

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO, PARA EL ANÁLISIS DINÁMICO DE UN MOTOR ELÉCTRICO ASÍNCRONO TRIFÁSICO DE 3 HP, EN EL LABORATORIO DE CONTROL ELÉCTRICO DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA.

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO ELECTROMECAÁNICO**

**AUTORES: COBA GUANOCHANGA, CARLOS ANDRÉS
TENORIO CHAMGO, CARLOS MOISÉS.**

DIRECTOR: ING. FREIRE LLERENA, WASHINGTON RODRIGO

2019



Planteamiento del Problema

Hoy en día a nivel mundial existen muchas empresas industriales que requieren en sus procesos una mejora en cuanto se refiere en confiabilidad y calidad de energía del sistema, esto se lo puede lograr analizando los motores eléctricos, ya que éstos son de suma importancia para el desarrollo tecnológico y social de la población, es por esta misma razón que se requiere de un monitoreo constante de los motores ya sea en estado estable o en estado transitorio.

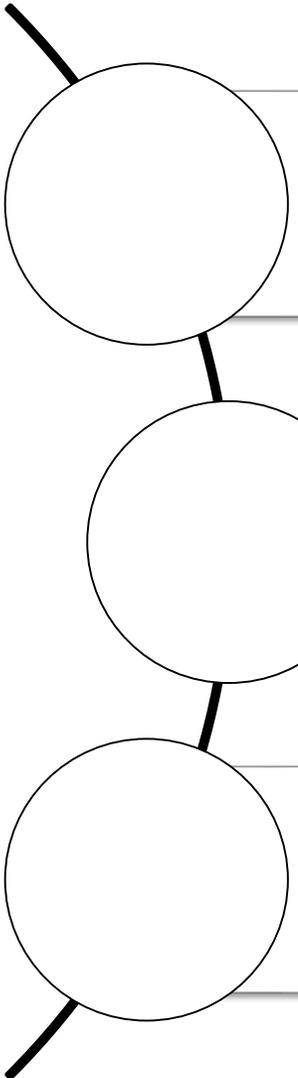


Objetivo General

Diseñar e Implementar un sistema de monitoreo aplicando programación gráfica, para el análisis dinámico de un motor eléctrico asíncrono trifásico de 3 HP, en el Laboratorio de Control Eléctrico de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga..



Objetivos Específicos



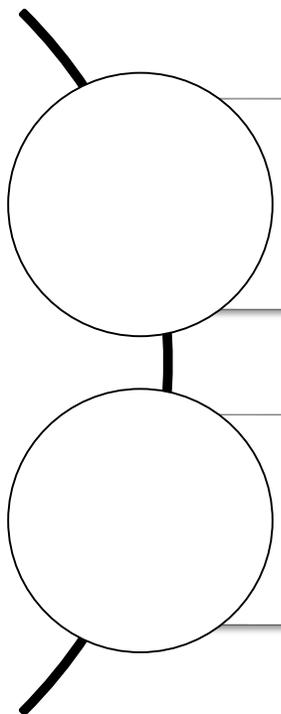
- Seleccionar los elementos necesarios para el sistema de monitoreo de variables electromecánicas en estado dinámico.

- Diseñar e implementar las componentes pertenecientes al sistema de monitoreo para la adquisición de variables electromecánicas en estado dinámico.

- Adquirir la medición de las magnitudes de las variables electromecánicas: corrientes de líneas, voltajes de entrada, velocidad del motor, potencia y torque de la máquina.



Objetivos Específicos



- Acondicionar, procesar y programar las variables electromecánicas obtenidas para el adecuado ingreso a la DAQ.

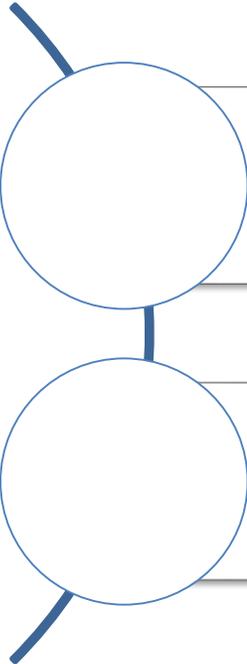
- Visualizar, interpretar y analizar las curvas características adquiridas de la máquina en funcionamiento en estado dinámico.



Hipótesis

Se podrá detectar las curvas características de variables electromecánicas de motores trifásicos asíncronos en estado dinámico, para el análisis de comportamiento del sistema en tiempo real para el laboratorio de Control Eléctrico de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

VARIABLES DE INVESTIGACIÓN



VARIABLE INDEPENDIENTE: Implementación de un sistema de monitoreo didáctico para detectar las curvas características de variables electromecánicas de motores trifásicos asíncronos en estado dinámico.

VARIABLE DEPENDIENTE: Análisis dinámico del comportamiento del sistema en tiempo real un motor eléctrico asíncrono trifásico de 3 hp.



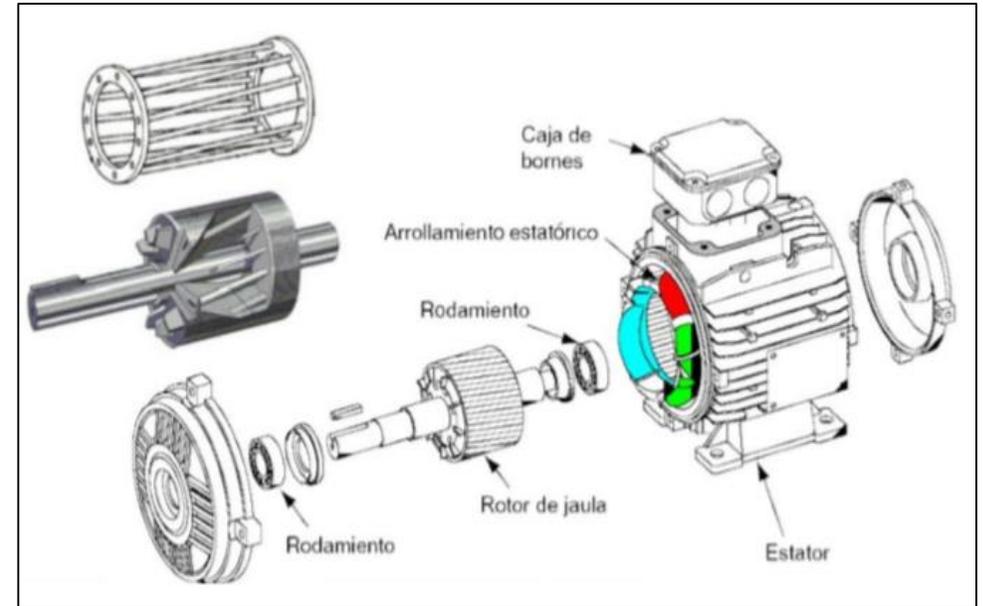
Introducción

EL MOTOR ASÍNCRONO

•Es el elemento mas empleado para cualquier aplicación industrial

•Estos motores pueden tener fallos que generan diversos problemas en las plantas industriales

Se caracterizan por su facilidad de mantenimiento



Introducción

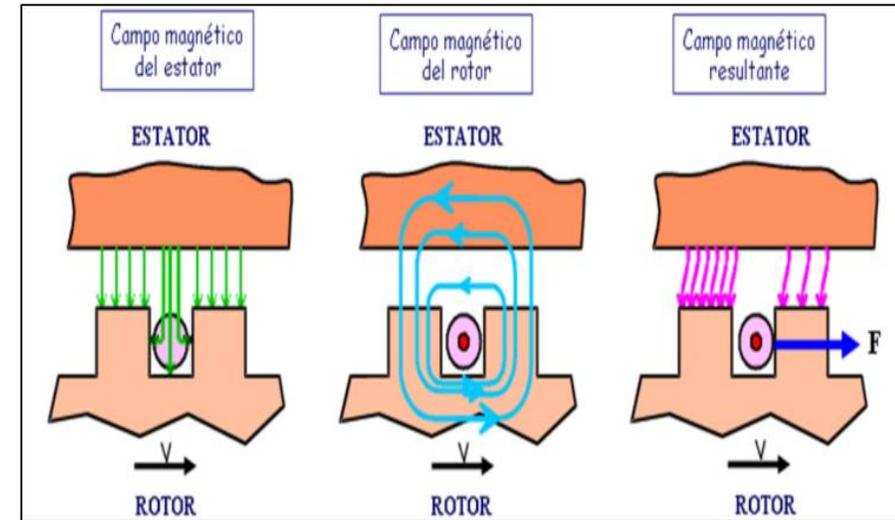
Principio de funcionamiento de un motor de inducción

• Acción del flujo giratorio que el circuito del estator

• Deformación de las líneas de campo en el entrehierro

* Fuerzas electrodinámicas

* En los motores asíncronos, la velocidad de rotación del rotor nunca será superior a la velocidad del flujo giratorio



Introducción

Fallas en los motores asíncronos jaula de ardilla

Condiciones adversas	Efectos	Protección
Bajo voltaje	Esta condición puede causar que el motor trabaje forzado o se detenga y cause sobrecalentamiento. Esto induce que el motor se deteriore o se queme.	El relé de bajo voltaje desconecta el motor de la fuente de energía, con la capacidad de restablecer el suministro cuando el voltaje vuelva a su condición normal.



Introducción

Fallas en los motores asíncronos jaula de ardilla

Pérdida de una fase del sistema.

Esta es la peor condición de un desbalance de fase. Puede ocurrir cuando un fusible se quema. Esta condición puede causar sobre calentamiento, lo que induce un deterioro en la vida útil del motor.

Relé de pérdida de fase para desconectar la fuente, hasta que las condiciones vuelvan a la Normalidad



Introducción

Fallas en los motores asíncronos jaula de ardilla

Desbalance en el nivel de tensión.

Esta condición ocasiona que la temperatura se incremente en el embobinado del motor, lo que causa una disminución en la vida útil y desperdicio de energía

Un relé de desbalance trifásico (relé de secuencia negativa) para desconectar la fuente. El ajuste y calibración de este relé requiere de ayuda profesional



Introducción

Fallas en los motores asíncronos jaula de ardilla

Sobrecorriente.

Corrientes excesiva en el Relé de sobre corriente para
circuito provocan dar una alarma o
sobrecalentamiento y desconectar el motor de la
deterioro en la vida útil del fuente, hasta que las
motor condiciones vuelvan a la
normalidad



Introducción

Fallas en los motores asíncronos jaula de ardilla

Inversión de la fase.

Esta condición ocasiona que los motores roten en dirección opuesta, lo cual puede causar lesiones al personal de operación y desperfectos al equipo

Relé de protección de inversión de fase para desconectar la fuente



Introducción

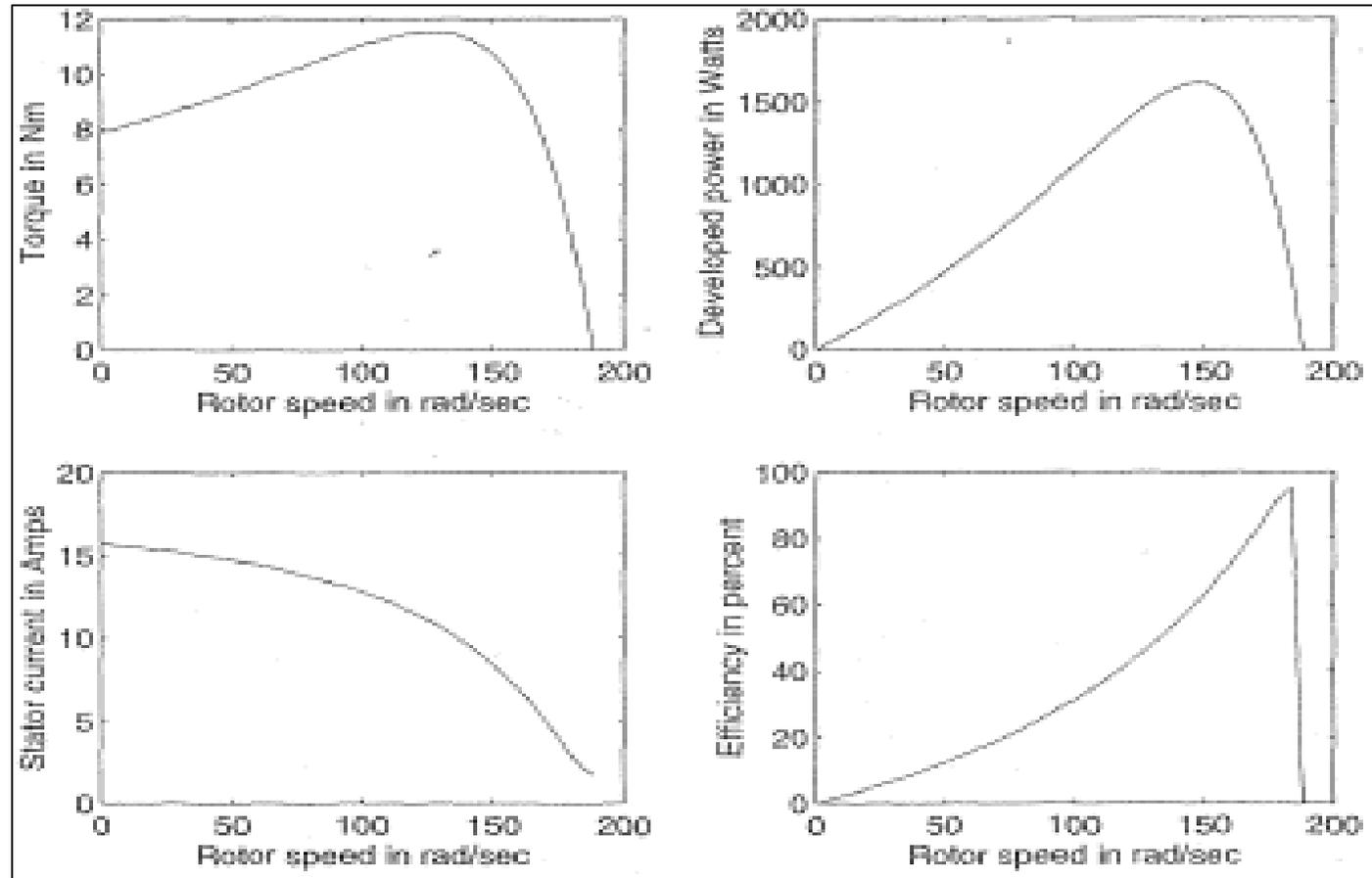
VARIABLES EN ESTADO DINÁMICO

En el régimen transitorio, no se puede pasar de una forma de energía a otra de manera instantánea y la energía total del sistema formado por la máquina y el motor, no puede variar de forma brusca. Debido a esto, un “Transitorio Eléctrico” se define como un convertidor electromecánico cuando la energía cambia temporal y rápidamente y solo se almacena en sus campos eléctricos y magnéticos, conservando la energía cinética constante



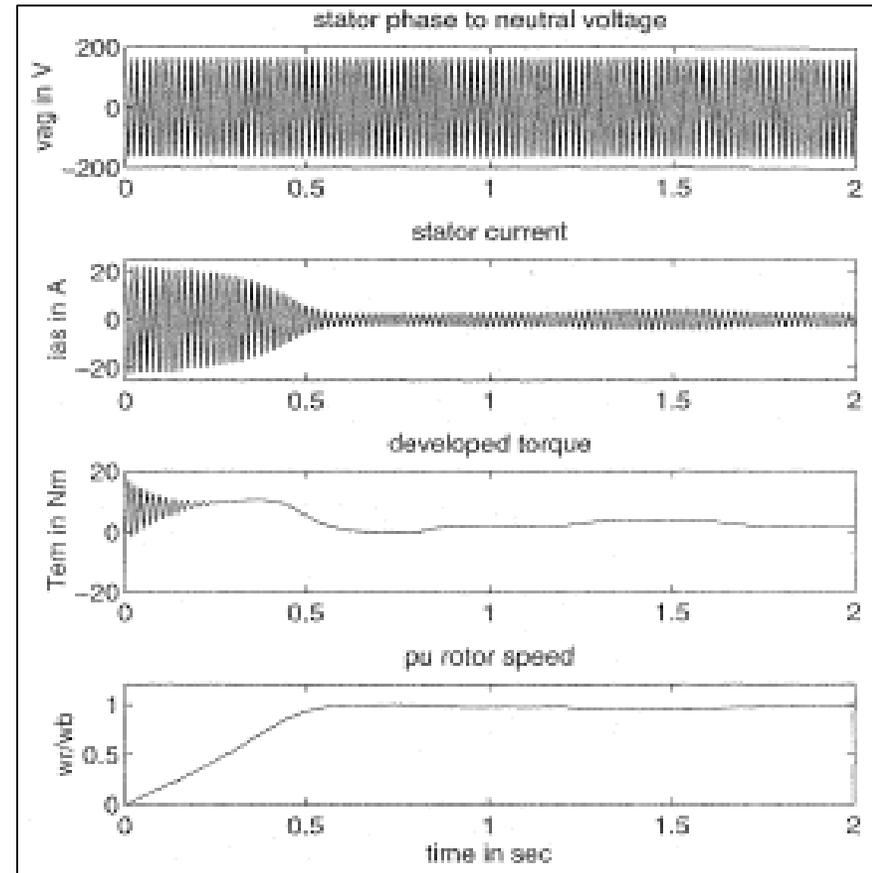
Introducción

VARIABLES EN ESTADO DINÁMICO



Introducción

VARIABLES EN ESTADO DINÁMICO



Introducción

Curvas características en arranques de motores en condiciones transitorias.

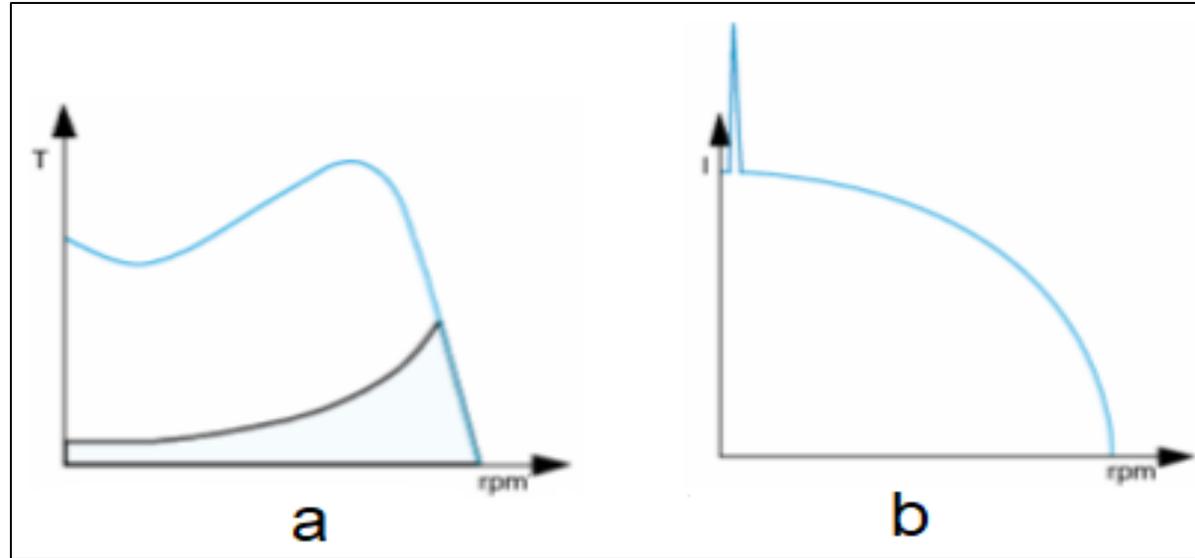
El arranque de los motores de inducción provoca un gran impulso de corriente sobre la red de alimentación y como consecuencia, una caída de tensión excesiva que produce perturbaciones en los equipos conectados a la red, así como: reducción del brillo de las lámparas, mal funcionamiento de otros motores y de equipos electrónicos sensibles a las variaciones del voltaje.

1. Arranque directo.
2. Arranque estrella triangulo.
3. Arranque suave



Introducción

ARRANQUE DIRECTO



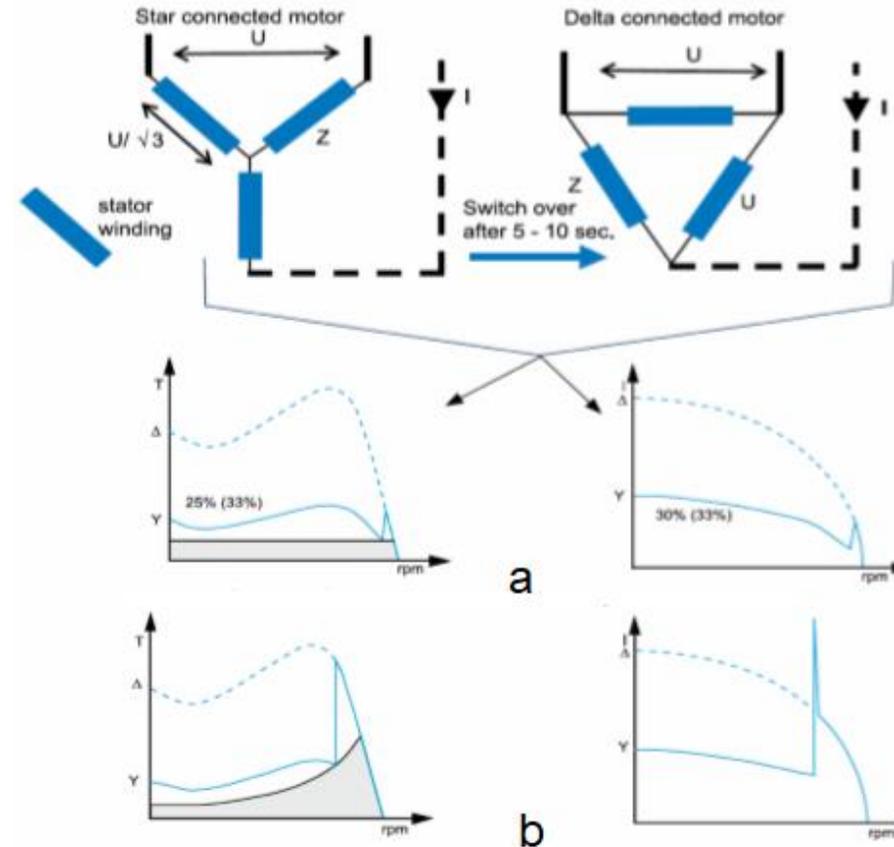
Curva (a) torque vs velocidad

Curva (b) corriente vs velocidad en el arranque directo de un motor.



Introducción

ARRANQUE ESTRELLA - TRIANGULO

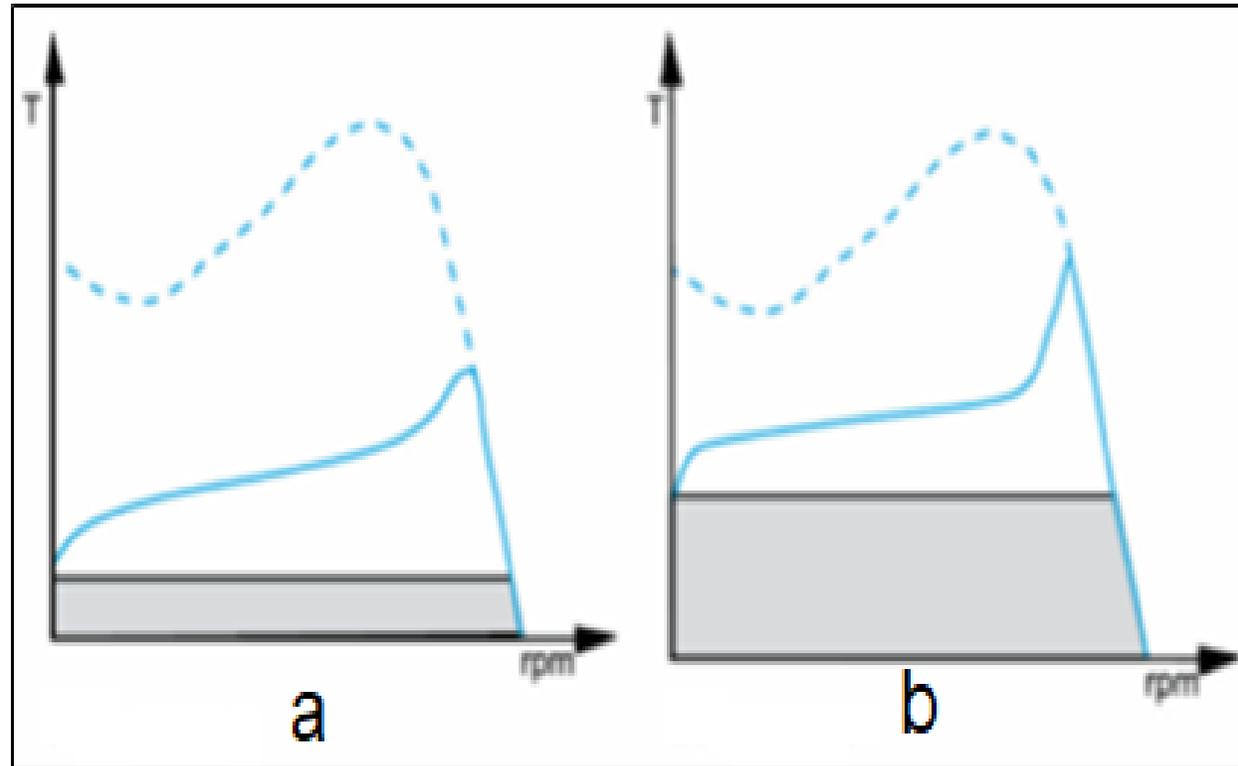


Curva (a) Conexión en estrella
Curva (b) Conexión en triangulo..



Introducción

ARRANQUE SUAVE



Curva (a) Baja carga
Curva (b) Alta carga.



Introducción

SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS.

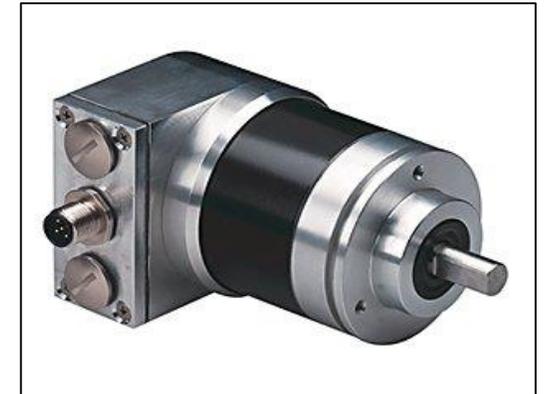
TRANSFORMADOR DE POTENCIAL.



TARJETA DAQ.



ENCODER.

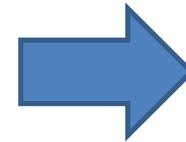


TRANSFORMADOR DE CORRIENTE.



Introducción

SISTEMA DE MONITOREO.



SOFTWARE.

SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Resultados de la investigación

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

NIVEL	ESTUDIANTES
SEXTO	7
SÉPTIMO	25
OCTAVO	15
NOVENO	16
TOTAL	63

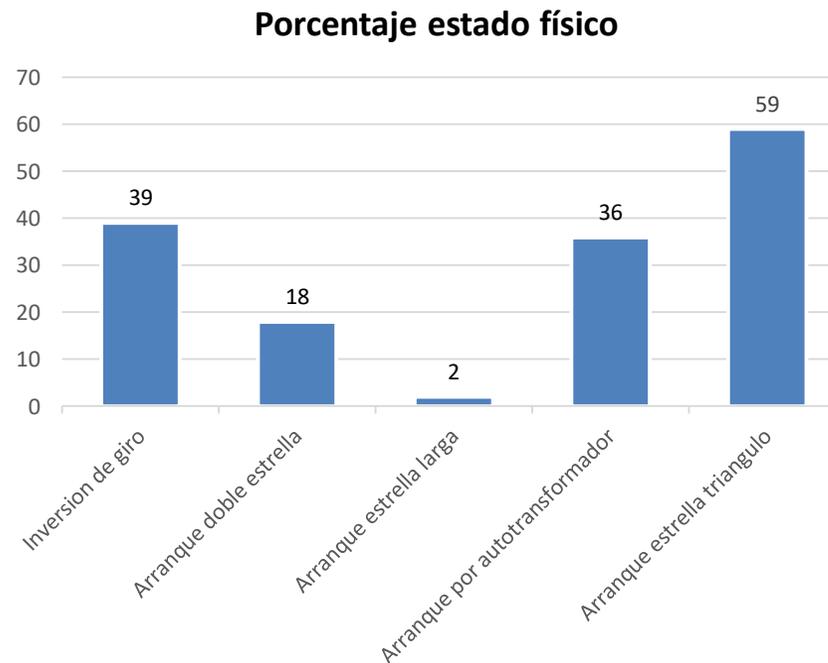


Resultados de la investigación

REGISTROS DE COMUNICACIÓN

PREGUNTA 1.

¿Seleccione cuáles son los tipos de arranques que usted ha realizado en el laboratorio de máquinas eléctricas?

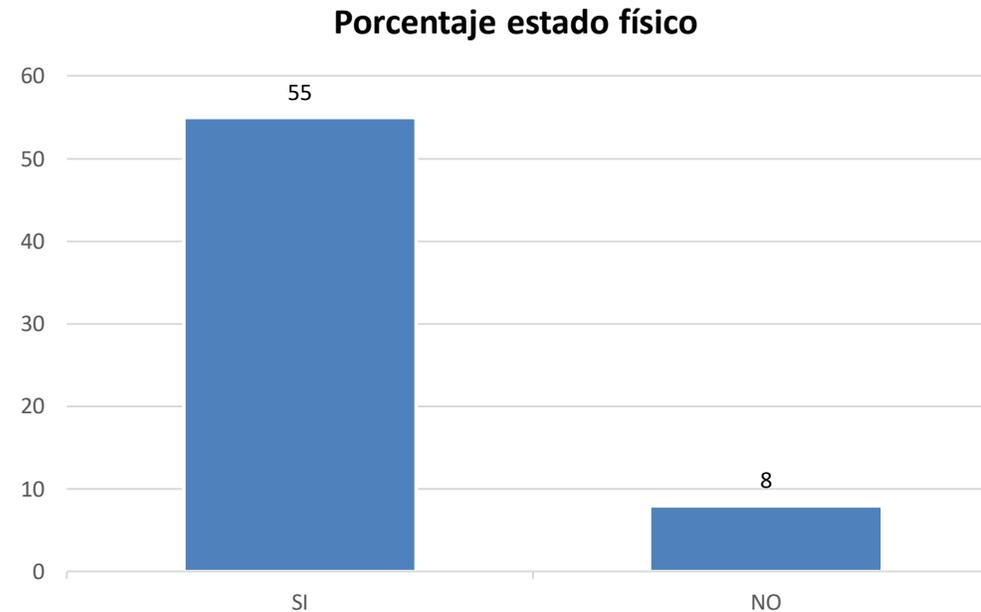


Resultados de la investigación

REGISTROS DE COMUNICACIÓN

PREGUNTA 3.

¿Sabe usted que es un transitorio?

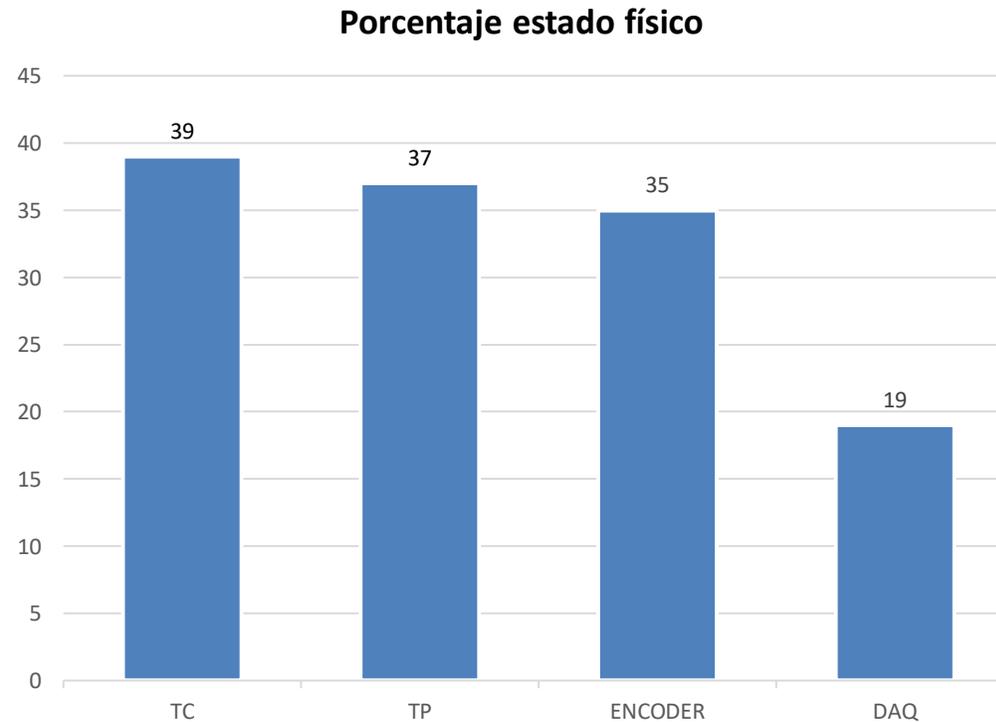


Resultados de la investigación

REGISTROS DE COMUNICACIÓN

PREGUNTA 4.

¿Conoce usted para que sirve los siguientes elementos de medida?

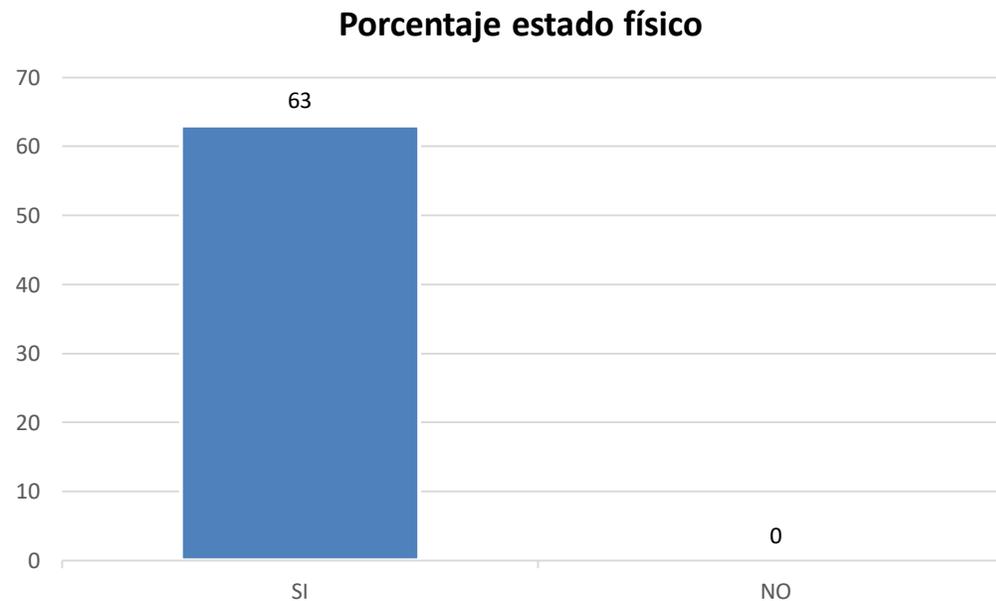


Resultados de la investigación

REGISTROS DE COMUNICACIÓN

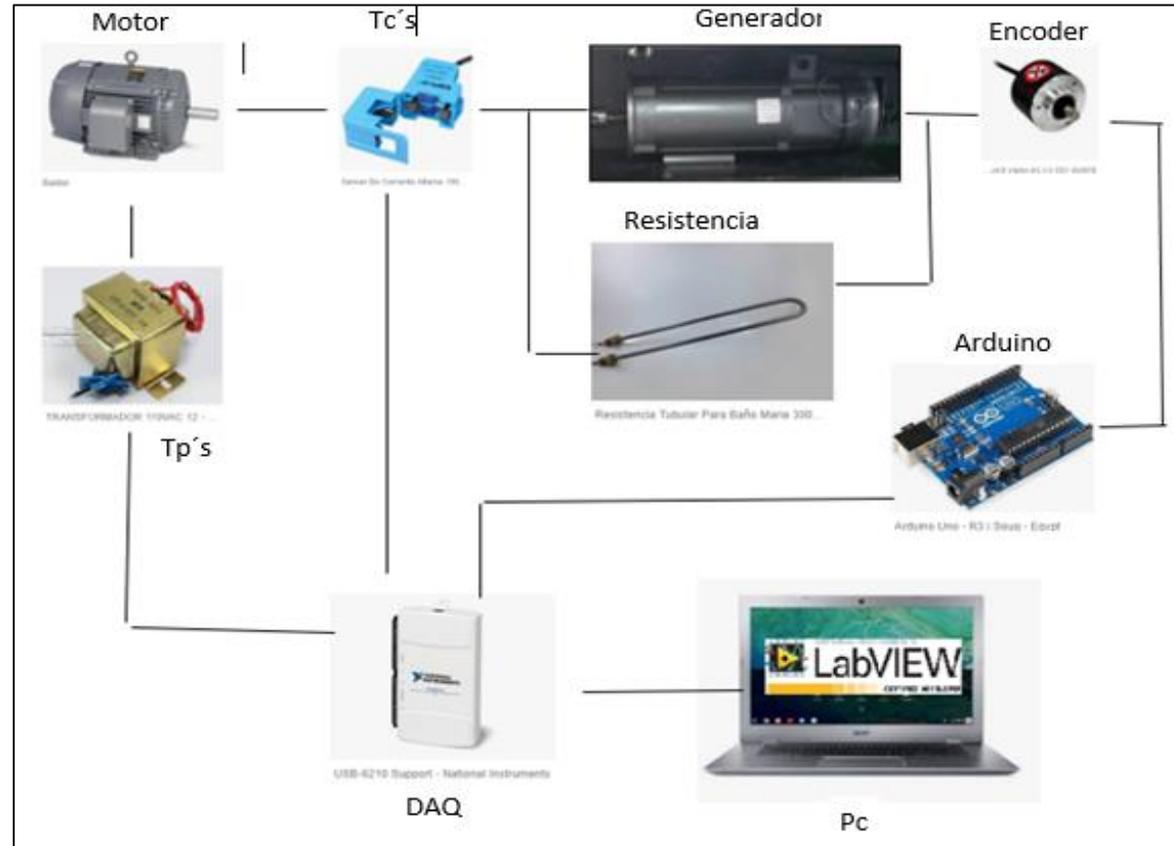
PREGUNTA 6.

¿Cree usted que sería factible implementar un módulo didáctico donde se pueda visualizar todas las formas de onda eléctrica de un motor al momento de su funcionamiento?



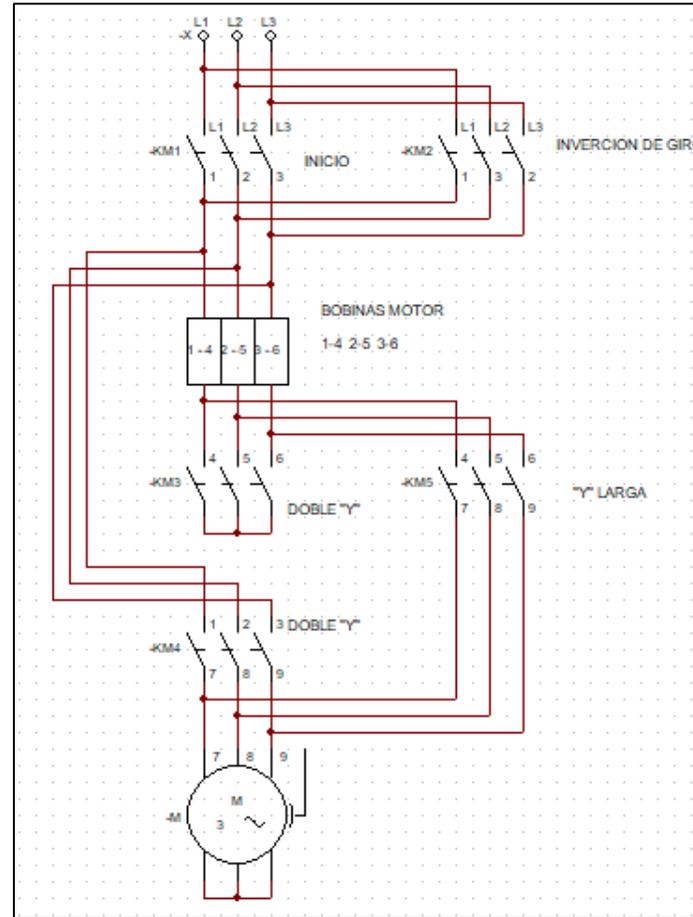
Resultados de la investigación

ARQUITECTURA DE LA INVESTIGACIÓN



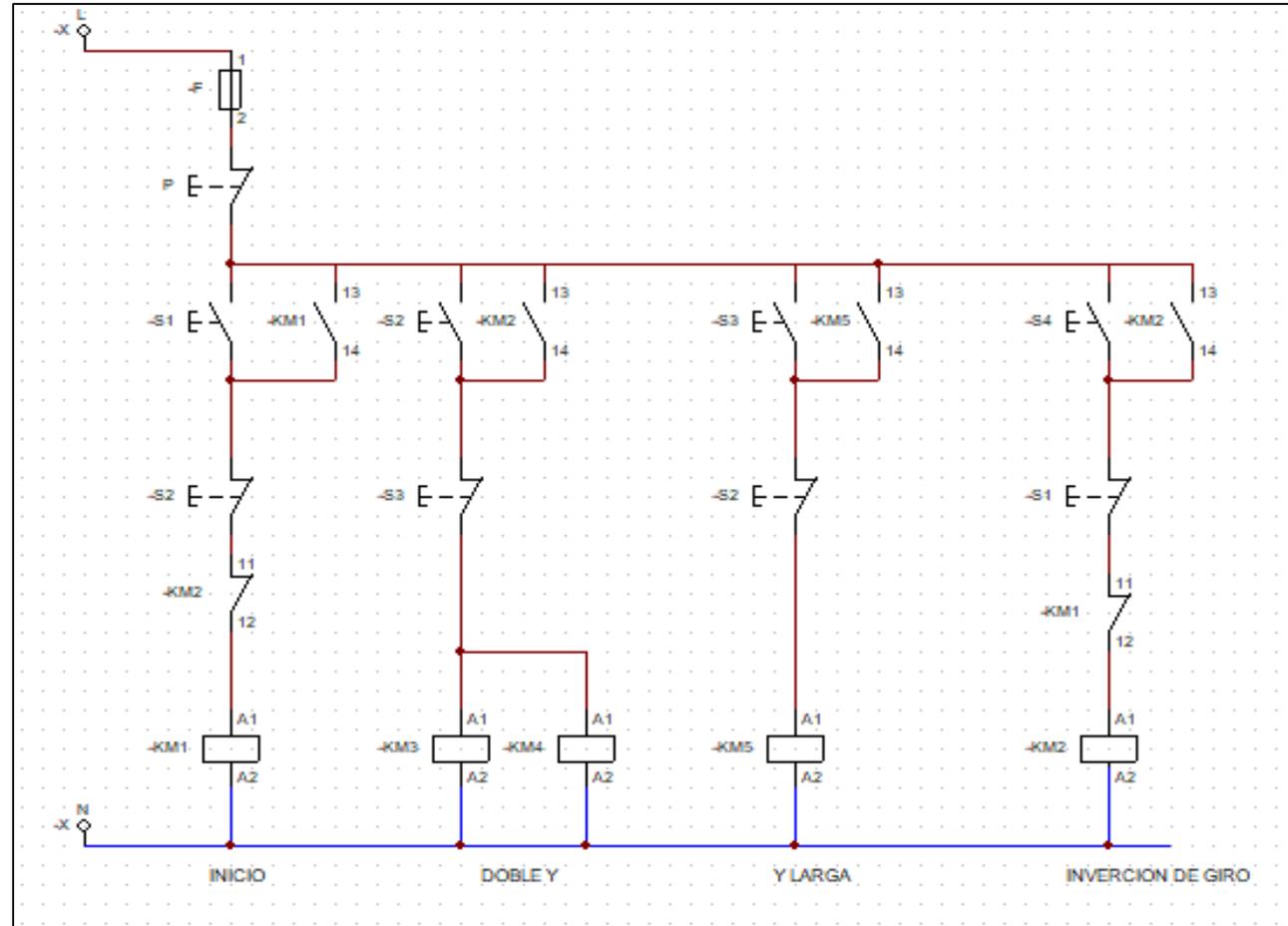
Resultados de la investigación

DIAGRAMA DE POTENCIA



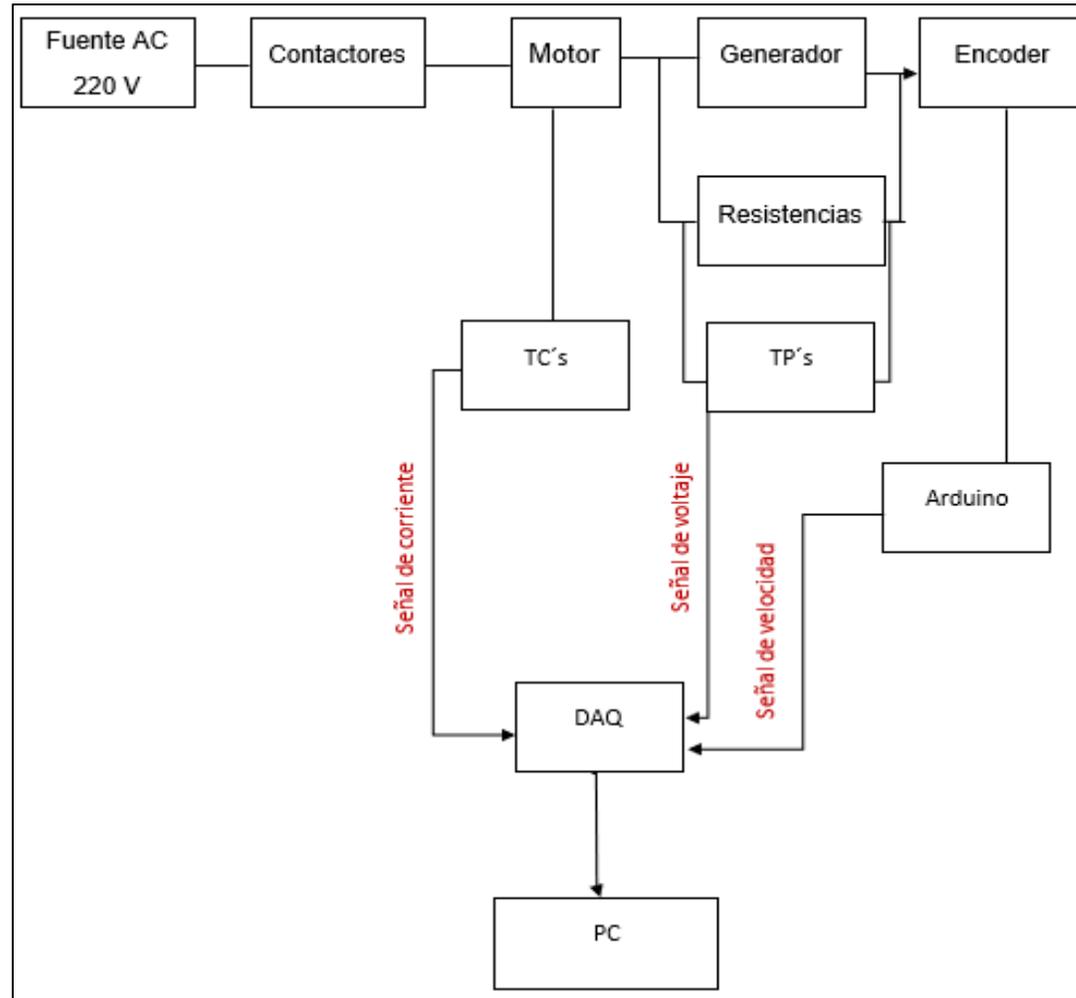
Resultados de la investigación

DIAGRAMA DE CONTROL



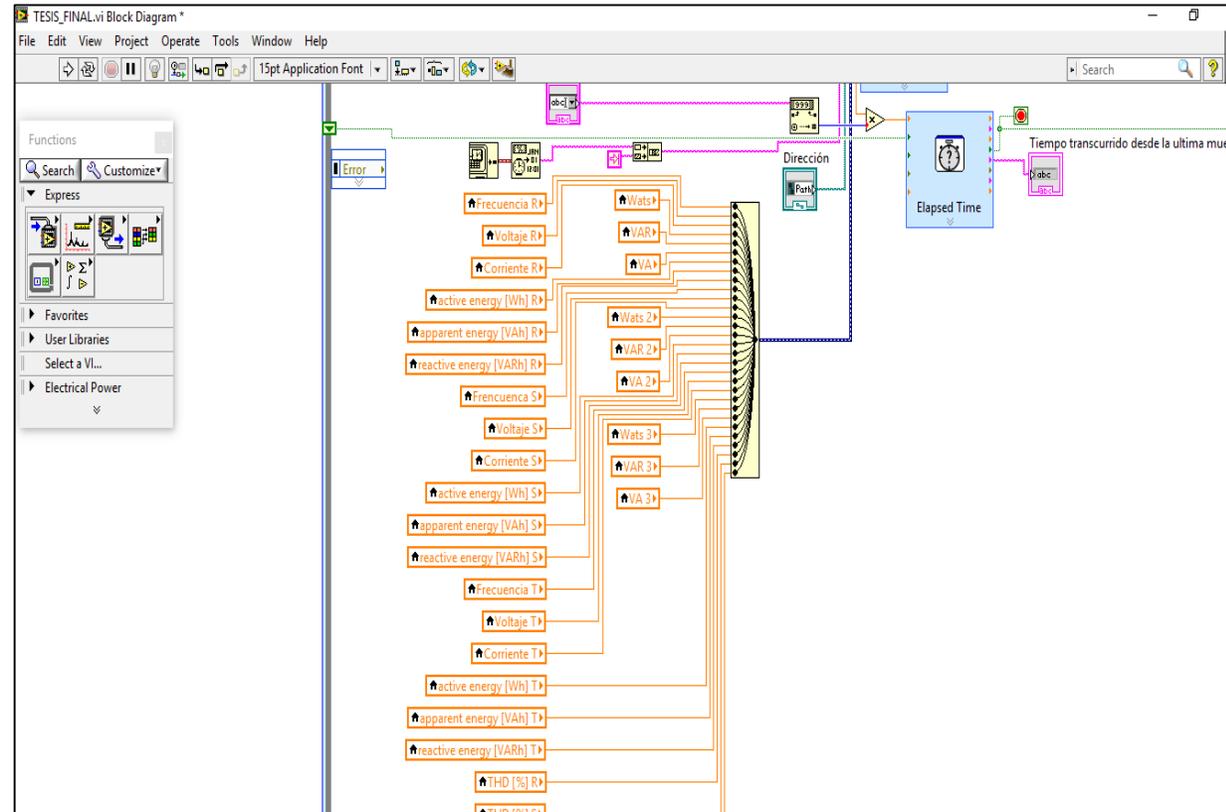
Resultados de la investigación

DIAGRAMA DE MONITOREO



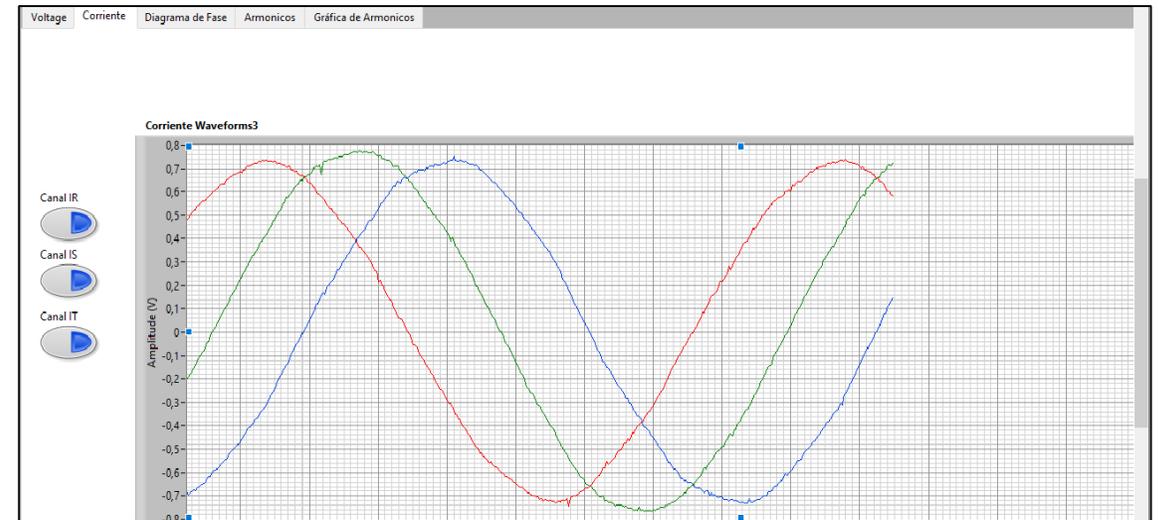
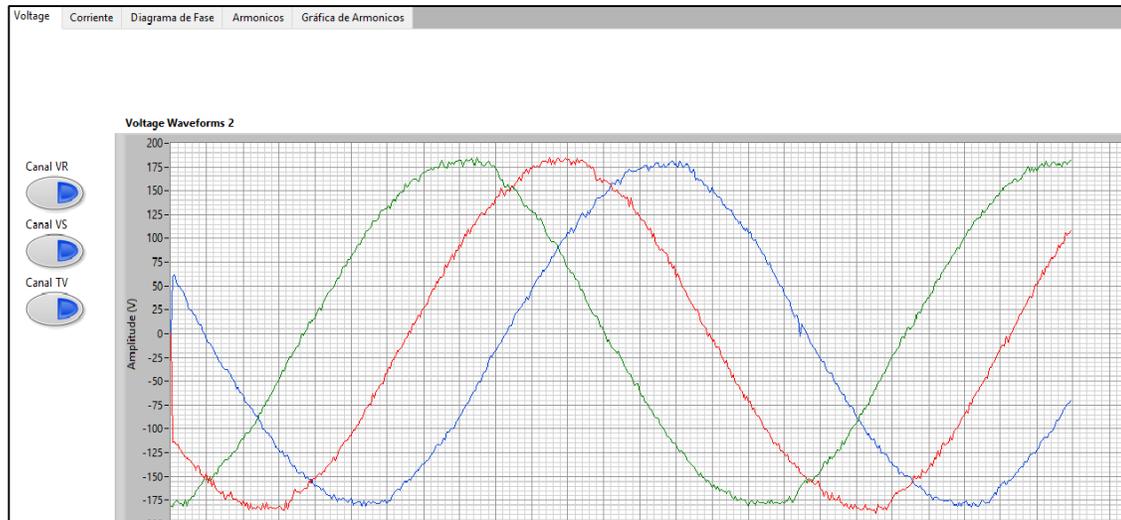
Resultados de la investigación

PROGRAMACIÓN EN LABVIEW



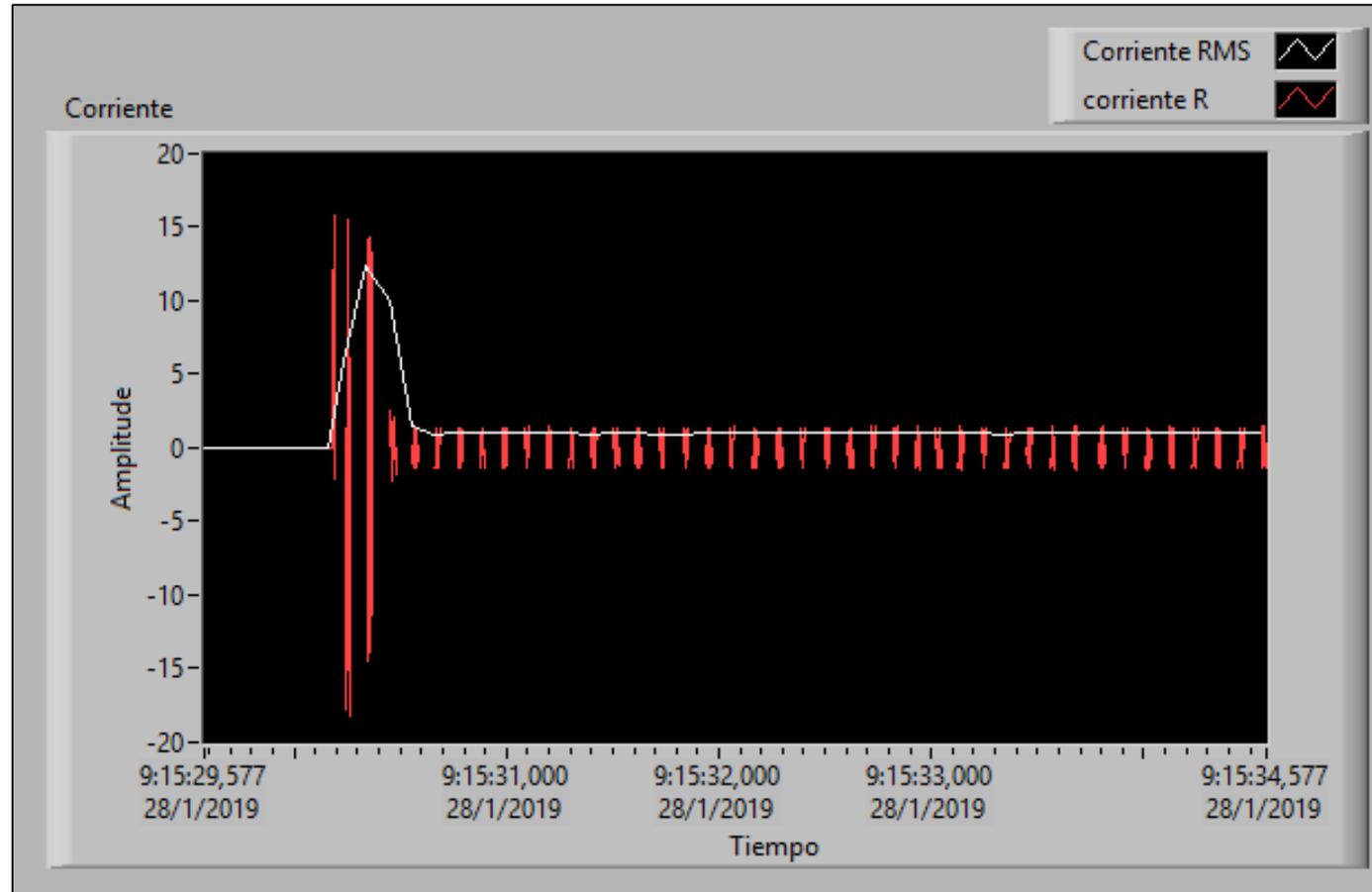
Resultados de la investigación

SEÑALES DE VOLTAJE Y CORRIENTE



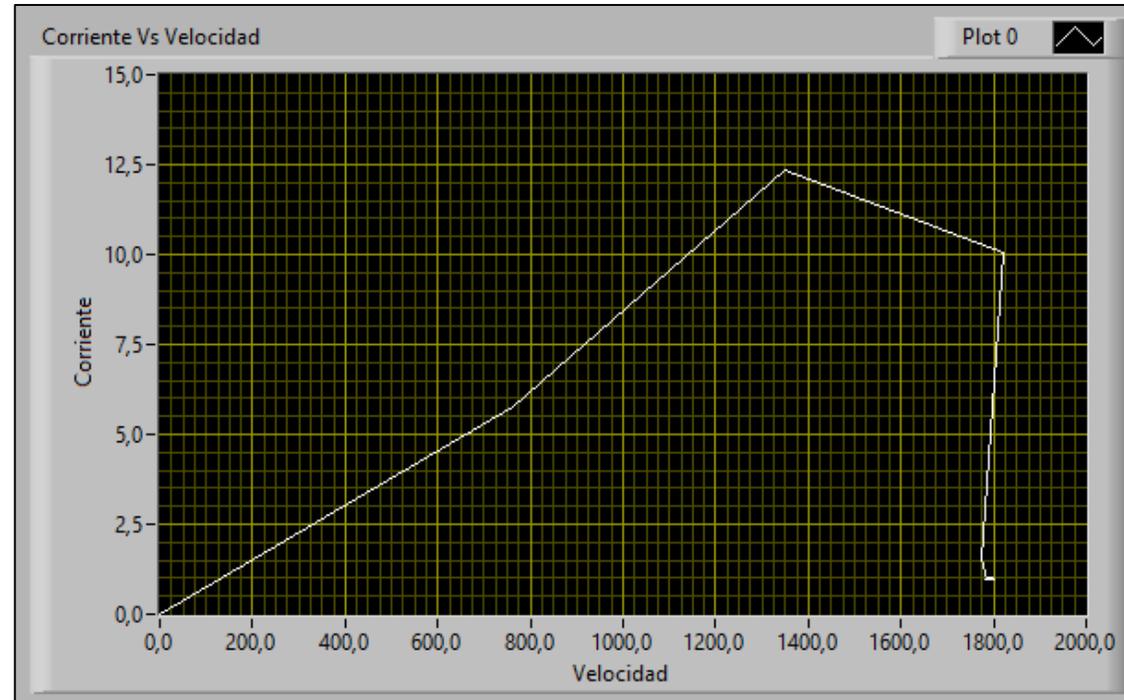
Resultados de la investigación

ARRANQUE DOBLE Y



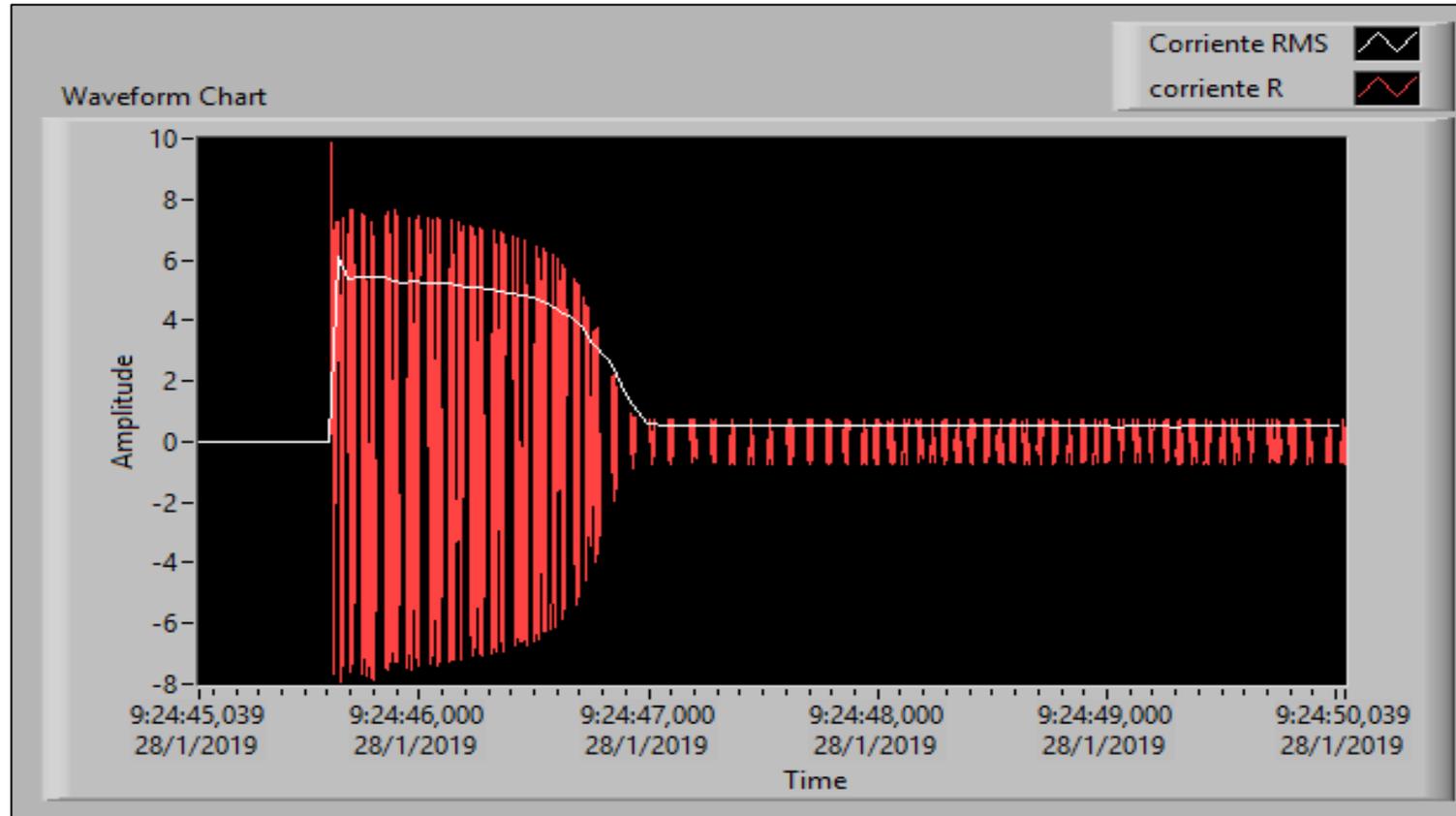
Resultados de la investigación

ARRANQUE DOBLE Y



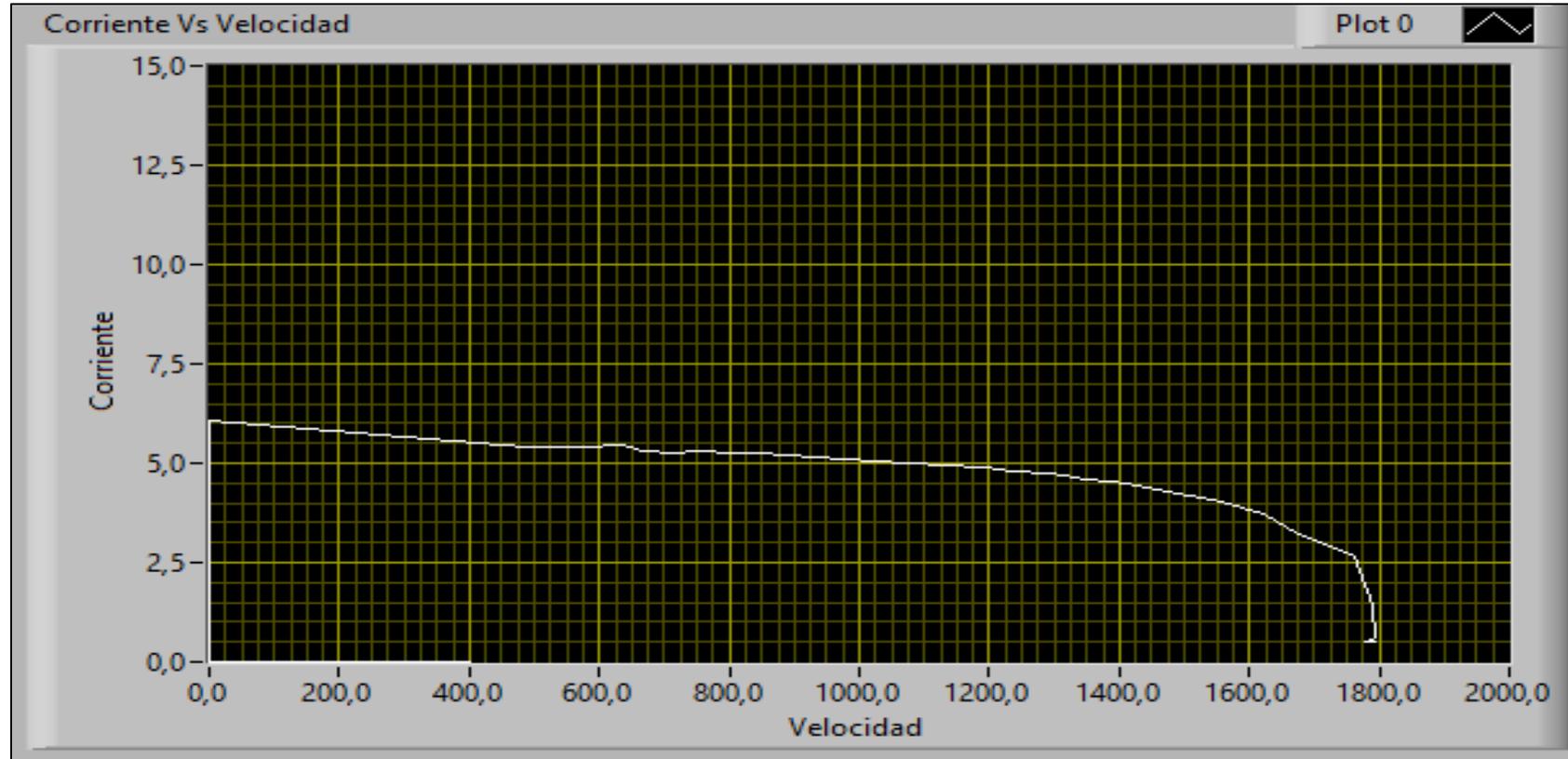
Resultados de la investigación

ARRANQUE DOBLE Y LARGA



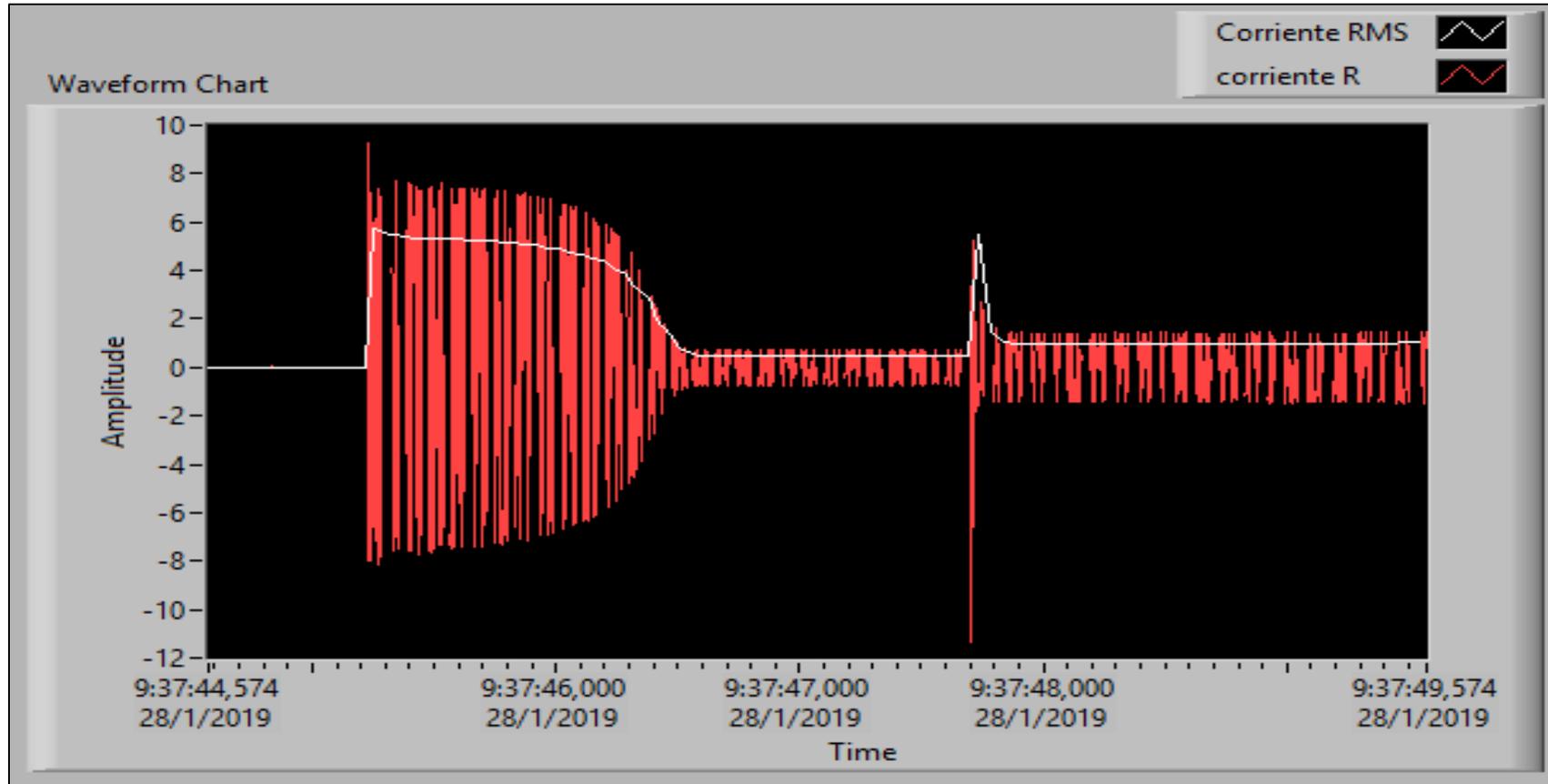
Resultados de la investigación

ARRANQUE DOBLE Y LARGA



Resultados de la investigación

ARRANQUE Y LARGA DOBLE Y



Conclusiones

- En el proyecto se logró implementar varios componentes eléctricos como electrónicos los cuales sirvieron para poder realizar el monitoreo de las variables electromecánicas en estado transitorio o dinámico del motor cuando trabaja con carga o sin carga, cuando se realiza una inversión de giro o cuando el motor realiza un cambio de arranque.
- Se logró adquirir las señales electromecánicas: corriente de línea, voltaje de entrada, velocidad del motor, las cuales fueron necesarias para realizar los diferentes análisis de corriente, velocidad, torque, corriente vs velocidad las cuales a través de las gráficas se puede interpretar el estado transitorio o dinámico del motor y poder comprender que sucede cuando el motor arranca o invierte de giro así como cuando el motor sufre un salida de carga o cuando el motor tiene carga excesiva.
- Se evidencia que la corriente de arranque medida es 1,39 veces más que la corriente de arranque de placa del motor en la conexión doble Y a un voltaje de 220 V, en cambio la corriente de arranque medido es de 1,36 veces más que la corriente de arranque de placa del motor en la conexión Y larga a un voltaje de 220 V.



Conclusiones

- Se pudo realizar el acondicionamiento para poder obtener los valores de las variables electromecánicas a través de la tarjeta de adquisición de datos (DAQ), se realizó el acondicionamiento para receptar la señal mecánica (velocidad) a través de un Arduino que procesa dicha señal a alta frecuencia para acondicionar a la tarjeta DAQ y así poder procesar y programar la velocidad de la máquina en cualquier tipo de arranque con carga o sin carga.
- Se logró visualizar las curvas correspondientes en estado transitorio o dinámico del motor cuando sufre diferentes cambios de estado como: arranque en doble “Y”, arranque “Y” larga, inversión de giro de arranque doble “Y” a arranque “Y” larga o inversamente de; “Y” larga a doble “Y”, dichas operaciones nos permite visualizar lo que sucede con el estado transitorio en la corriente, velocidad y voltaje del motor ya sea si arranca con carga o sin carga.
- Se logró evidenciar que la estabilidad de la corriente en arranque sin carga es más veloz en el arranque doble Y con un tiempo de estabilización en 500 milisegundos, con respecto a los 1500 milisegundos que necesita la conexión Y larga para estabilizar la corriente.



Recomendaciones

- Se recomienda a los estudiantes a futuro investigar más sobre esta forma de adquisición de datos y se pueda implementar una forma de encontrar la forma de graficar la curva de saturación de la máquina en estado dinámico.
- Es recomendable realizar la variación del tipo de simulador de carga que se emplea en el proyecto didáctico que es utilizado para la adquisición de variables eléctricas y electromecánicas de los motores asincrónicos.
- Es recomendable realizar la inversión de giro solo con el arranque “Y” largo ya que si se lo realiza con el arranque doble “Y” el motor y los acoples mecánicos podrían sufrir daños ya que la potencia y la velocidad del motor es muy alta y no existe tiempo suficiente para que el motor disminuya la velocidad cuando se lo realiza en el arranque doble “Y” ya que si se lo realiza de forma inmediata podría ocasionar ruptura de los acoples.
- Se recomienda realizar las practicas solo con 3 resistencias ya que, si se pone en funcionamiento las 5 resistencias existentes en el módulo DAQ, el nivel de corriente supera los 10 amperios, por lo cual los medidores de corriente no soportaran dicha corriente.



GRACIAS POR SU ATENCIÓN



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA