>• Reconocer los equipos empleados a los equipos principales de montaje a dicho sistema de arranque.</li> <li>• Evaluar el sistema desarrollado de manera práctica observando el comportamiento del motor jaula de ardilla.</li> </ul>	

<b>2</b>	<b>FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b>
<p><b>2.1. INTRODUCCIÓN</b></p> <p>Los motores asíncronos trifásicos son usados en una gran variedad de aplicaciones en la industria. Mover parte de una máquina herramienta, subir y bajar un guinche para levantar o bajar una carga o desplazar atrás y adelante un puente grúa son sólo algunos pocos ejemplos.</p>	

En estas aplicaciones es muy común tener que controlar el sentido de giro del motor, para poder elegir la dirección en que se mueve el mecanismo que tiene bajo su control en este artículo se observa algunos procedimientos y circuitos para poder lograr esta maniobra.

A diferencia de otros tipos de motores en los que hay que recurrir a circuitos de control complicados, en el caso de los motores asíncronos trifásicos, controlar el sentido de giro es bastante sencillo [49].

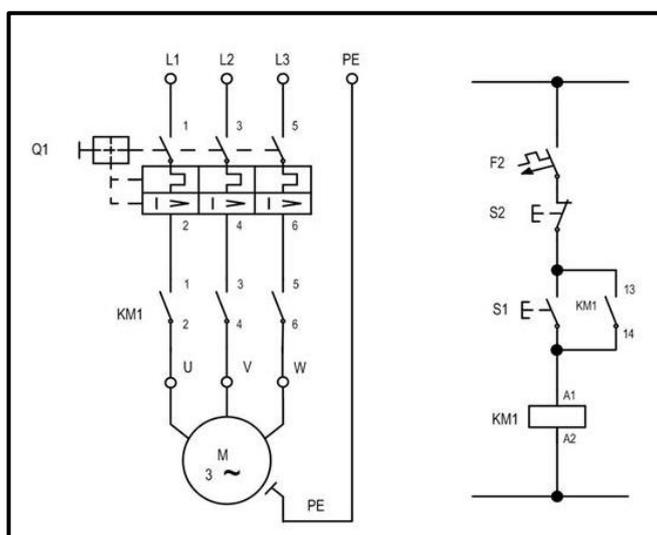


Figura 1 circuito arranque directo manera local [50].

## 2.2.EQUIPO, INSTRUMENTOS Y MATERIALES NECESARIOS

### Equipos:

Equipo de cómputo, Software LOGO; Confort V8.3, programación en LADDER.

## 2.3.MEDIDAS DE SEGURIDAD

EPP: Mandil, alcohol y mascarilla.

### Instrucciones de seguridad:

- Lea y comprenda la presente guía de laboratorio
- Lea y comprenda el manual de seguridad y operación de la máquina de ensayos universales
- No corra dentro del laboratorio
- Absténgase de usar el teléfono celular
- Aleje sus manos de las partes móviles del equipo

## 2.4.TRABAJO PREPARATORIO

### 2.4.1. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

Cade Simu resulta ser un programa muy idóneo de ingeniería eléctrica este programa ofrece un sistema de emulación muy completo y de fácil uso el usuario simplemente introduce los

símbolos de manera organizada y luego el programa evaluará los estados de los componentes eléctricos para posteriormente, resaltar los conductores eléctricos.

Cabe destacar que este programa ofrece una interfaz gráfica tipo CAD para que el usuario pueda dibujar su esquema eléctrico de una manera muy fácil, es importante reseñar que una vez terminada la simulación del programa, el usuario podrá analizar correctamente el funcionamiento de su esquema. LOGO! Soft Comfort le permite crear, simular, archivar e imprimir el circuito de los programas a través de un PC para todos los LOGO

### **Arranque directo en configuración estrella**

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

## **2.5.METODOLOGÍA Y TÉCNICA EXPERIMENTAL**

Para las simulaciones en Logo V8.3 se sigue los siguientes pasos:

- a) Ejecutar el Software y abrir una nueva ventana de simulación.
- b) Insertar los diferentes elementos que componen el circuito deseado.
- c) Agregar valores nominales a cada uno de los elementos del circuito.
- d) Conectar los elementos especificando sus valores de resistencia según el material y aparato tecnológico.
- e) Ejecutar el programa con sus respectivos circuitos en LADDER.
- f) Leer cuidadosamente los manuales en la manipulación de aparatos como el variador de frecuencia y analizador de redes.
- g) Interpretar los resultados.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**LABORATORIO DE SIMULACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRICA**  
**INFORME DE PRÁCTICA**

Nota: El informe tiene que ser conciso, simple y claro, no tiene que contener más de 5 hojas, no carátula, no carpetas, no binchas, se tiene que presentar grapado y ocupando toda el área de la hoja para impresión.

TEMA: Arranque directo configuración estrella de manera local.

NÚMERO DE PRÁCTICA: 1

NOMBRE(S): Tipan Pamela- Galeas Kevin

FECHA: 07/02/22

<b>1</b>	<b>Procedimiento</b>
----------	----------------------

- Funcionamiento de cada elemento y equipo del banco de pruebas.
- Normas de seguridad para uso del banco de pruebas.
- Normas de seguridad dentro del laboratorio. Formatos para registro de valores experimentales.
- Formatos para elaborar y presentar informes de laboratorio.
- Sistema programado en LADDER.
- Comprobación del sistema en CADE\_SIMU.

<b>2</b>	<b>Diagramas de fuerza y control</b>
----------	--------------------------------------

2.1. Temas de importancia en el desarrollo de la practica

- Arranque directo en configuración estrella
- Comunicación de forma local
- Aparatos tecnológicos usados

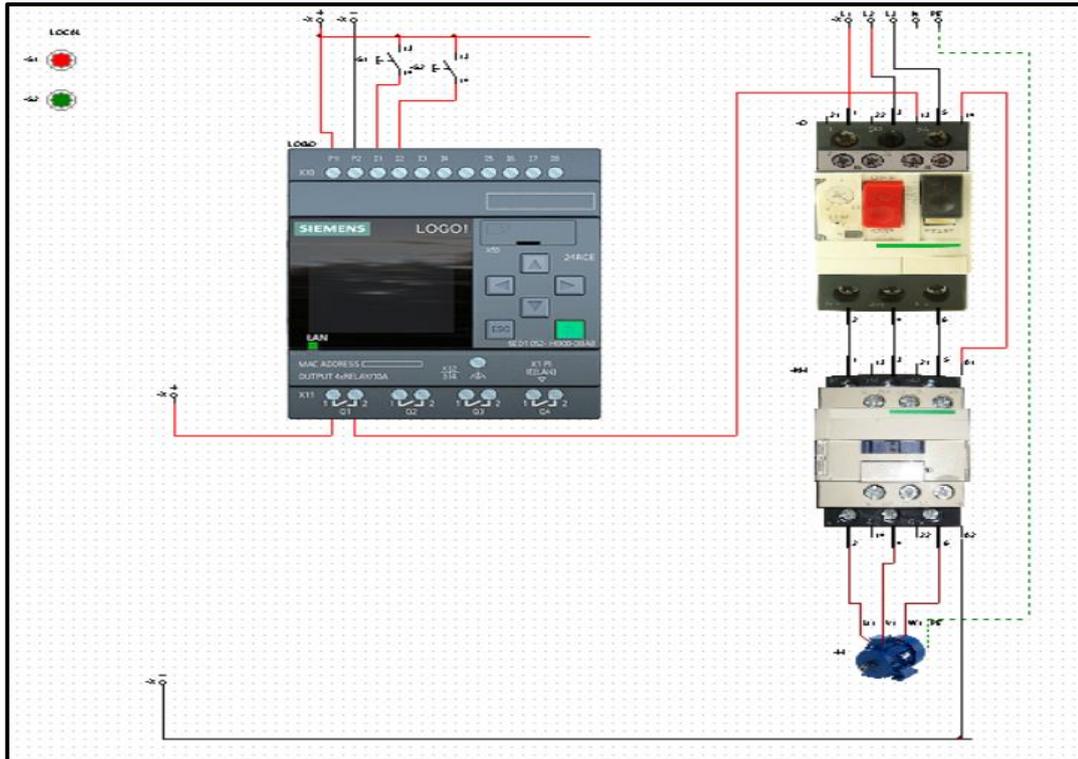


Figura 2. Diagrama de control efectuado en el arranque directo configuración estrella.

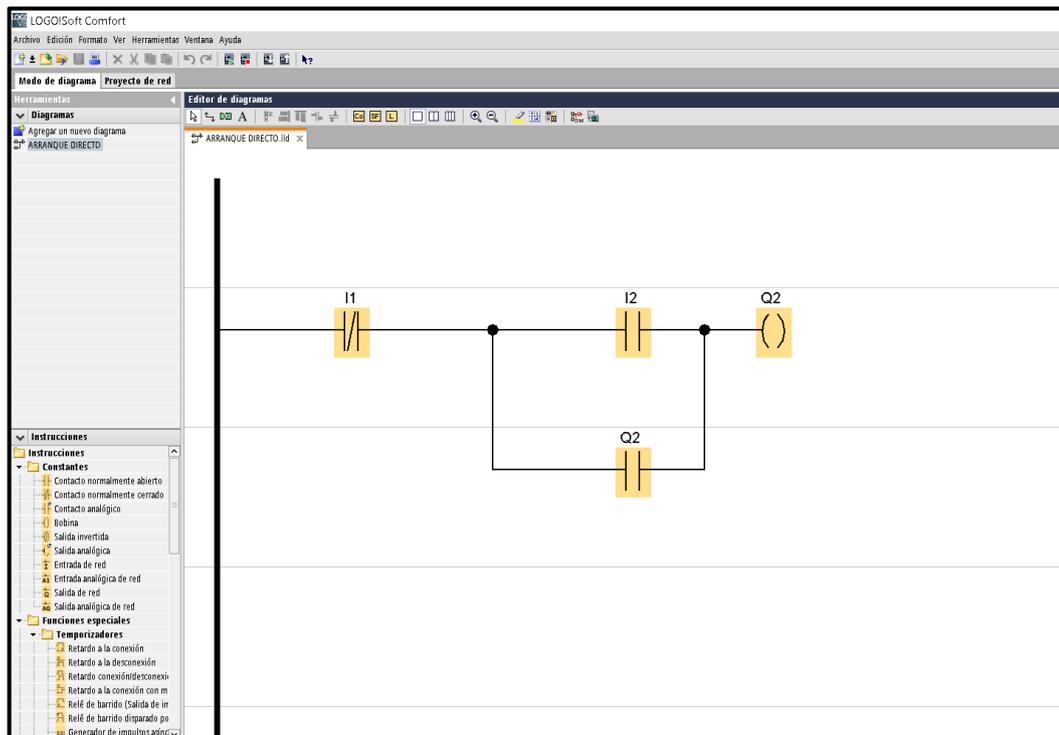


Figura 3. Diagrama de fuerza LADDER efectuado en el arranque directo configuración estrella.

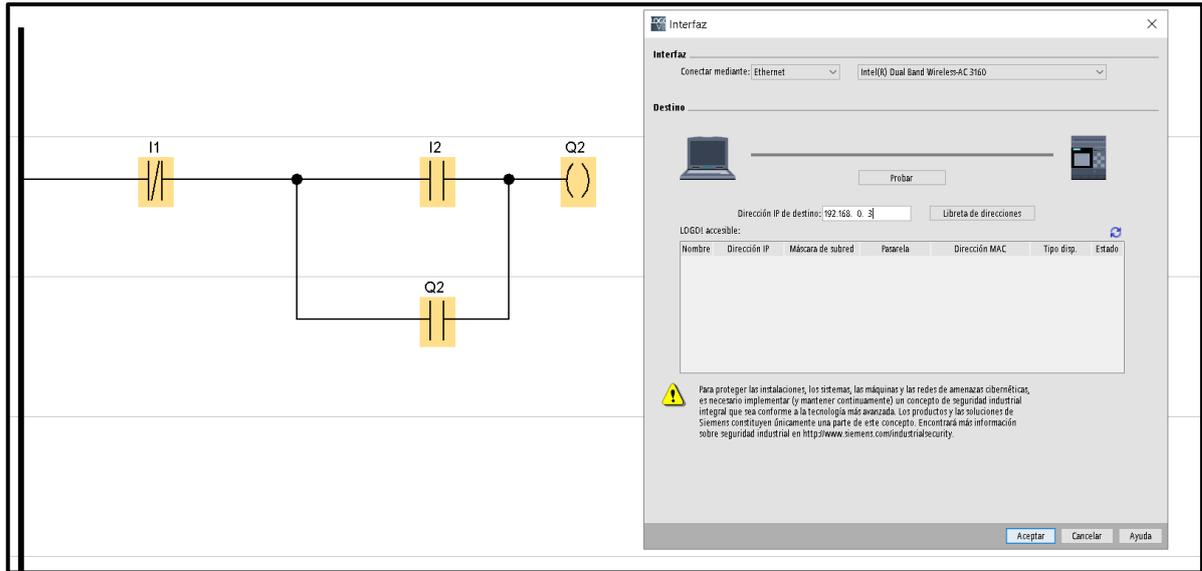


Figura 4. Ingreso del circuito al logo V 8.3 configuración local



Figura 5. Representación de los picos de arranque previo a la exportación del Excel.

Resultados

3 Valores obtenidos en prácticas al vacío.

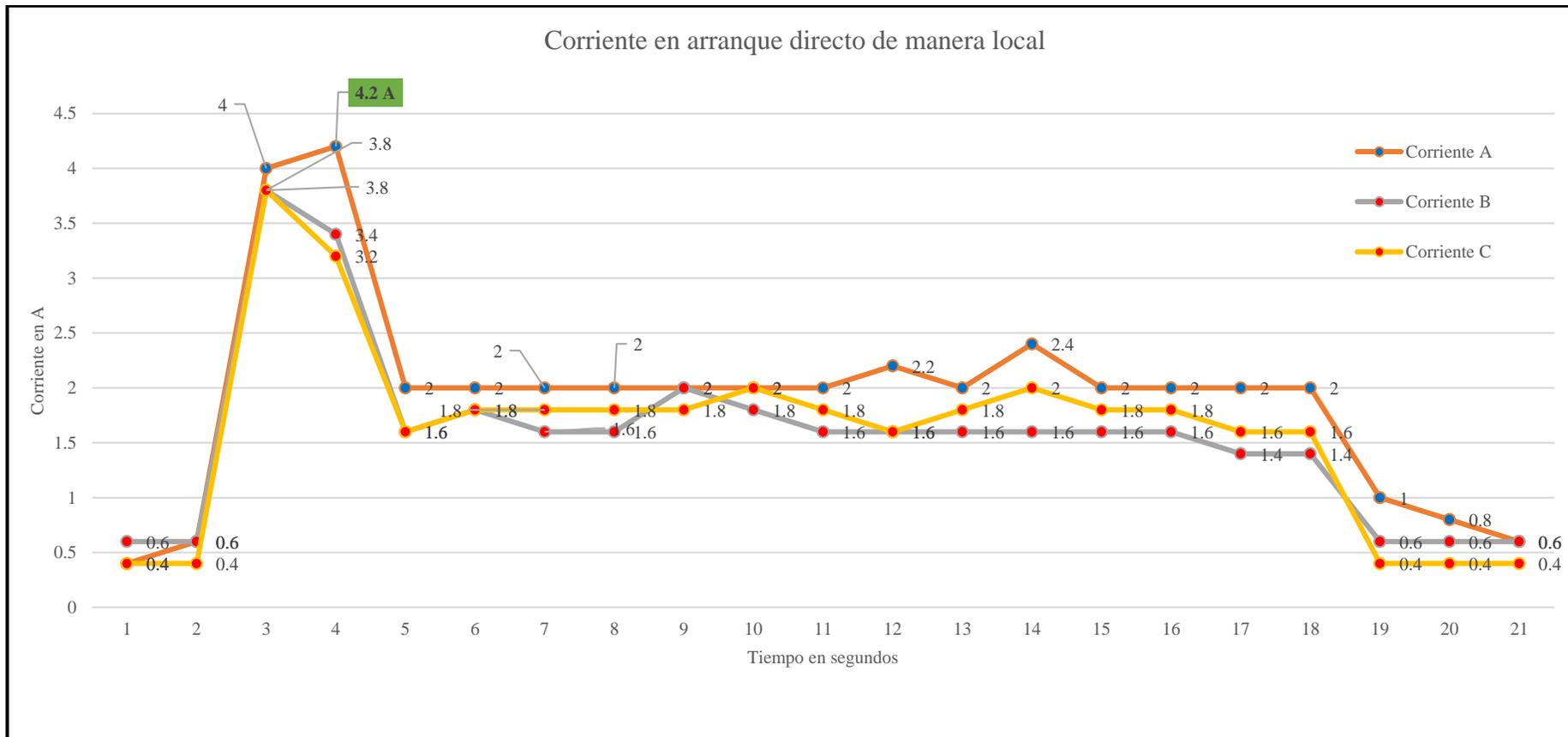


Figura 6. Pico de corriente en arranque directo forma local.

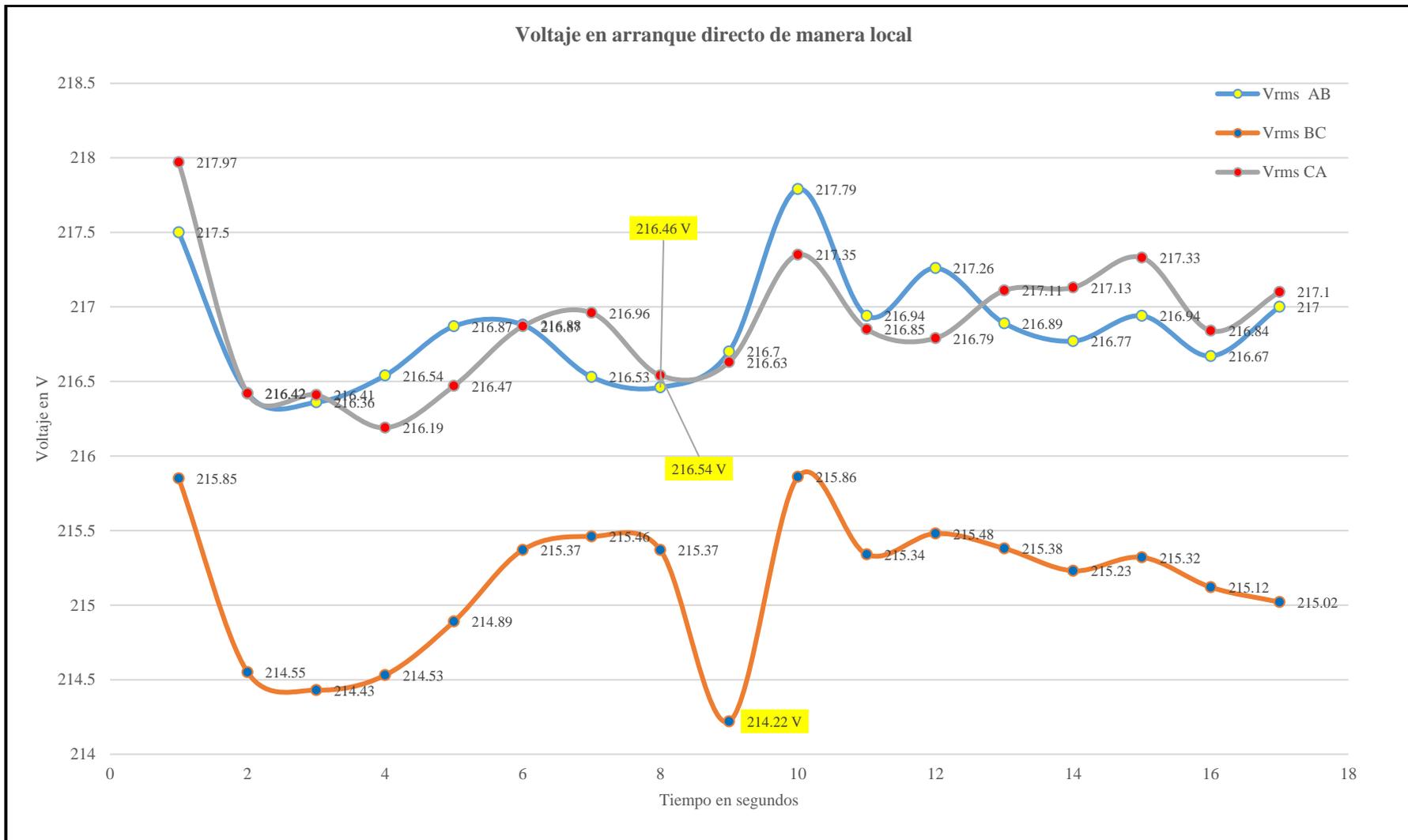


Figura 7. Voltaje entregado de forma local.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – CARRERA DE ELECTRICIDAD

El presente trabajo tiene la finalidad de evaluar y comparar diferentes metodologías de prueba para la obtención de los parámetros eléctricos de un motor de inducción en la obtención de cada uno de los parámetros se aplicaron dos métodos y se realiza una comparación de ambos resultados. En el laboratorio de máquinas eléctricas se implementa dicha metodología, por lo que se presenta un resumen de la misma y los resultados de la realización de estos ensayos para la determinación de los parámetros que hacen parte del circuito equivalente por fase del motor de inducción trifásico.

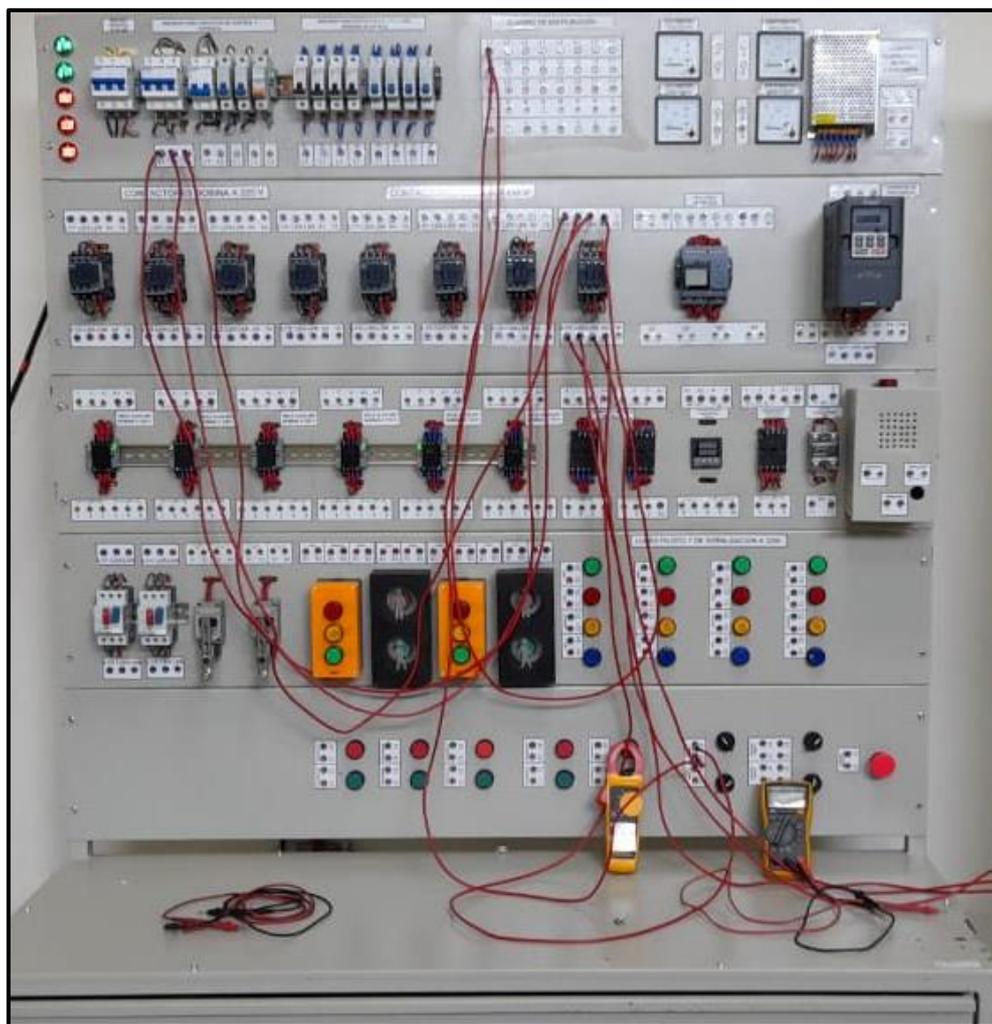
INGENIERÍA ELÉCTRICA / UNIVERSIDAD TECNICA D ECOTOPAXI/ LABORATORIO CONTROL INDUSTRIAL				
REGISTRO DE PRUEBA N°1				
PRÁCTICA # 1				
TABLA N°1 ARRANQUE Y PARO DE MOTOR ELÉCTRICO TRIFÁSICO UTILIZANDO CONFIGURACION ESTRELLA CON ALIMENTACIÓN 3F Y CARGA 3F EN LA MODALIDAD DE SISTEMA DE CONTROL DE MANERA LOCAL.				FECHA:
				07/02/22
ELEMENTOS:				
BANCO DE PRUEBAS PARA CONTROL INDUSTRIAL PROGRAMABLE Y MOTOR TRIFÁSICO EN CONFIGURACION ESTRELLA				
VARIABLE		VALORES MEDIDOS	TIEMPO EN SEGUNDOS	OBSERVACIONES
PRUEBA SIN CARGA - SENTIDO DE GIRO HORARIO				
ENTRADA(PM 700)	V 1 (V)	217,07 V	01:11:45 p.m..607	
	V 2 (V)	215,26 V	01:11:47 p.m..607	
	V 3 (V)	216,86 V	01:11:49 p.m..607	
	I1 (A)	0,8 A	01:11:45 p.m..607	
	I2 (A)	0,6 A	01:11:47 p.m..607	
	I3 (A)	0,4 A	01:11:49 p.m..607	
	P (W)	20 W	01:11:45 p.m..607	
	Q (VAR)	150 VAR	01:11:47 p.m..607	
	S (VA)	360 VA	01:11:49 p.m..607	
	FP	0,78 Ø		
SALIDA (FLUKE)	V U-V ( V )	217,5 V	01:11:51 p. m..607	
	V V-W (V)	215,85 V	01:11:53 p. m..607	
	V W-U (V)	217,95 V	01:11:56 p. m..607	
	IU(A)	2,2 A	01:11:51 p. m..607	
	IV (A)	1,4 A	01:11:53 p. m..607	
	IW (A)	1,8 A	01:11:56 p. m..607	
CARACTERISTICAS DEL MOTOR	FRECUENCIA (HZ)	60 Hz		
	VELOCIDAD (RPM)	1725 rpm		
	I (A)	6,5 A		

**4** Conclusión

Finalmente se concluye de esta práctica que el arranque directo es únicamente para motores con bajo consumo de potencia, este requiere tres elementos principales los cuales son termo magnético, contactor y relé de sobre carga, en los cuales el termo magnético nos brinda protección para el cableado eléctrico y en el caso de interruptor manual a pleno voltaje actúa como el medio de desconexión para nuestro circuito, además, los motores a plena carga tienden a incrementar su corriente, tanto de arranque como nominal, por lo que este factor debe considerarse al diseñar el arrancador así como el tiempo que el eje sigue girando una vez que el circuito se des energiza.

**5** Anexos

Anexo 1 tablero de control industrial usado en las practicas



Anexo 2 Motor trifásico jaula de ardilla de 2hp



Anexo 3. Conexión directa configuración estrella y uso del analizador de redes.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**LABORATORIO DE SIMULACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRICA**  
**INFORME DE PRÁCTICA**

Nota: El informe tiene que ser conciso, simple y claro, no tiene que contener más de 5 hojas, no carátula, no carpetas, no binchas, se tiene que presentar grapado y ocupando toda el área de la hoja para impresión.

TEMA: Arranque directo configuración estrella de manera remota.

NÚMERO DE PRÁCTICA: 2

NOMBRE(S): Tipan Pamela - Galeas Kevin

FECHA: 07/02/22

<b>1</b>	<b>Procedimiento</b>
----------	----------------------

- Funcionamiento de cada elemento y equipo del banco de pruebas.
- Normas de seguridad para uso del banco de pruebas.
- Normas de seguridad dentro del laboratorio. Formatos para registro de valores experimentales.
- Formatos para elaborar y presentar informes de laboratorio.
- Sistema programado en LADDER.
- Comprobación del sistema en CADE\_SIMU.

<b>2</b>	<b>Diagramas de fuerza y control</b>
----------	--------------------------------------

2.1. Temas de importancia en el desarrollo de la practica

- Arranque directo en configuración estrella
- Comunicación de forma local
- Aparatos tecnológicos usados

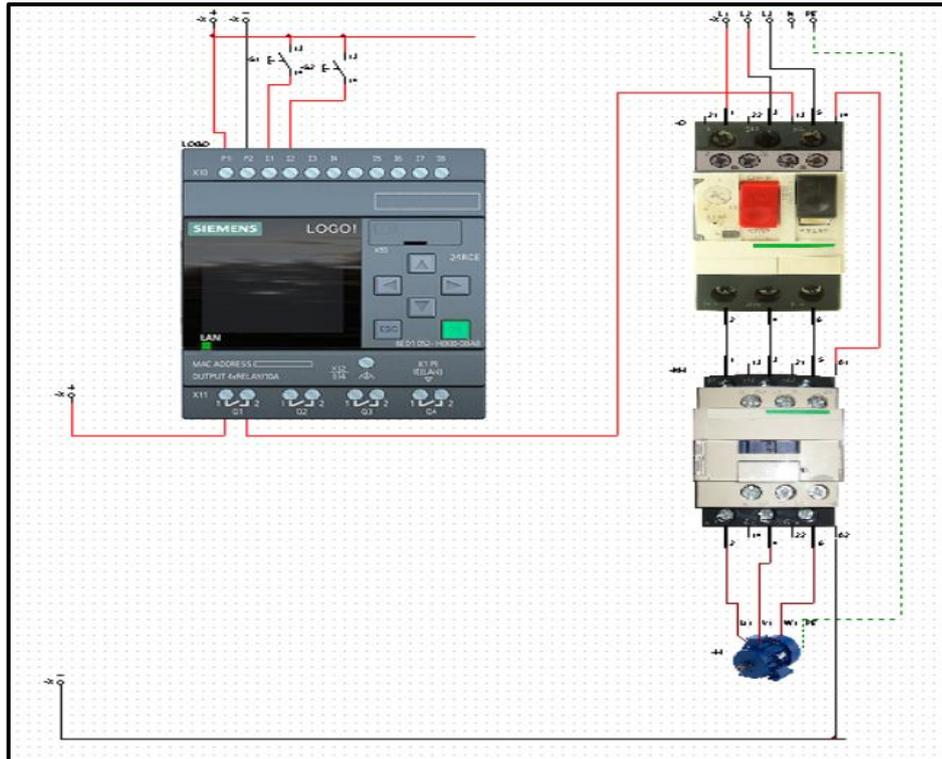


Figura 8. Diagrama de control efectuado en el arranque directo configuración estrella.

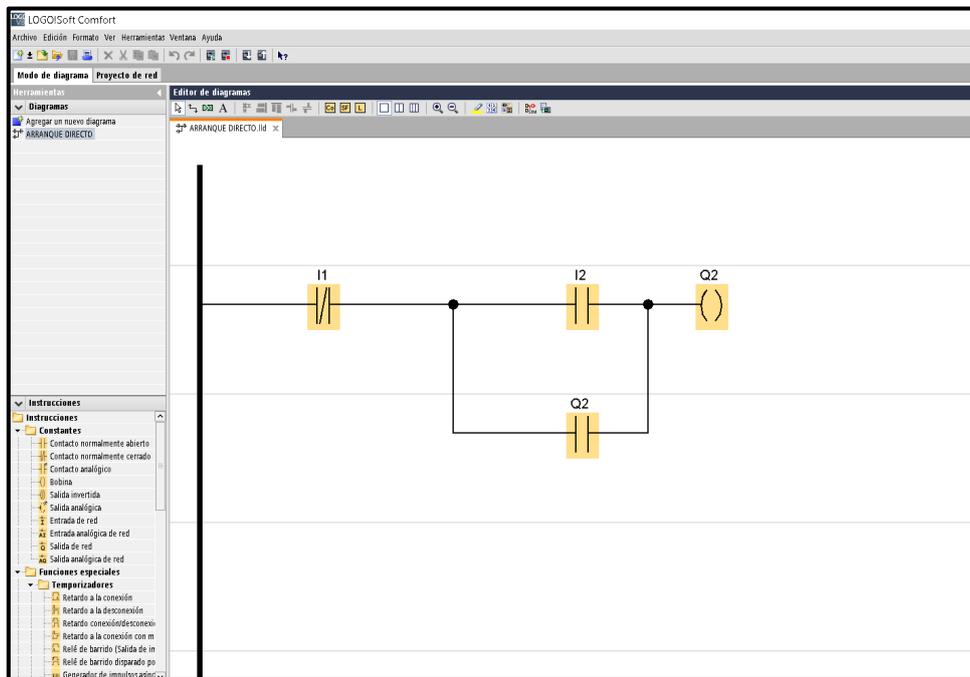


Figura 9. Diagrama de fuerza LADDER efectuado en el arranque directo configuración estrella.

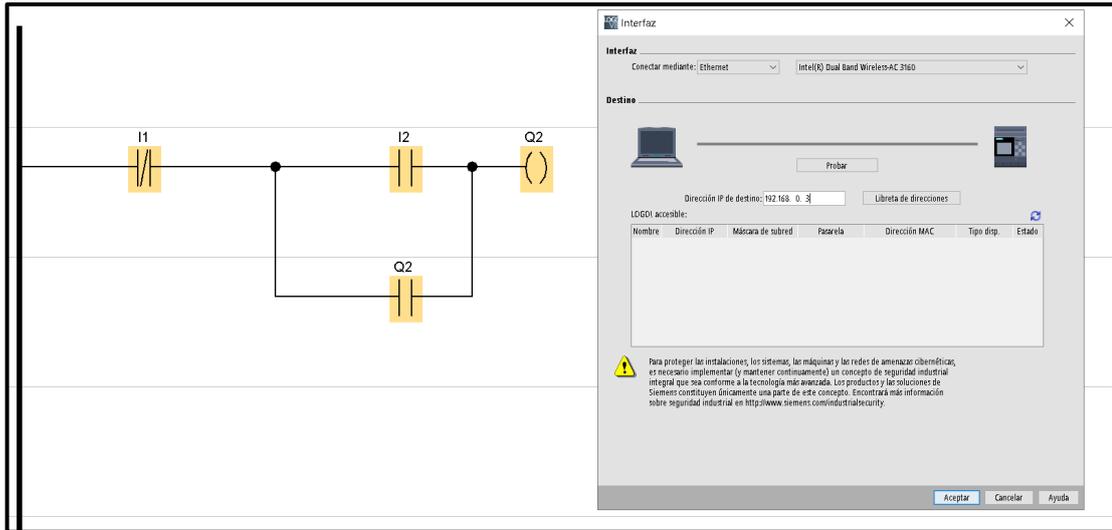


Figura 10. Ingreso del circuito al logo V 8.3 configuración remota.

## Resultados

### 3 Valores obtenidos en prácticas al vacío.

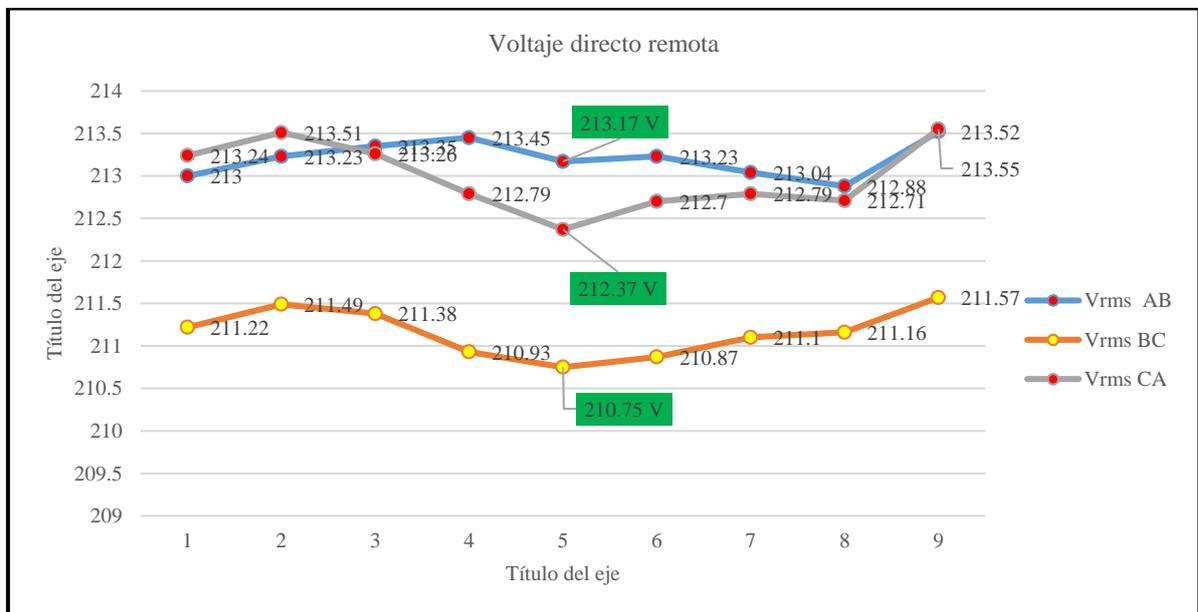


Figura 11. Voltaje directo remoto indicado en los arranques.

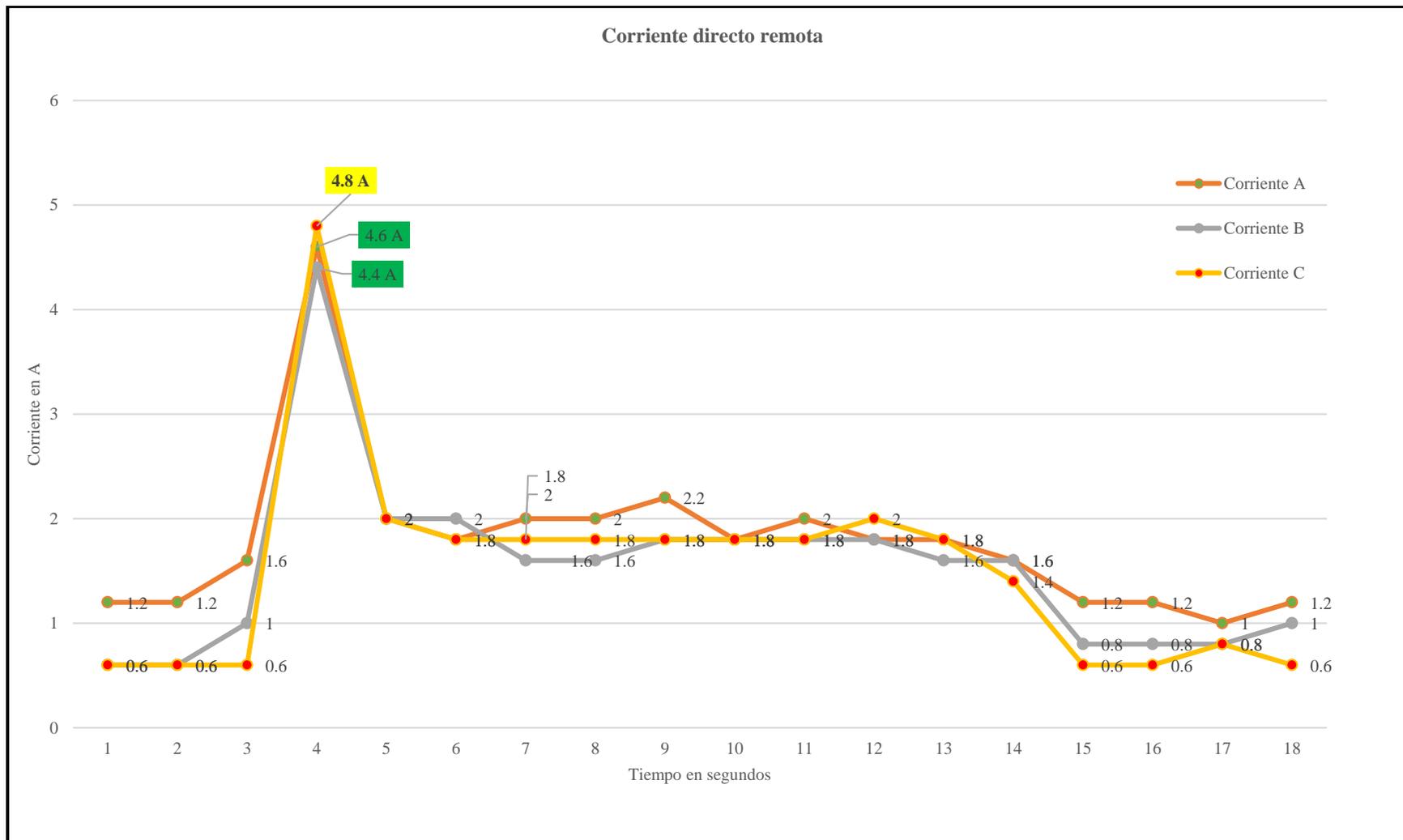


Figura 12. Pico de corriente en conexión remota arranque directo.

INGENIERÍA ELÉCTRICA / UNIVERSIDAD TECNICA D ECOTOPAXI/ LABORATORIO CONTROL INDUSTRIAL				
REGISTRO DE PRUEBA N°2				
PRÁCTICA # 2				
TABLA N°1 ARRANQUE DIRECTO PARO DE MOTOR ELÉCTRICO TRIFÁSICO CONFIGURACIÓN ESTRELLA CON ALIMENTACIÓN 3F Y CARGA 3F EN LA MODALIDAD DE SISTEMA DE CONTROL DE MANERA REMOTA.				FECHA:
				15/02/22
ELEMENTOS:				
BANCO DE PRUEBAS PARA CONTROL INDUSTRIAL PROGRAMABLE Y MOTOR TRIFÁSICO EN CONFIGURACION ESTRELLA				
VARIABLE		VALORES MEDIDOS	TIEMPO EN SEGUNDOS	OBSERVACIONES
PRUEBA SIN CARGA - SENTIDO DE GIRO HORARIO				
ENTRADA(PM 700)	V 1 (V)	213,3 V	10:05:54 a. m..994	
	V 2 (V)	211,46 V	10:05:55 a. m..994	
	V 3 (V)	213,16 V	10:05:56 a. m..994	
	I1 (A)	1,2 A	10:05:54 a. m..994	
	I2 (A)	0,8 A	10:05:55 a. m..994	
	I3 (A)	0,4A	10:05:56 a. m..994	
	P (W)	20 W	10:05:54 a. m..994	
	Q (VAR)	150 VAR	10:05:55 a. m..994	
	S (VA)	360 VA	10:05:56 a. m..994	
	FP	0,78 Ø		
SALIDA (FLUKE)	V U-V ( V )	213,17 V	10:06:01 a. m..994	
	V V-W (V)	212,37 V	10:06:02 a. m..994	
	V W-U (V)	210,75 V	10:06:03 a. m..994	
	IU(A)	4,6 A	10:05:58 a. m..994	
	IV (A)	4,4 A	10:05:59 a. m..994	
	IW (A)	4,8 A	10:06:00 a. m..994	
CARACTERISTICAS DEL MOTOR	FRECUENCIA (HZ)	60 Hz		
	VELOCIDAD (RPM)	1725 rpm		
	I (A)	6,5 A		

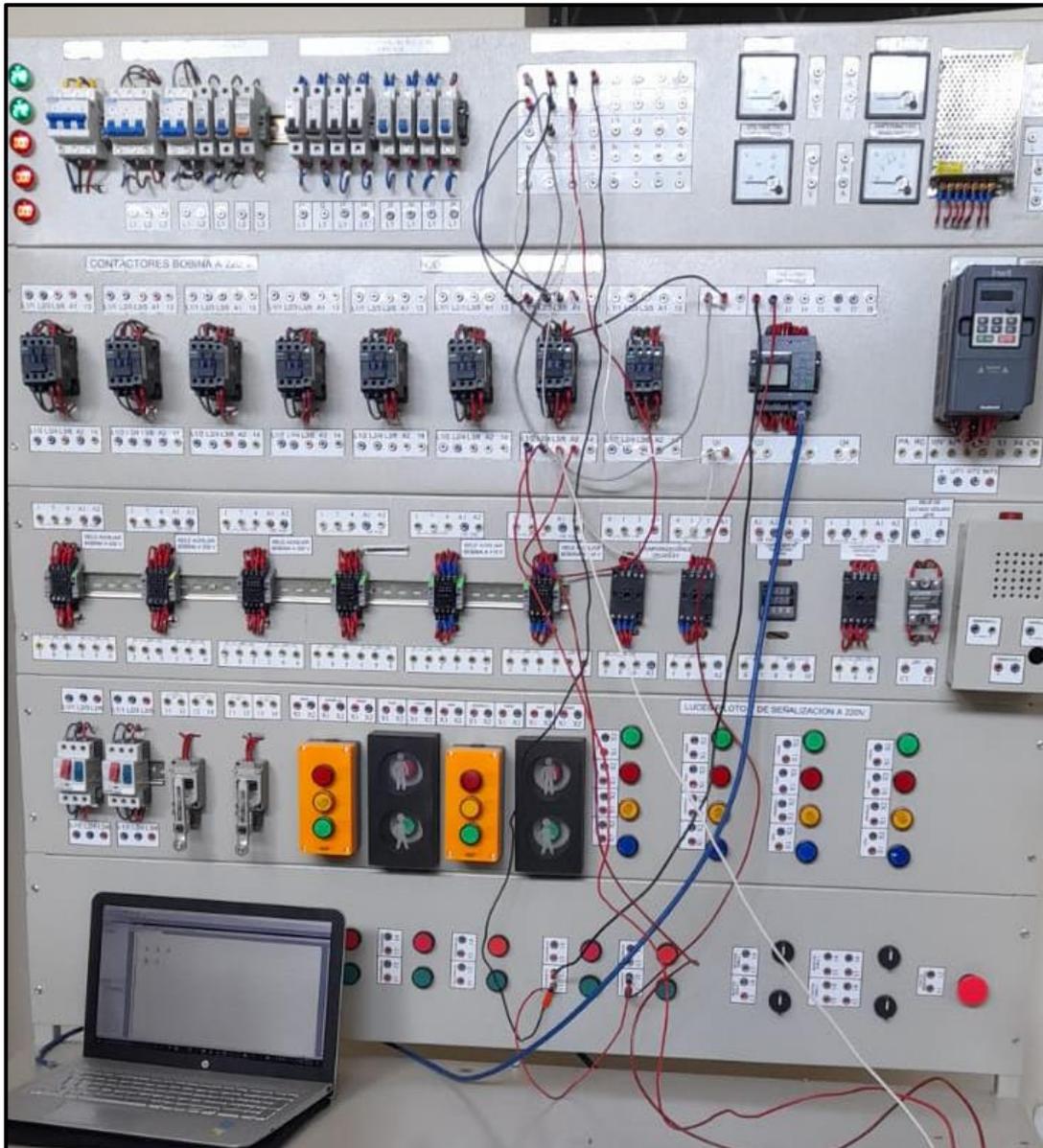
<b>3</b>	Conclusión
----------	------------

Se observa que resulta más efectivo evitar la caída de tensión en la red de baja tensión compensando con la potencia activa proporcionada por la batería y reactiva, que compensar sólo con potencia reactiva, si por algún motivo se inyecta una cantidad de potencia activa que provoca demasiado aumento de la tensión, para compensarla absorbiendo reactiva de debe absorber mucha mayor cantidad de potencia reactiva que potencia activa se ha inyectado el pico

de corriente se muestra igual que en el arranque de forma local en este caso la intercomunicación es a través del cable ethernet.

4	Anexos
---	--------

Anexo 1 Conexión estrella directo en motor de 2 hp de forma remota usando una intercomunicación de cable ethernet.



## C.2 Practica en motor trifásico arranque estrella-triángulo en motor de 2 hp

	<h1>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</h1>
<b>PRÁCTICA DE LABORATORIO LABORATORIO DE SIMULACIÓN CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRICA</b>	

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
GALEAS, TIPÁN	E. HINOJOSA	TUTOR
FECHA:08/02/2022	FECHA: 08/02/2022	Ph.D Secundino Marrero

CARRERA	CÓDIGO DE LA ASIGNATURA	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
INGENIERIA ELECTRICA	36_MUTC_CIYA_IELE	Practica de tesis

PRÁCTICA N°	LABORATORIO:	Laboratorio de simulación	DURACIÓN (HORAS)
02	NOMBRE DE LA PRÁCTICA:	Arranque estrella triangulo forma local.	3

1	OBJETIVO
<p>El propósito de esta práctica es arrancar un motor trifásico en estrella y en triángulo, en la cual el circuito de mando tiene que estar diseñado para que al pulsar el pulsador “S1” el motor arranque con la conexión en estrella, y al pulsar directamente el pulsador “S2” el motor tiene que funcionar en la conexión triángulo, el esquema completo de fuerza y mando del circuito se muestra en la sección 1 y 2 de las actividades desarrolladas, luego se implementa el circuito en el tablero de prácticas para comprobar si el funcionamiento cumple con las condiciones antes mencionadas.</p>	

2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA
<p>2.1. INTRODUCCIÓN</p> <p>Cada LOGO! Basic se puede ampliar únicamente con módulos de ampliación de la misma clase de tensión. Mediante una codificación mecánica (clavijas en la carcasa) se impide que se conecten entre sí dispositivos de una clase de tensión diferente.</p>	

Excepción: la interfaz izquierda de los módulos analógicos y de los módulos de comunicaciones está libre de potencial, así es posible conectar estos módulos de ampliación a dispositivos de diferentes clases de tensión.

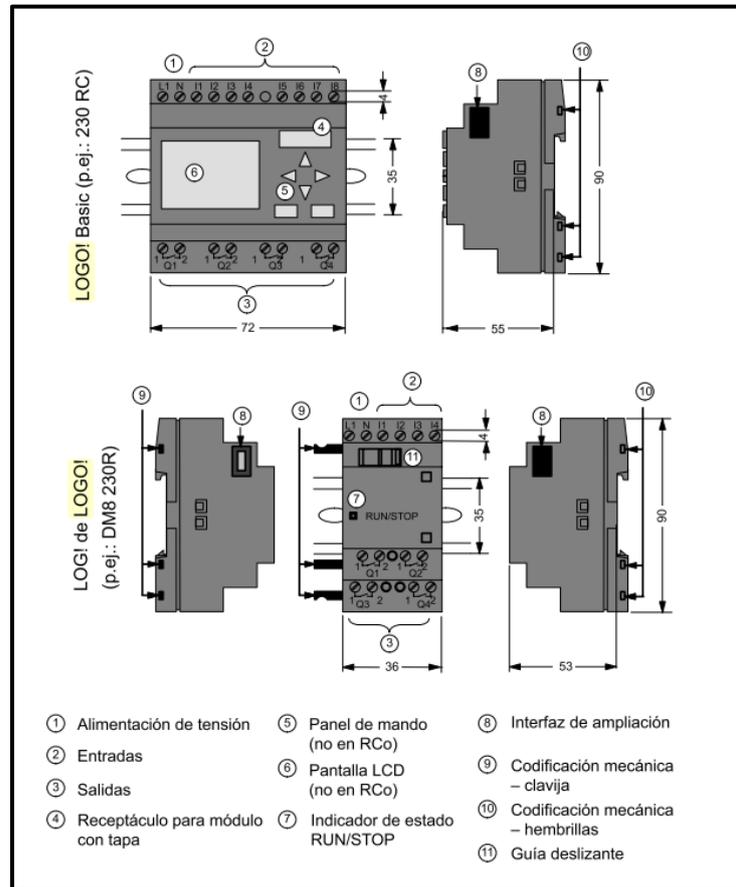


Figura 13. Estructura de logo [25].

## SOFTWARE DE SIMULACIÓN LOGO SOFT COMFORT

Los módulos o relés programables, sin ser propiamente un PLC, ofrecen muchas ventajas y flexibilidad para diversas aplicaciones de automatización y control de pequeña escala, constituyen una buena alternativa técnico – económica.

Siemens, empresa fabricante de equipos de automatización y control, ofrece dentro de su portafolio de productos el módulo programable LOGO cuya programación, simulación y carga del programa se realiza mediante el software LOGO SOFT COMFORT (Figura 11), este software de fácil y rápido manejo permite la creación de esquemas de contactos y diagramas de funciones seleccionando los bloques correspondientes y sus interconexiones por simple “arrastrar y colocar”.

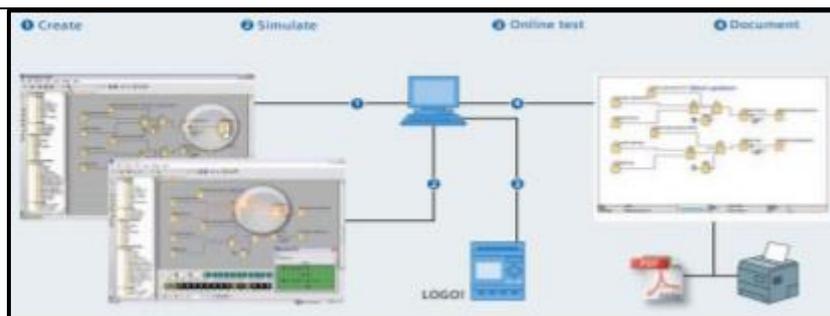


Figura 14. Funciones del Software LOGO! SOFT COMFORT

## 2.6.EQUIPO, INSTRUMENTOS Y MATERIALES NECESARIOS

### Equipos:

Equipo de cómputo, Software LOGO; Confort V8.3, programación en LADDER.

## 2.7.MEDIDAS DE SEGURIDAD

EPP: Mandil, alcohol y mascarilla.

### Instrucciones de seguridad:

- Lea y comprenda la presente guía de laboratorio
- Lea y comprenda el manual de seguridad y operación de la máquina de ensayos universales
- No corra dentro del laboratorio
- Absténgase de usar el teléfono celular
- Aleje sus manos de las partes móviles del equipo

## 2.8.TRABAJO PREPARATORIO

### 2.8.1. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

Cade Simu resulta ser un programa muy idóneo de ingeniería eléctrica. Este programa ofrece un sistema de emulación muy completo y de fácil uso. El usuario simplemente introduce los símbolos de manera organizada y luego el programa evaluará los estados de los componentes eléctricos para posteriormente, resaltar los conductores eléctricos.

Cabe destacar que este programa ofrece una interfaz gráfica tipo CAD para que el usuario pueda dibujar su esquema eléctrico de una manera muy fácil, es importante reseñar que una vez terminada la simulación del programa, el usuario podrá analizar correctamente el funcionamiento de su esquema. LOGO! Soft Comfort le permite crear, simular, archivar e imprimir el circuito de los programas a través de un PC para todos los LOGO.

Arranque Estrella-Triángulo

Con el arranque estrella triángulo se busca reducir la corriente en el momento del arranque al alimentar a una tensión menor con la conexión en estrella  $U_n/\sqrt{3}$ . Con ello se consigue que la intensidad baje a la tercera parte de la intensidad que se produciría en un arranque directo. También el par de arranque se reduce a menos de la mitad, lo que hace imposible este sistema en motores de media potencia que arranquen con mucha carga, otro inconveniente es el corte de tensión que se produce al pasar de estrella a triángulo.

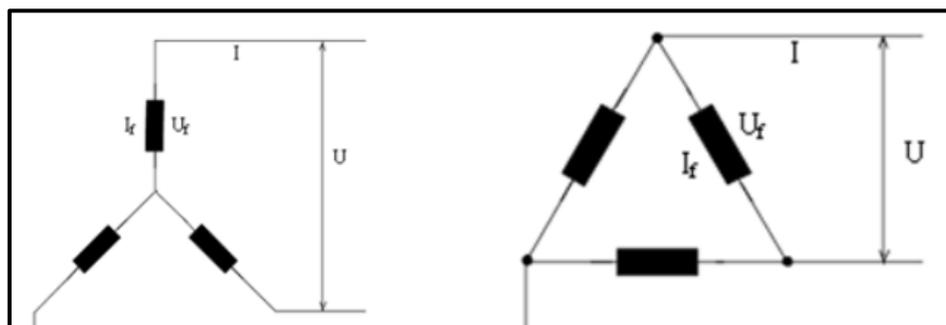


Figura 15. Diagrama de conexión estrella y conexión triángulo [51].

## 2.9.METODOLOGÍA Y TÉCNICA EXPERIMENTAL

Para las simulaciones en Logo V8.3 se sigue los siguientes pasos:

- a) Ejecutar el Software y abrir una nueva ventana de simulación.
- b) Insertar los diferentes elementos que componen el circuito deseado.
- c) Agregar valores nominales a cada uno de los elementos del circuito.
- d) Conectar los elementos especificando sus valores de resistencia según el material y aparato tecnológico.
- e) Ejecutar el programa con sus respectivos circuitos en LADDER.
- f) Leer cuidadosamente los manuales en la manipulación de aparatos como el variador de frecuencia y analizador de redes.
- g) Interpretar los resultados.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**LABORATORIO DE SIMULACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**  
**INFORME DE PRÁCTICA**

Nota: El informe tiene que ser conciso, simple y claro, no tiene que contener más de 5 hojas, no carátula, no carpetas, no binchas, se tiene que presentar grapado y ocupando toda el área de la hoja para impresión.

TEMA: Arranque estrella triángulo de manera local

NÚMERO DE PRÁCTICA: 3

NOMBRE(S): Tipan Pamela- Galeas Kevin

FECHA: 08/02/22

<b>1</b>	<b>Procedimiento</b>
----------	----------------------

- Funcionamiento de cada elemento y equipo del banco de pruebas. Normas de seguridad para uso del banco de pruebas.
- Normas de seguridad dentro del laboratorio. Formatos para registro de valores experimentales.
- Formatos para elaborar y presentar informes de laboratorio.
- Sistema programado en LADDER.
- Comprobación del sistema en CADE\_SIMU.

<b>2</b>	<b>Diagramas de fuerza y control</b>
----------	--------------------------------------

- a. Diagramar el circuito de Fuerza y de control del arranque estrella-triángulo con inversión de giro.

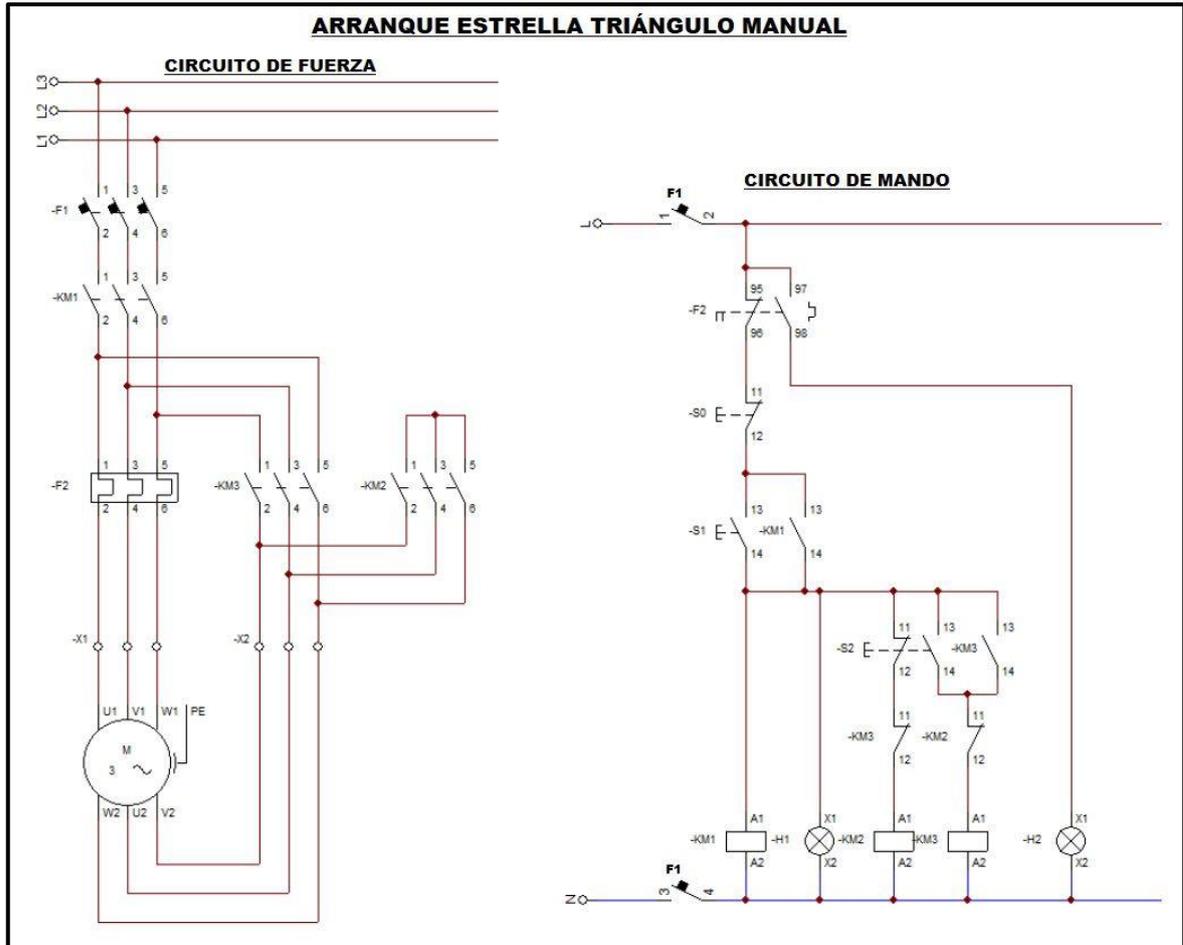


Figura 16. Diagrama de fuerza y control estrella triángulo [52].

- b. Realizar el diagrama LADDER en el software GX Developer, para este arranque estrella triángulo tomando en cuenta que para la transición de estrella a triángulo disponiendo de un tiempo para que la velocidad del motor alcance el 80 % de su velocidad nominal.

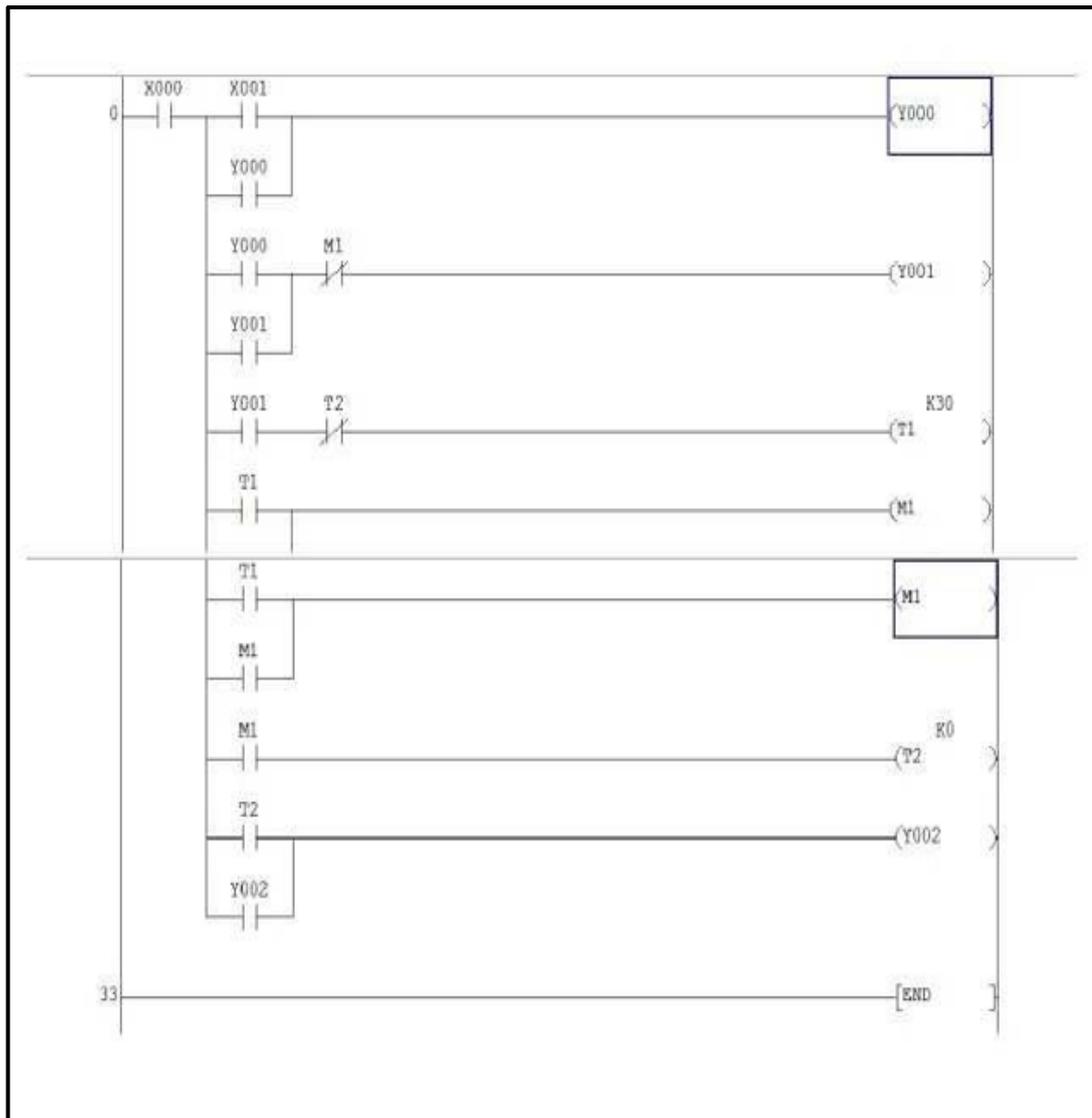


Figura 17. Diagrama estrella triángulo en LADDER. Logo V8.3 [52].

3 Desarrolle las consultas de la sección 2.1

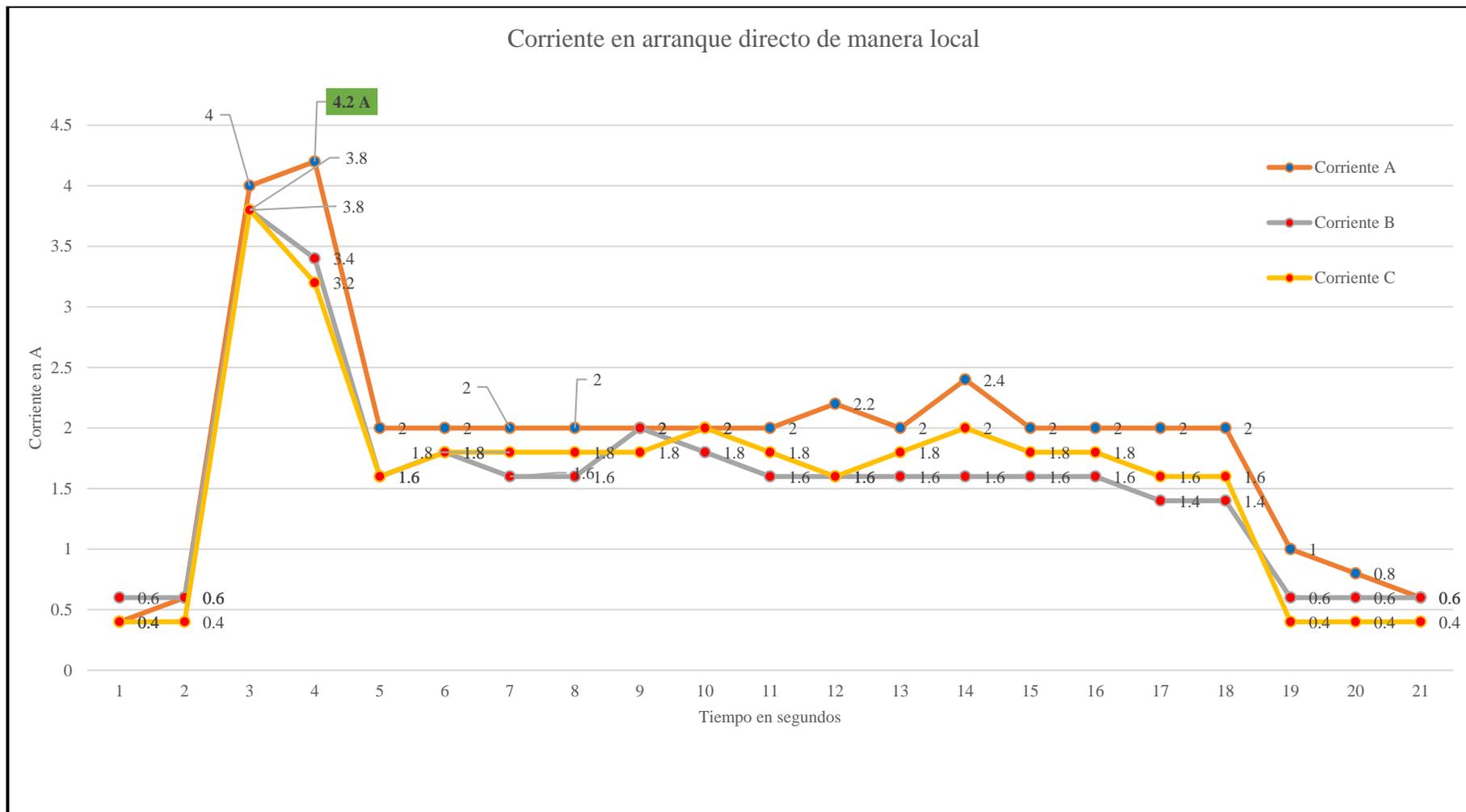


Figura 18. Pico de corriente en arranque estrella triángulo de forma local.

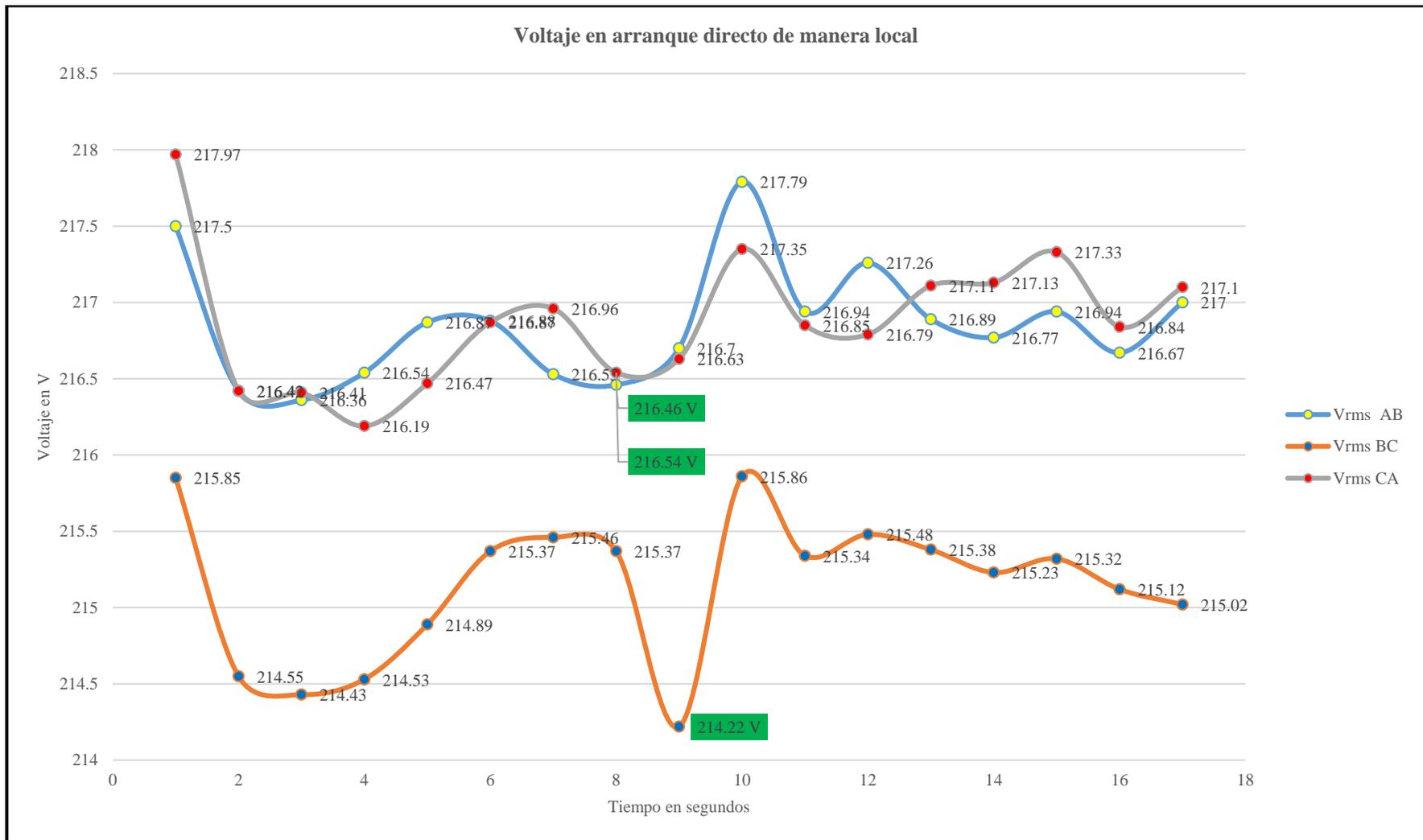


Figura 19. Niveles de voltaje efectuadas en el pico de arranque directo de forma remota.

INGENIERÍA ELÉCTRICA / UNIVERSIDAD TECNICA D ECOTOPAXI/ LABORATORIO CONTROL INDUSTRIAL				
REGISTRO DE PRUEBA N°3				
PRÁCTICA # 3				
TABLA N°1 ARRANQUE Y PARO DE MOTOR ELÉCTRICO TRIFÁSICO ESTRELLA TRIÁNGULO CON ALIMENTACIÓN 3F Y CARGA 3F EN LA MODALIDAD DE SISTEMA DE CONTROL LOCAL.			FECHA: 08/02/22	
ELEMENTOS: BANCO DE PRUEBAS PARA CONTROL INDUSTRIAL PROGRAMABLE Y MOTOR TRIFÁSICO CON FRENO REGULABLE				
VARIABLE		VALORES MEDIDOS	TIEMPO	OBSERVACIONES
PRUEBA SIN CARGA - SENTIDO DE GIRO HORARIO				
ENTRADA (PM 700)	V 1 (V)	217,2 V	12:28:32 p. m..607	
	V 2 (V)	216,2 V	12:40:32 p. m..607	
	V 3 (V)	215,46 V	12:48:32 p. m..607	
	I1 (A)	0,8 A	12:28:32 p. m..607	
	I2 (A)	06 A	12:40:32 p. m..607	
	I3 (A)	0,4 A	12:48:32 p. m..607	
	P (W)	30 W	12:28:32 p. m..607	
	Q (VAR)	390 VAR	12:28:32 p. m..607	
	S (VA)	390 VA	12:28:32 p. m..607	
	FP	0,17		
SALIDA (FLUKE)	V U-V ( V )	214,41 V	12:28:23 p. m..607	
	V V-W (V)	213,96 V	12:28:32 p. m..607	
	V W-U (V)	215,86 V	12:28:40 p. m..607	
	IU(A)	2 A	12:28:23 p. m..607	
	IV (A)	1,6 A	12:28:32 p. m..607	
	IW (A)	1,9 A	12:28:40 p. m..607	
CARACTERISTICAS DEL MOTOR	FRECUENCIA (HZ)	60 Hz		
	VELOCIDAD (RPM)	1725 rpm		
	I (A)	6,5 A		

### CONCLUSIONES

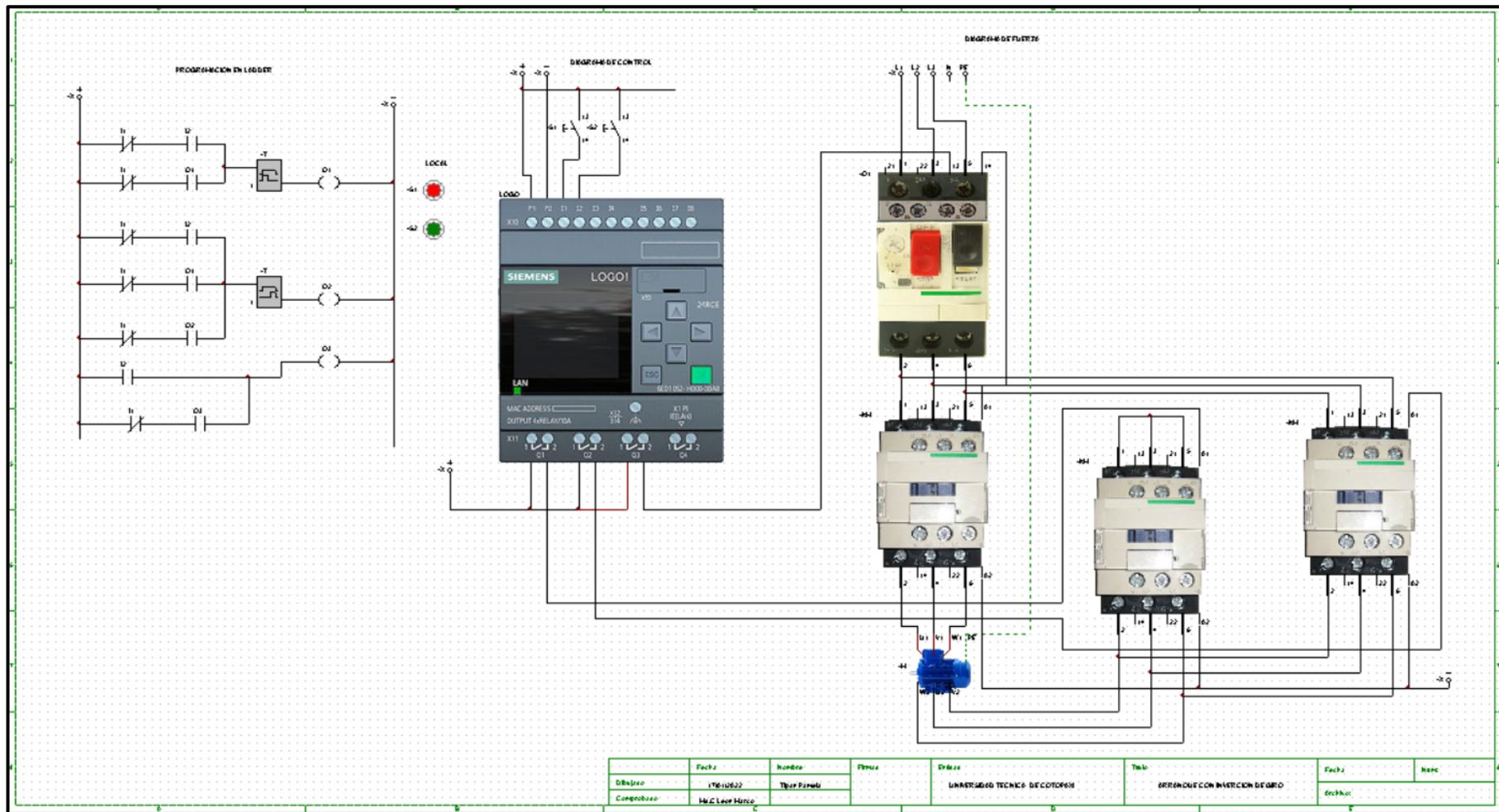
<b>4</b>	Escriba una conclusión
----------	------------------------

El motor arranca en estrella y funciona en triángulo los motores estrella triángulo, los que tienen los puntos para conexión ( $Y \rightarrow \Delta$ ) en el exterior, se usan principalmente para impulsar cargas centrífugas tales como ventiladores, sopladores, bombas centrífugas, etc. y en aplicaciones donde se requiera un torque de arranque reducido. Si bien la corriente en el arranque y la corriente de línea son menores al conectarse en estrella que cuando se conecta en triángulo, la corriente del bobinado es menor que la de la línea cuando se conecta en triángulo.

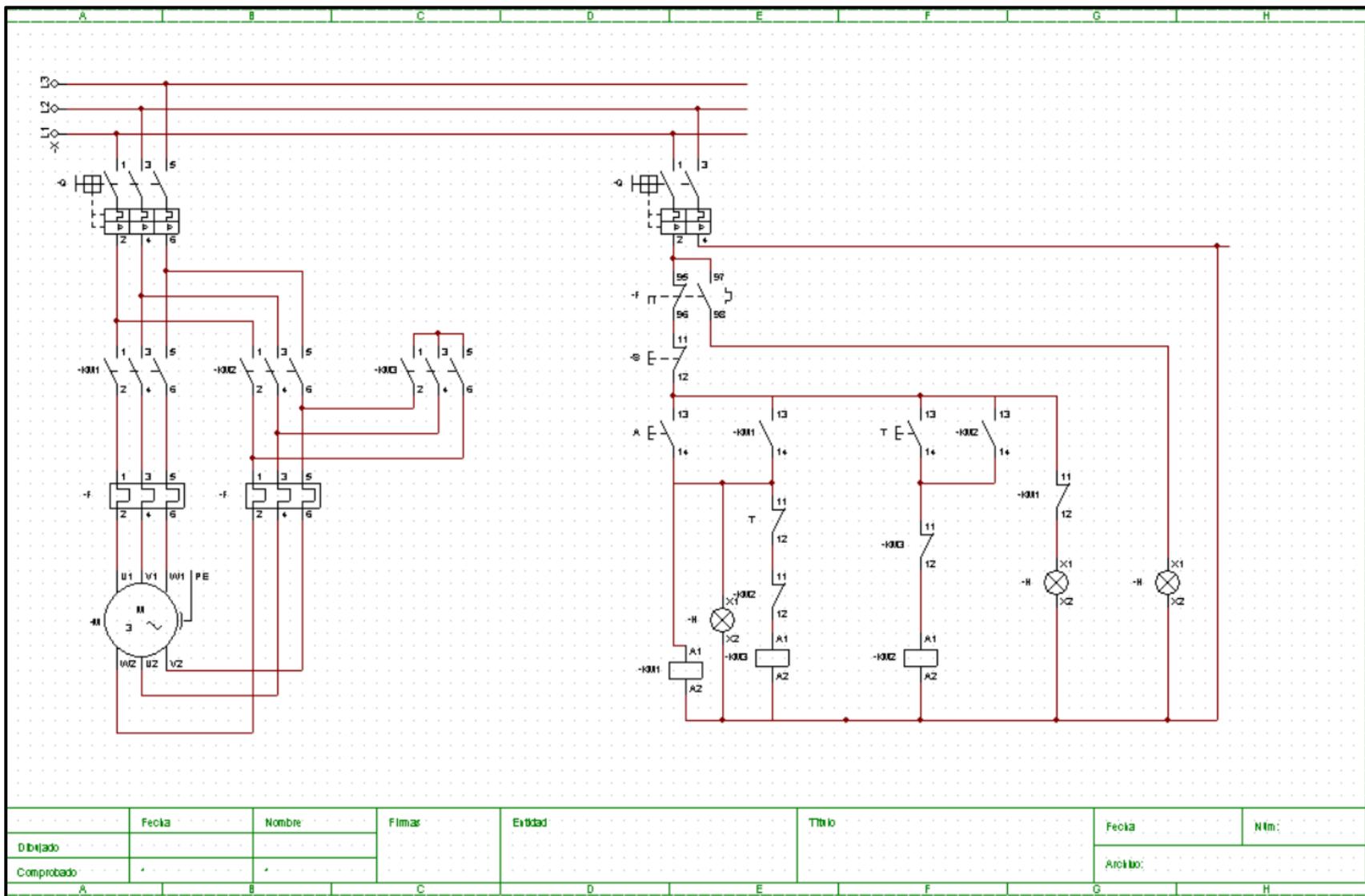
ANEXOS

5 Realice las capturas de los valores obtenidos en la simulación.

Anexo 1 Diagrama estrella triángulo en motores trifásicos realizado en Cade\_Simu de forma local.



Anexo 2. Diagrama de circuito trifásico en logo V8.3



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**LABORATORIO DE SIMULACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**  
**INFORME DE PRÁCTICA**

Nota: El informe tiene que ser conciso, simple y claro, no tiene que contener más de 5 hojas, no carátula, no carpetas, no binchas, se tiene que presentar grapado y ocupando toda el área de la hoja para impresión.

TEMA: Arranque estrella triángulo de manera remota

NÚMERO DE PRÁCTICA: 4

NOMBRE(S): Tipan Pamela- Galeas Kevin

FECHA: 08/02/22

<b>1</b>	<b>Procedimiento</b>
----------	----------------------

- Funcionamiento de cada elemento y equipo del banco de pruebas. Normas de seguridad para uso del banco de pruebas.
- Normas de seguridad dentro del laboratorio. Formatos para registro de valores experimentales.
- Formatos para elaborar y presentar informes de laboratorio.
- Sistema programado en LADDER.
- Comprobación del sistema en CADE\_SIMU.

<b>2</b>	<b>Diagramas de fuerza y control</b>
----------	--------------------------------------

- c. Diagramar el circuito de Fuerza y de control del arranque estrella-triángulo con inversión de giro.



3 Desarrolle las consultas de la sección 2.1

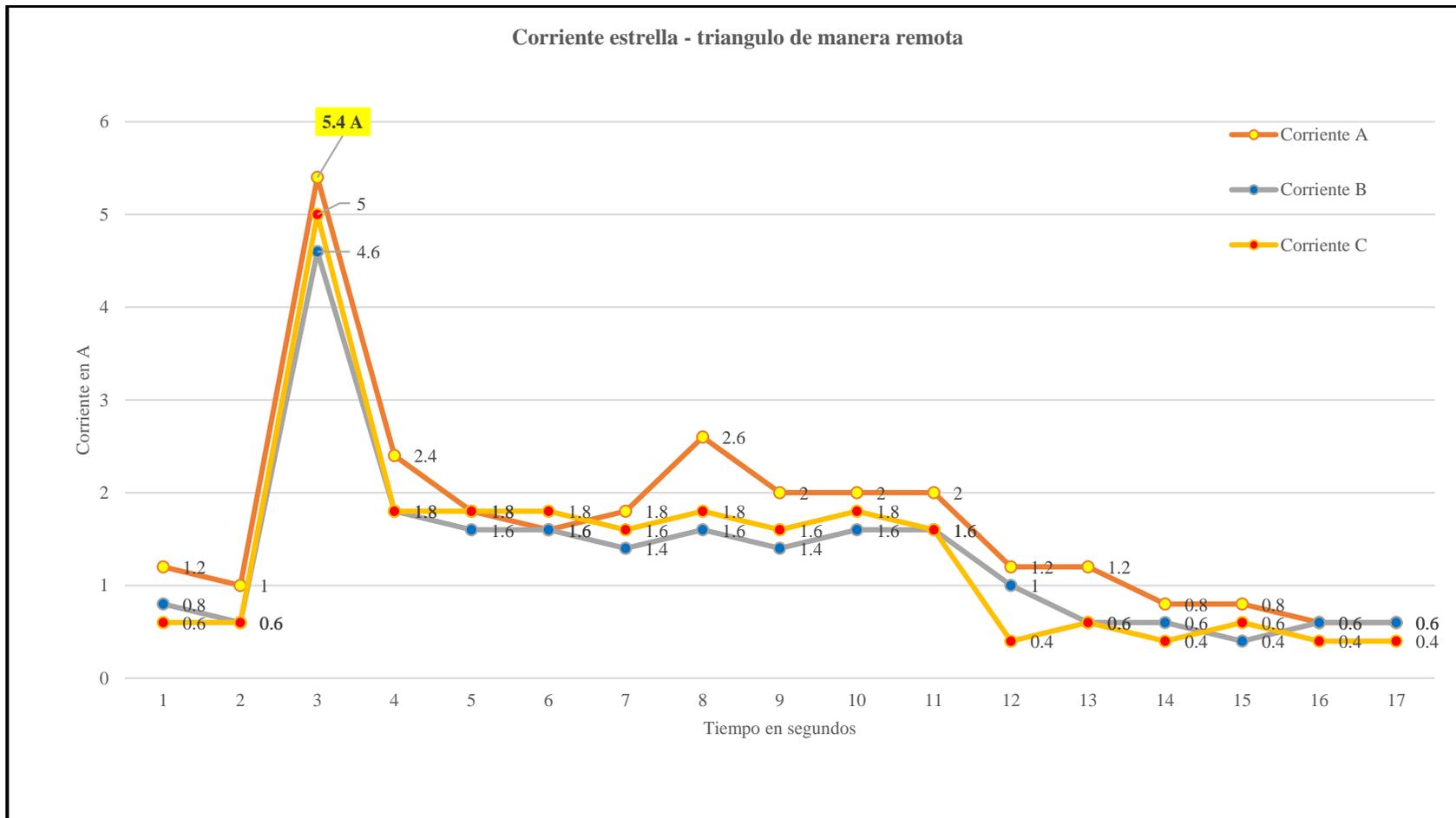


Figura 22. Corriente producto del arranque estrella triangulo forma remota.

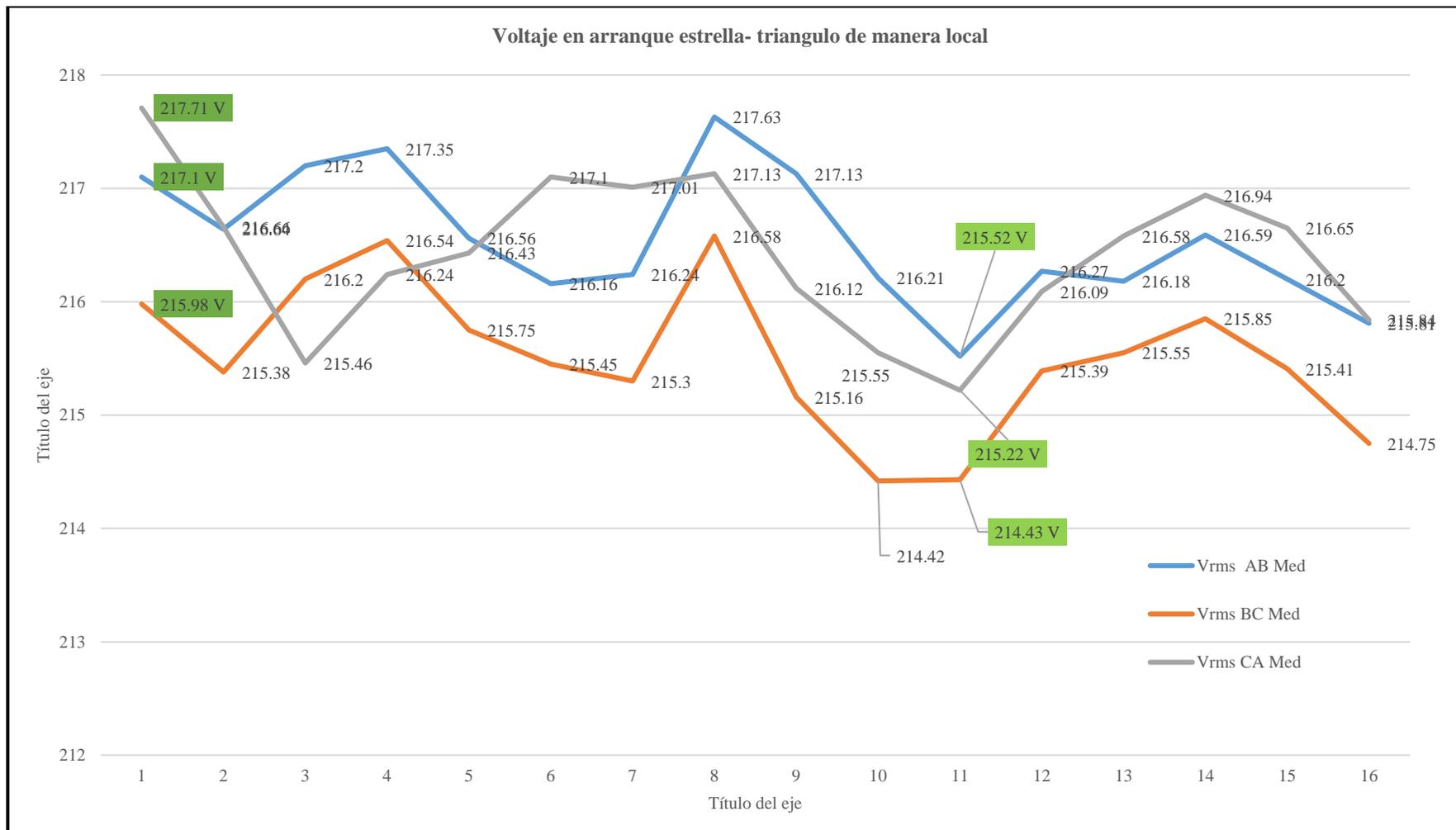


Figura 23. Valores de voltaje relacionada a los segundos en el que se produce el arranque.

INGENIERÍA ELÉCTRICA / UNIVERSIDAD TECNICA D ECOTOPAXI/ LABORATORIO CONTROL INDUSTRIAL				
REGISTRO DE PRUEBA N°4				
PRÁCTICA # 4				
TABLA N°1 ARRANQUE Y PARO DE MOTOR ELÉCTRICO TRIFÁSICO ESTRELLA TRIÁNGULO CON ALIMENTACIÓN 3F Y CARGA 3F EN LA MODALIDAD DE SISTEMA DE CONTROL remota.				FECHA:
				08/02/22
ELEMENTOS:				
BANCO DE PRUEBAS PARA CONTROL INDUSTRIAL PROGRAMABLE Y MOTOR TRIFÁSICO CON FRENO REGULABLE				
VARIABLE		VALORES MEDIDOS	TIEMPO	OBSERVACIONES
PRUEBA SIN CARGA - SENTIDO DE GIRO HORARIO				
ENTRADA(PM 700)	V 1 (V)	216,65 V	10:23:20 a. m..994	
	V 2 (V)	214,72 V	10:23:23 a. m..994	
	V 3 (V)	216,77 V	10:23:25 a. m..994	
	I1 (A)	1 A	10:23:20 a. m..994	
	I2 (A)	0,8 A	10:23:23 a. m..994	
	I3 (A)	0,6 A	10:23:25 a. m..994	
	P (W)	30 W	12:28:32 p. m..607	
	Q (VAR)	390 VAR	12:28:32 p. m..607	
	S (VA)	390 VA	12:28:32 p. m..607	
	FP	0,17		
SALIDA (FLUKE)	V U-V ( V )	216,44 V	12:28:23 p. m..607	
	V V-W (V)	214,67 V	12:28:32 p. m..607	
	V W-U (V)	216,44 V	12:28:40 p. m..607	
	IU(A)	1,8 A	12:28:23 p. m..607	
	IV (A)	1,8 A	12:28:32 p. m..607	
	IW (A)	0,4 A	12:28:40 p. m..607	
CARACTERISTICAS DEL MOTOR	FRECUENCIA(HZ)	60 Hz		
	VELOCIDAD(RPM)	1725 rpm		
	I (A)	6,5 A		

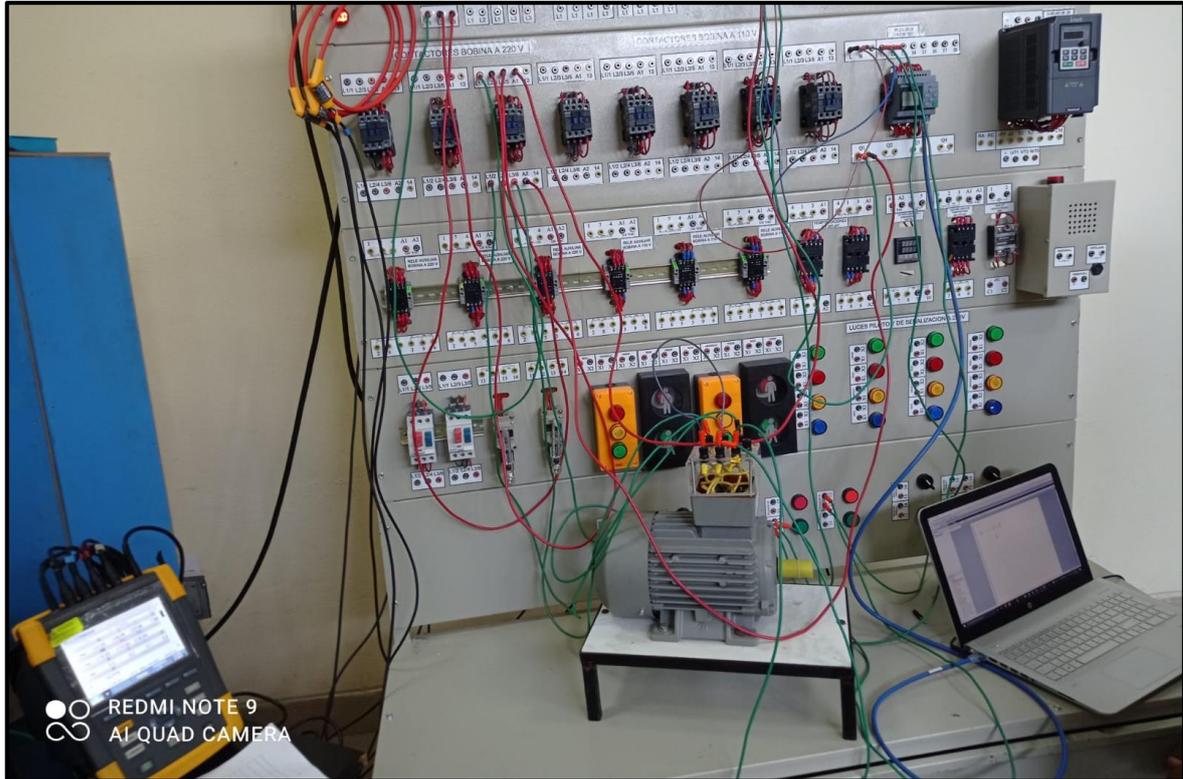
## CONCLUSIONES

<b>4</b>	Escriba una conclusión
----------	------------------------

En el arranque en Estrella, el motor consume 3 veces menos corriente que conectado en triángulo, la explicación está en el hecho de que las bobinas de un motor industrial trifásico conectadas en Estrella, reciben una tensión veces menor que el mismo motor conectado en triángulo, para un sistema en Estrella  $V_L = V_F$  y en el sistema en triángulo,  $V_L = \sqrt{3} V_F$ , ocurriendo lo inverso con las corrientes.

5 Anexo

Anexo 1 Conexión y control en tablero de control.



Anexo 2. Representación de los valores en el analizador de redes expuestos por PowerLog.

Power Log 5.8 - [MEAS 62 -- FLUKE 430-II (COM6).fpqo]

Fichero Editar Ver Herramientas Ventanas Ayuda

Desde 24/02/2022 09:48 Hasta 24/02/2022 10:34

Resumen Tabla Tensión y corriente Estadísticas Huecos y Picos Frecuencia / Desequilibrio Potencia Energía Pantallas Armónicos Evento de or

Filtro  Duración  AN(V) / A(A)  BN(V) / B(A)  CN(V) / C(A)  NG(V) / N(A)  Total  Min

Fecha	Función	Duración	AN(V) / A(A) Min	AN(V) / A(A) Med	AN(V) / A(A) Max
24/02/2022 09:48:25 a. m.	994mse Vrms ph-n		114.5 V (f)	114.97 V (f)	115.46 V (f)
24/02/2022 09:48:25 a. m.	994mse Vrms ph-ph		212.29 V (f)	212.96 V (f)	213.49 V (f)
24/02/2022 09:48:25 a. m.	994mse Arms		0.2 A (f)	0.2 A (f)	0.2 A (f)
24/02/2022 09:48:25 a. m.	994mse Frecuencia		59.956 Hz (f)	59.957 Hz (f)	59.958 Hz (f)
24/02/2022 09:48:25 a. m.	994mse Desequilibrio Vn				
24/02/2022 09:48:25 a. m.	994mse Desequilibrio Vz				
24/02/2022 09:48:25 a. m.	994mse Desequilibrio An				
24/02/2022 09:48:25 a. m.	994mse Desequilibrio Az				
24/02/2022 09:48:25 a. m.	994mse THD V		2.14 % (f)	2.18 % (f)	2.22 % (f)
24/02/2022 09:48:25 a. m.	994mse THD A		18.33 % (f)	19.8 % (f)	22.23 % (f)
24/02/2022 09:48:25 a. m.	994mse Corriente de Pico		0.6 A	0.6 A	0.8 A
24/02/2022 09:48:25 a. m.	994mse Potencia Activa		0 W (f)	0 W (f)	0 W (f)
24/02/2022 09:48:25 a. m.	994mse Potencia Reactiva		20 var	20 var	20 var
24/02/2022 09:48:25 a. m.	994mse Factor de Potencia		99	0	0



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## PRÁCTICA DE LABORATORIO LABORATORIO DE SIMULACIÓN CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
TIPAN, GALEAS	E. HINOJOSA	Ph.D Secundino Marrero
FECHA:09/02/22	FECHA: 09/02/22	FECHA:09/02/22

CARRERA	CÓDIGO DE LA ASIGNATURA	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
INGENIERIA ELÉCTRICA	36_MUTC_CIYA_IELE	Practica de tesis

PRÁCTICA N°	LABORATORIO:	Laboratorio de simulación	DURACIÓN (HORAS)
03	NOMBRE DE LA PRÁCTICA:	Arranque trifásico usando variador de frecuencia	3

1	OBJETIVO
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudiar la operación de arranque suave en un motor trifásico.</li> <li>Diseñar los circuitos de fuerza y control para realizar la conexión y desconexión de los mismos.</li> <li>Arrancar y variar la frecuencia remotamente de un motor eléctrico desde un dispositivo móvil.</li> <li>Optimizar costos mediante el uso del variador de frecuencia.</li> </ul>

2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA
	<p><b>2.1. INTRODUCCIÓN</b></p> <p><b>2.1.1. Arranque suave con variador de frecuencia</b></p> <p>Los arrancadores suaves se utilizan en la industria para controlar la corriente y el par en el arranque de los motores asíncronos algunos fabricantes sugieren una función de ahorro de energía para motores trabajando con cargas parciales en este trabajo se demuestra que debido a la distorsión de la onda que producen los arrancadores, se incrementan las pérdidas para</p>

cargas superiores al 40%, por lo tanto, solo tienen que instalarse para el arranque suave, y no para ahorrar energía.

En algunos casos, el arranque directo y el arranque estrella-triángulo no son la solución para arrancar el motor trifásico de inducción, ya que grandes corrientes pico pueden influenciar a la red eléctrica y las conmutaciones de ambos tipos de arranque pueden someter a esfuerzos mecánicos (estrés) a los componentes de la máquina. El arrancador suave (en inglés, soft starter) provee una solución a dichos problemas, ya que proporciona una tensión que crece en el tiempo en forma de rampa continua, libre de conmutaciones, consiguiendo así disminuir los picos de corriente de arranque y valores altos de cupla mecánica ya que las conmutaciones son eliminadas [53].

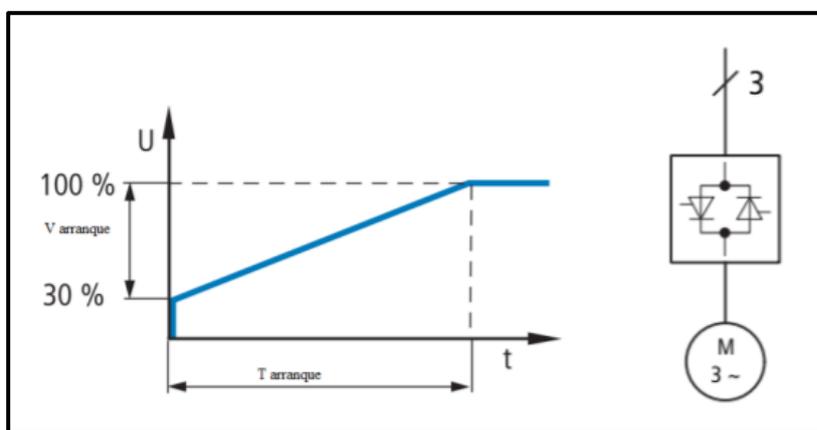


Figura 24. Arrancador suave (en inglés, soft starter) provee una solución a dichos problemas [53].

#### e. Principales características:

- Impacto sobre la red eléctrica: Mediano a bajo
- Corriente de arranque =  $(2 \dots 6) I_n$  (Reducida por control de tensión)
- Par de arranque =  $(0.1 \dots 1) M_n$  (controlado por tensión:  $M_m \propto V^2$ )
- Característica de arranque configurable
- Aplicable a accionados que requieran un aumento progresivo del par y/o reducción de corriente [53].

## 2.2. EQUIPO, INSTRUMENTOS Y MATERIALES NECESARIOS

### Equipos:

Equipo de cómputo, software logo confort V8.3, programación en LADDER.

### **2.3. MEDIDAS DE SEGURIDAD**

EPP: Mandil, alcohol y mascarilla.

#### **Instrucciones de seguridad:**

- Lea y comprenda la presente guía de laboratorio
- Lea y comprenda el manual de seguridad y operación de la máquina de ensayos universales
- No corra dentro del laboratorio
- Absténgase de usar el teléfono celular
- Aleje sus manos de las partes móviles del equipo

### **2.4. TRABAJO PREPARATORIO**

#### **2.4.1. ACTIVIDADES A DESARROLLAR**

### **2.5. METODOLOGÍA Y TÉCNICA EXPERIMENTAL**

Para las simulaciones en Logo V8.3 se sigue los siguientes pasos:

- a) Ejecutar el Software y abrir una nueva ventana de simulación.
- b) Insertar los diferentes elementos que componen el circuito deseado.
- c) Agregar valores nominales a cada uno de los elementos del circuito.
- d) Conectar los elementos especificando sus valores de resistencia según el material y aparato tecnológico.
- e) Ejecutar el programa con sus respectivos circuitos en LADDER.
- f) Leer cuidadosamente los manuales en la manipulación de aparatos como el variador de frecuencia y analizador de redes.
- g) Interpretar los resultados.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**LABORATORIO DE SIMULACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**  
**INFORME DE PRÁCTICA**

Nota: El informe tiene que ser conciso, simple y claro, no tiene que contener más de 5 hojas, no carátula, no carpetas, no binchas, se tiene que presentar grapado y ocupando toda el área de la hoja para impresión.

TEMA: Arranque suave de manera local usando variador de frecuencia.

NÚMERO DE PRÁCTICA: 5

NOMBRE(S): Tipan Pamela- Galeas Kevin

FECHA: 09/02/22

<b>1</b>	<b>Procedimiento</b>
----------	----------------------

- Funcionamiento de cada elemento y equipo del banco de pruebas. Normas de seguridad para uso del banco de pruebas.
- Normas de seguridad dentro del laboratorio. Formatos para registro de valores experimentales.
- Formatos para elaborar y presentar informes de laboratorio.
- Sistema programado en LADDER.
- Comprobación del sistema en CADE\_SIMU.

<b>2</b>	<b>Recursos y diagramas</b>
----------	-----------------------------

## **RECURSOS**

- Programación del circuito en LADDER.
- Equipos de Medición para: Tensión, Corriente, Potencias, fp (factor de potencia) Formatos para registro de valores experimentales y resultados.
- Motor trifásico con freno mecánico regulable.
- Cables de laboratorio.

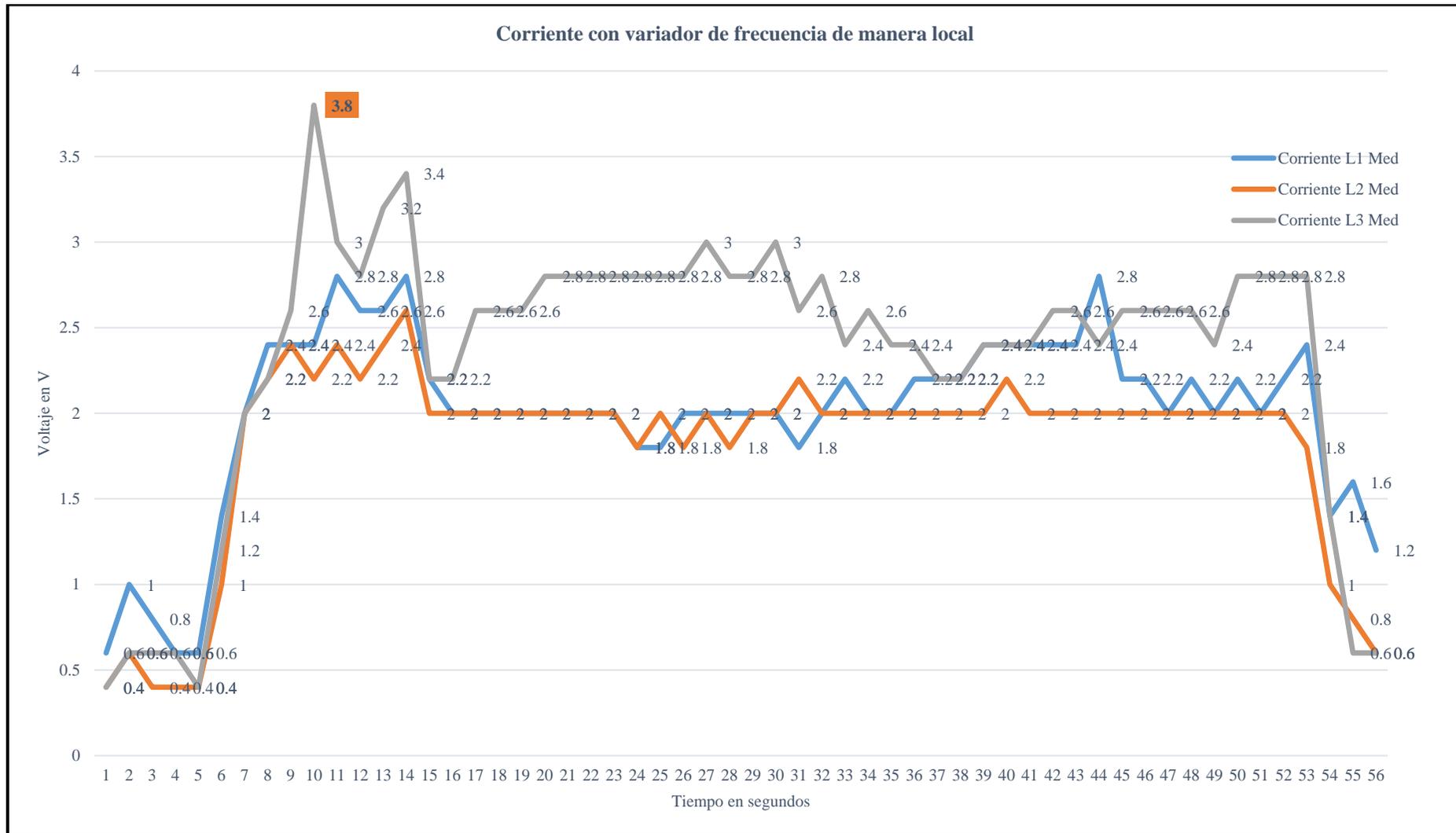


Figura 25. Pico de corriente en arranque directo usando variador de frecuencia

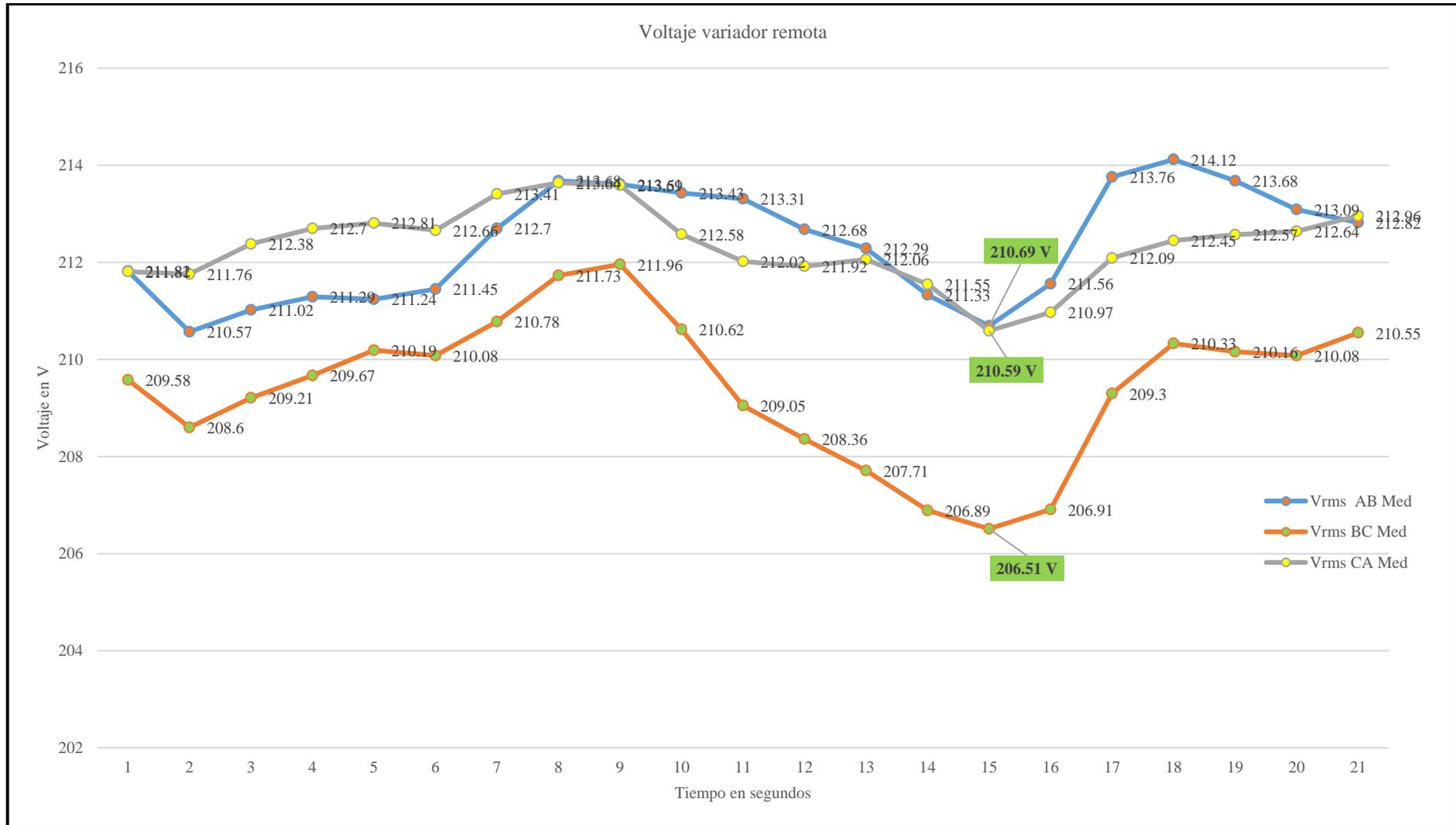


Figura 26. Voltaje entregado en el arranque usando variador de frecuencia.

INGENIERÍA ELÉCTRICA / UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI/ LABORATORIO CONTROL INDUSTRIAL				
REGISTRO DE PRUEBA N°5				
PRÁCTICA # 5				
TABLA N°1 ARRANQUE Y PARO DE MOTOR ELÉCTRICO TRIFÁSICO UTILIZANDO EL VARIADOR DE FRECUENCIA CON ALIMENTACIÓN 3F Y CARGA 3F EN LA MODALIDAD DE SISTEMA DE CONTROL DE MANERA LOCAL.				FECHA: 09/02/22
ELEMENTOS: BANCO DE PRUEBAS PARA CONTROL INDUSTRIAL PROGRAMABLE Y MOTOR TRIFÁSICO CON FRENO REGULABLE				
VARIABLE		VALORES MEDIDOS	TIEMPO EN SEGUNDOS	OBSERVACIONES
<b>PRUEBA SIN CARGA - SENTIDO DE GIRO HORARIO</b>				
ENTRADA(PM 700)	V 1 (V)	212,5 V	09:57:43 a. m..994	
	V 2 (V)	211,18 V	09:57:46 a. m..994	
	V 3 (V)	213,26 V	09:57:50 a. m..994	
	I1 (A)	1,4 A	09:57:43 a. m..994	
	I2 (A)	1 A	09:57:46 a. m..994	
	I3 (A)	1,2 A	09:57:50 a. m..994	
	P (W)	20 W	09:57:43 a. m..994	
	Q (VAR)	150 VAR	09:57:46 a. m..994	
	S (VA)	360 VA	09:57:50 a. m..994	
	FP	0,78 $\phi$		
SALIDA (FLUKE)	V U-V ( V )	212,66 V	09:57:52 a. m..994	
	V V-W (V)	210,63 V	09:57:56 a. m..994	
	V W-U (V)	213,24 V	09:57:59 a. m..994	
	IU(A)	2,8 A	09:57:52 a. m..994	
	IV (A)	2,6 A	09:57:56 a. m..994	
	IW (A)	3,4 A	09:57:59 a. m..994	
CARACTERISTICAS DEL MOTOR	FRECUENCIA(HZ)	60 Hz		
	VELOCIDAD(RPM)	1725 rpm		
	I (A)	6,5 A		

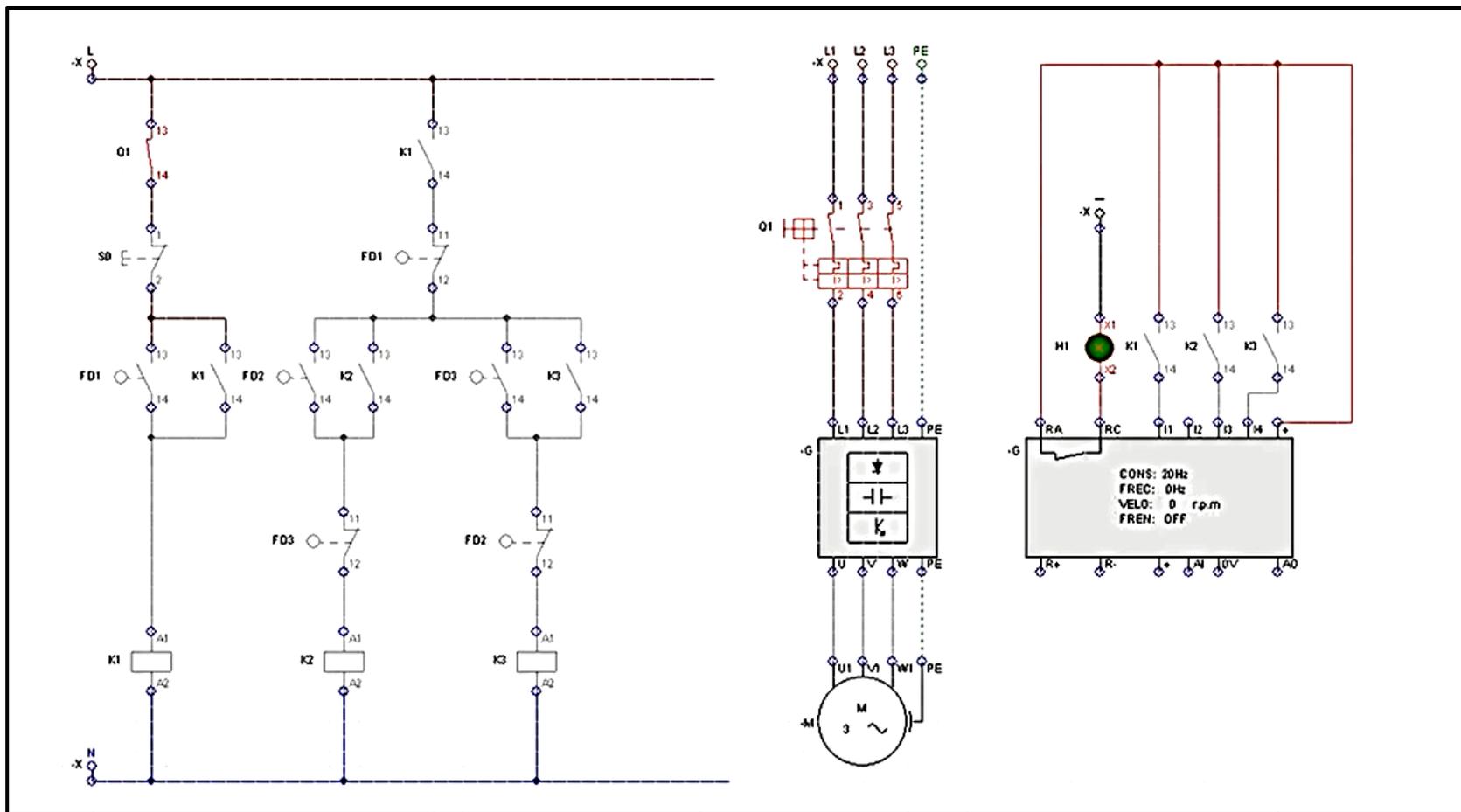
## CONCLUSIONES

<b>4</b>	Escriba una conclusión
----------	------------------------

Todo esto hace que a tensión reducida las pérdidas sean elevadas con niveles de carga elevados, manifestándose incluso en la generalidad de los casos, una disminución de la eficiencia con cargas por encima del 40 %, los ahorros de energía, aún a bajas cargas, no suelen llegar al 5 % estas condiciones, los arrancadores suaves no son comprados con la idea de que se pueda ahorrar energía a cargas parciales. Resulta casi imposible obtener una recuperación razonable de la inversión, si se adquieren pretendiendo solo reducir el consumo.

5 Anexos

Anexo 1. Arranque en motores trifásicos usando un variador de frecuencia



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**LABORATORIO DE SIMULACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**  
**INFORME DE PRÁCTICA**

Nota: El informe tiene que ser conciso, simple y claro, no tiene que contener más de 5 hojas, no carátula, no carpetas, no binchas, se tiene que presentar grapado y ocupando toda el área de la hoja para impresión.

TEMA: Arranque usando variador de frecuencia de forma remota.

NÚMERO DE PRÁCTICA: 6

NOMBRE(S): Tipan Pamela- Galeas Kevin

FECHA: 09/02/22

<b>1</b>	<b>Procedimiento</b>
----------	----------------------

- Funcionamiento de cada elemento y equipo del banco de pruebas. Normas de seguridad para uso del banco de pruebas.
- Normas de seguridad dentro del laboratorio. Formatos para registro de valores experimentales.
- Formatos para elaborar y presentar informes de laboratorio.
- Sistema programado en LADDER.
- Comprobación del sistema en CADE\_SIMU.

<b>2</b>	<b>Recursos y diagramas</b>
----------	-----------------------------

## **RECURSOS**

- Programación del circuito en LADDER.
- Equipos de Medición para: Tensión, Corriente, Potencias, fp (factor de potencia) Formatos para registro de valores experimentales y resultados.
- Motor trifásico con freno mecánico regulable.
- Cables de laboratorio.

3 Desarrolle las consultas de la sección 2.1

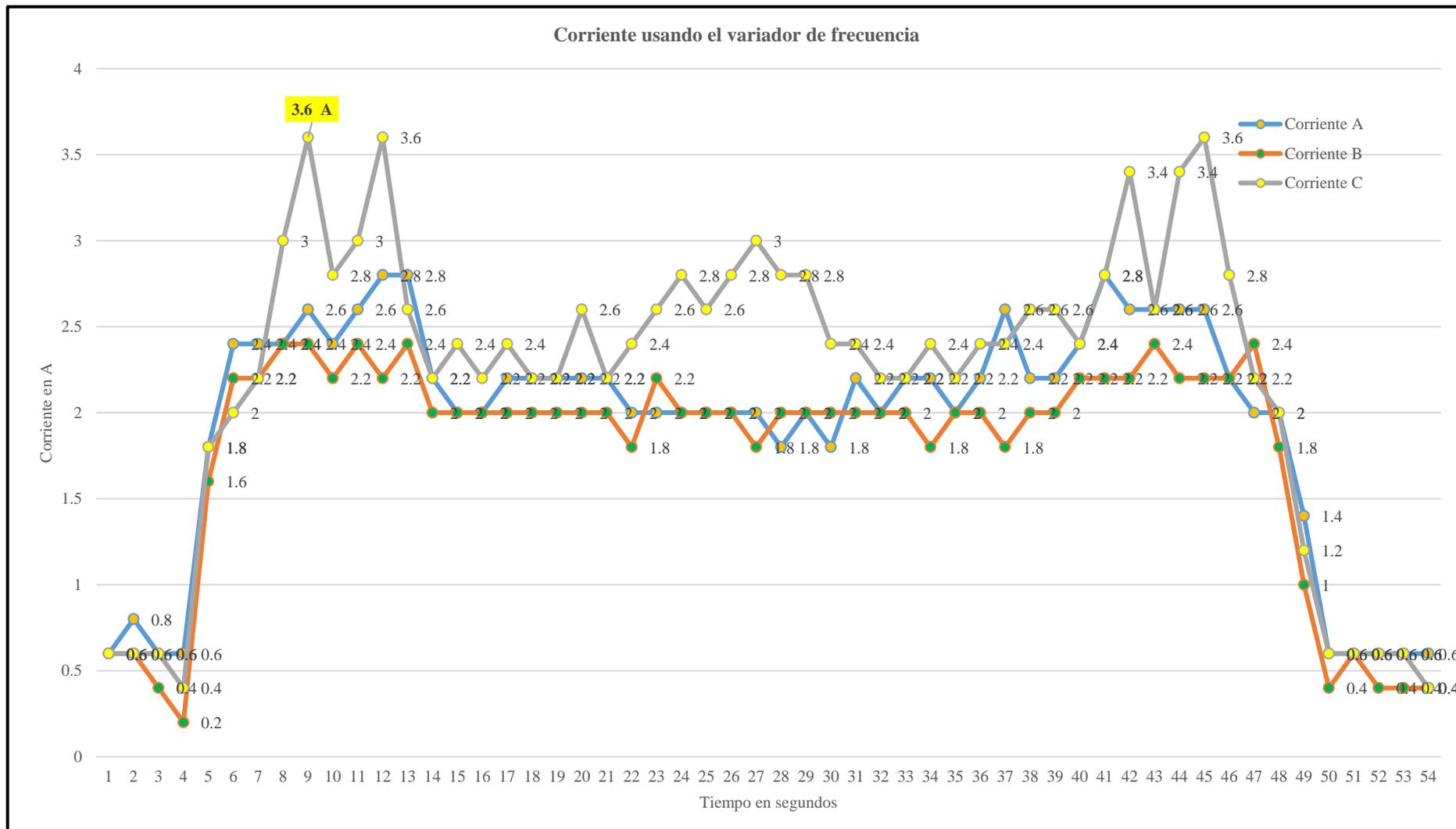


Figura 27. Interpretación de la corriente usando el variador de frecuencia con respecto al tiempo en segundos.

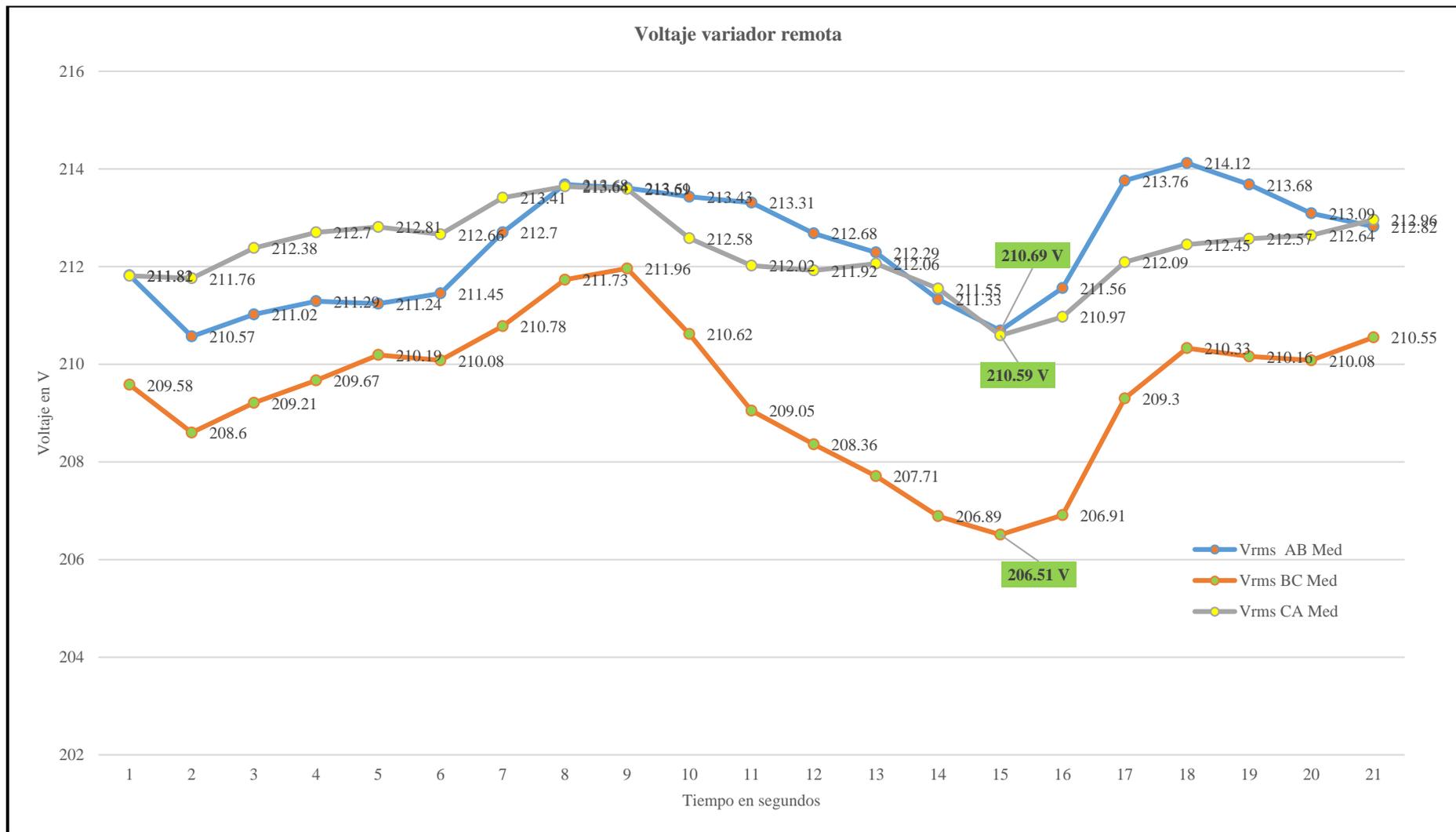


Figura 28. Interpretación de la caída de voltaje en función del tiempo en segundos con relación a la corriente.

INGENIERÍA ELÉCTRICA / UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI/ LABORATORIO CONTROL INDUSTRIAL				
REGISTRO DE PRUEBA N°6				
PRÁCTICA # 6				
TABLA N°1 ARRANQUE Y PARO DE MOTOR ELÉCTRICO TRIFÁSICO UTILIZANDO EL VARIADOR DE FRECUENCIA CON ALIMENTACIÓN 3F Y CARGA 3F EN LA MODALIDAD DE SISTEMA DE CONTROL DE MANERA REMOTO.				FECHA: 09/02/22
ELEMENTOS: BANCO DE PRUEBAS PARA CONTROL INDUSTRIAL PROGRAMABLE Y MOTOR TRIFÁSICO CON FRENO REGULABLE				
VARIABLE		VALORES MEDIDOS	TIEMPO EN SEGUNDOS	OBSERVACIONES
<b>PRUEBA SIN CARGA - SENTIDO DE GIRO HORARIO</b>				
ENTRADA(PM 700)	V 1 (V)	213,24 V	09:59:00 a. m..994	
	V 2 (V)	211,52 V	09:59:13 a. m..994	
	V 3 (V)	213,65 V	09:59:14 a. m..994	
	I1 (A)	0,8 A	09:59:00 a. m..994	
	I2 (A)	0,4 A	09:59:13 a. m..994	
	I3 (A)	0,6 A	09:59:14 a. m..994	
	P (W)	20 W	09:59:15 a. m..994	
	Q (VAR)	150 VAR	09:59:17 a. m..994	
	S (VA)	360 VA	09:59:19 a. m..994	
	FP	0,78 Ø		
SALIDA (FLUKE)	V U-V ( V )	213 V	09:59:15 a. m..994	
	V V-W (V)	210,59 V	09:59:17 a. m..994	
	V W-U (V)	212,,67 V	09:59:19 a. m..994	
	IU(A)	2,6 A	09:59:15 a. m..994	
	IV (A)	2,4 A	09:59:17 a. m..994	
	IW (A)	3,6 A	09:59:19 a. m..994	
CARACTERISTICAS DEL MOTOR	FRECUENCIA(HZ)	60 Hz		
	VELOCIDAD(RPM)	1725 rpm		
	I (A)	6,5 A		

## CONCLUSIONES

<b>4</b>	Escriba una conclusión
----------	------------------------

Desarrollando el sistema al final se empleo el cable ethernet responsable de la comunicación remota entre los equipos tecnológicos y monitoreado desde la pc, medio por el cual sera accionado el inicio del circuito y marcado con tiempo de 1 minuto, econtrando el valor en el pico de arranque en este caso 3,6 A mitigando los picos a lo largo del tiempo que se encuentra trabajando el motor.

5 Anexos

Anexo 1. Variador de frecuencia usado en el control de arranque.



Anexo 2. Control y uso del variador de frecuencia.



Anexo 3. Control y monitoreo del variador de frecuencia

