



R-DC-95

DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 1

DE 203

VERSIÓN: 01



### **TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS PARA TRES VARIABLES DEL LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS**

### **AUTORES**

**LUIS FERNANDO TRESPALACIOS NIETO**

**MARCO TULIO FUNEZ DIAZ**

**ANGEL YESID RUEDA URBINA**

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 2

DE 203

VERSIÓN: 01

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERIA  
TECNOLOGIA EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ELECTROMECHANICO  
BARRANCABERMEJA  
FECHA DE PRESENTACIÓN: 30-10-2018



ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:



R-DC-95

DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 3

DE 203

VERSIÓN: 01

### **TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS PARA TRES VARIABLES DEL LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS**

### **AUTORES**

LUIS FERNANDO TRESPALACIOS NIETO

MARCO TULIO FUNEZ DIAZ

ANGEL YESID RUEDA URBINA

Trabajo de Grado para optar al título de

Tecnólogo en operación y mantenimiento electromecánico

### **DIRECTOR**

LUIS OMAR SARMIENTO

### **GRUPO DE INVESTIGACIÓN – DIANOIA**

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 4

DE 203

VERSIÓN: 01

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERIA  
TECNOLOGIA EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ELECTROMECHANICO  
BARRANCABERMEJA  
FECHA DE PRESENTACIÓN: 30-10-2018

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 5

DE 203

VERSIÓN: 01

### Nota de Aceptación

Trabajo de grado titulado: Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

Presentado por: Luis Fernando Trespalacios Nieto, Marco Tulio Funez Diaz Yangel Yesid Rueda Urbina. Para optar el título de Tecnólogo en operación y mantenimiento electromecánico.

---

---

---

---

Firma del jurado

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 6

DE 203

VERSIÓN: 01

---

Firma del Jurado

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 7

DE 203

VERSIÓN: 01

## DEDICATORIA

La elaboración de este proyecto investigativo lo dedico y agradezco primeramente a mi padre celestial quien con su inmensa sabiduría me ha permitido lograr esta meta, por su infinita bondad y por guiar diariamente mi camino, además de darme la fortaleza necesaria para superar cada uno de los obstáculos que se presentaron en mi diario vivir. A mi familia en especial a mis padres que siempre han estado a mi lado brindando su apoyo, lo cual ha sido de gran motivación al momento de enfrentarme a los momentos más difíciles.

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 8

DE 203

VERSIÓN: 01

LUIS FERNANDO TRESPALACIOS NIETO

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 9

DE 203

VERSIÓN: 01

Dedico inicialmente este proyecto de grado a Dios porque gracias a sus bendiciones, paciencia y sabiduría las cuales han traído a mi vida la valentía suficiente para continuar a pesar de los problemas surgidos, le doy gracias a mis padres y como símbolo de gratitud dedicarles esta etapa de mi vida, por su esfuerzo y dedicación diaria a que yo saliera adelante.

MARCO TULIO FUNEZ DIAZ

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 10

DE 203

VERSIÓN: 01

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 11

DE 203

VERSIÓN: 01

A Dios en primer lugar expreso mi total agradecimiento por permitirme desarrollar este proyecto de grado, por su bondad, misericordia y por darme la oportunidad de sacar adelante el desarrollo de este proyecto de investigación. En segundo lugar, agradezco a mis familiares, primordialmente a mis padres, por su motivación a mis familiares y amigos, compañeros de estudio por su paciencia y conocimientos en el momento que más lo necesite.

ANGEL YESID RUEDA URBINA

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

### AGRADECIMIENTOS

Es para nosotros un honor dedicar el cumplimiento de este logro a nuestro padre celestial quien fue el principal proveedor de cada una de nuestras capacidades intelectuales, además de darnos la sabiduría y paciencia necesaria para afrontar cada uno de los altercados que se fueron presentando en el desarrollo del mismo.

Agradecemos grandemente a nuestros familiares, amigos y demás personas que interfirieron de una u otra forma en el desarrollo de esta meta, la cual se cumple de la mejor forma. Gracias por la motivación, consejos y apoyo que fue de gran fundamento para continuar. Asimismo, reflejamos el más sincero agradecimiento a los profesores de las Unidades Tecnológicas De Santander Sede Barrancabermeja en especial a nuestro docente asesor por la paciencia tenida, y resolver las dudas presentadas en el desarrollo del proyecto, por brindarnos la oportunidad de culminar la carrera.

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

## TABLA DE CONTENIDO

	pág.
RESUMEN EJECUTIVO	22
INTRODUCCIÓN	24
1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	26
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	26
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	28
1.3. OBJETIVOS .....	30
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	30
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	30
1.4. ESTADO DEL ARTE / ANTECEDENTES.....	31
2. MARCOS REFERENCIALES	40
2.1. MARCO HISTÓRICO.....	40
2.2. MARCO TEÓRICO .....	42
2.3. MARCO CONCEPTUAL.....	52
2.4. MARCO LEGAL .....	61
3. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO	63

3.1. ADQUIRIR EL HARDWARE DE ADQUISICIÓN DE VARIABLES ELÉCTRICAS QUE PERMITA DIGITALIZAR TRES VARIABLES SEGÚN LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MÓDULO DE LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS DE LAS UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER SEDE REGIONAL BARRANCABERMEJA.....	63
3.2. IMPLEMENTAR UN SOFTWARE DE CONTROL DE LA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS DE VARIABLES ELÉCTRICAS QUE PERMITA LA DIGITALIZACIÓN Y VISUALIZACIÓN DE LOS DATOS MEDIDOS EN LA PANTALLA DE UN PC.....	75
3.3. IMPLEMENTAR CUATRO (4) PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS, EMPLEANDO LA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS DE VARIABLES ELÉCTRICAS Y ELABORACIÓN DEL RESPECTIVO MANUAL DE PRÁCTICAS EN EL FORMATO INSTITUCIONAL, DONDE SE INCORPOREN LAS PRÁCTICAS DISEÑADAS. ....	84
3.4. EVALUAR RESULTADOS FINALES DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO DE ADQUISICIÓN DE VARIABLES ELÉCTRICAS EN EL LABORATORIO. ....	143
4. RESULTADOS	145
5. CONCLUSIONES	146
6. RECOMENDACIONES	147
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	149
8. ANEXOS	151



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 15

DE 203

VERSIÓN: 01

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Circuito equivalente del estator .....	42
Figura 2. Circuito equivalente del rotor .....	43
Figura 3. Circuito equivalente de motor trifásico.....	44
Figura 4. Circuito equivalente motor trifásico.....	46
Figura 5. (a) Ley de Faraday (b) Ley de Ampere .....	47
Figura 6. Circuito equivalente de un motor de corriente directa .....	48
Figura 7. Producción del par en un motor de cd.....	50
Figura 8. Esquema de motor de imán permanente .....	52
Figura 9. Motor de núcleo de hierro .....	53
Figura 10. Motor de devanado superficial .....	54
Figura 11. Tarjeta DAQ multifunción NI USB 6009.....	64
Figura 12. Cable USB de National Instruments. ....	65
Figura 13. Cables estereofónicos.....	66
Figura 14. Módulo de medida digital de la potencia mecánica DL 10055N DE LORENZO...	68
Figura 15. Laboratorio de máquinas Eléctricas DE LORENZO GROUP, propiedad de las Unidades Tecnológicas de Santander, sede Barrancabermeja. ....	70

Figura 16. Máquinas eléctricas DE LORENZO. ....	71
Figura 17. Panel frontal del lenguaje de programación. ....	78
Figura 18. Diagrama de bloques del lenguaje de programación- ....	80
Figura 19. Módulo de medición de variables adquiridas .....	81
Figura 20. Indicador de medida de la Velocidad, del Par y de la Potencia. ....	83
Figura 21. Conexión tarjeta NI USB 6009 hacia el computador .....	153
Figura 22. Conexión de la tarjeta NI USB 6009 con los cables estereofónicos. ....	155
Figura 23. Conexión de jumpers hacia los canales de la tarjeta NI USB 6009. ....	156
Figura 24. Panel frontal medición de variables.VI.....	158
Figura 25. Conexión tarjeta NI USB 6009 al módulo de la potencia mecánica. ....	158
Figura 26. Conexión cables estereofónicos a las boquillas del módulo de la potencia mecánica DL 10055N. ....	160
Figura 27. Programa MEDICION DE VARIABLES.VI. ....	161
Figura 28. Botón RUN. ....	163
Figura 29. Botón PERIODO, ejercicio 1. ....	163
Figura 30. Botón INICIO, ejercicio 1.....	164
Figura 31. Adquisición de datos en tiempo real.....	165

Figura 32. Botón DETENER, ejercicio 1.....	165
Figura 33. Botón GUARDAR, ejercicio 1. ....	166
Figura 34. Guardar los datos adquiridos en EXCEL, ejercicio 1.....	167
Figura 35. Tabla de datos adquiridos en Excel del ejercicio1.....	167
Figura 36. Botón de selección del PERIODO, ejercicio 2. ....	169
Figura 37. Botón de Inicio, ejercicio 2. ....	169
Figura 38. Grafica de Adquisición de datos para el ejercicio 2. ....	170
Figura 39. Botón DETENER, ejercicio 2.....	171
Figura 40. Botón GUARDAR, ejercicio 2 .....	172
Figura 41. Guardar el archivo de los datos adquiridos del ejercicio 2. ....	172
Figura 42. Datos adquiridos del ejercicio 2. ....	173
Figura 43. Botón PERIODO, ejercicio 3.....	175
Figura 44. Botón INICIO, ejercicio 3.....	175
Figura 45. Gráfica de adquisición de datos del ejercicio propuesto. ....	176
Figura 46. Botón DETENER, ejercicio 3.....	177
Figura 47. Botón GUARDAR, ejercicio 3. ....	178
Figura 48. Guardar archivo de datos adquiridos del ejercicio 3.....	178
Figura 49. Datos adquiridos del ejercicio 3. ....	180



Figura 50. Botón PERIODO, ejercicio 4 ..... 181

Figura 51. Botón INICIO, ejercicio 4..... 181

Figura 52. Grafica de datos adquiridos según el ejercicio 4..... 183

Figura 53. Botón DETENER, ejercicio 4 ..... 183

Figura 54. Botón GUARDAR, ejercicio 4 ..... 184

Figura 55. Guardar los datos adquiridos del ejercicio propuesto. .... 185

Figura 56. Datos adquiridos del ejercicio 4 ejecutado en Excel. .... 187

Figura 57. Botón ABORTAR EJECUCIÓN..... 188

Figura 58. Botón SALIR. .... 189

Figura 59. Transductor óptico DL 2031M..... 190



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 20

DE 203

VERSIÓN: 01

### LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 1. Lista de asignación de terminales análogos y lista de asignación de terminales digitales.....	73
Tabla 2. Prácticas de laboratorio .....	85

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 21

DE 203

VERSIÓN: 01

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Manual de usuario .....	151
Anexo B. Programas requeridos .....	190
Anexo C. Formato de pre informe de laboratorio.....	200
Anexo D. Formato de informe de laboratorio.....	202

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

## RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo general del proyecto es implementar un sistema de adquisición de datos de variables eléctricas de potencia, velocidad y par para el laboratorio de máquinas eléctricas que permita la medición de estas variables en una computadora. La finalidad de este proyecto es permitir realizar por medio de una serie de ejercicios prácticos, un análisis real de las diferentes máquinas eléctricas que se encuentran en el laboratorio de máquinas eléctricas de las Unidades Tecnológicas de Santander, sede Barrancabermeja.

Para lograr el objetivo de este proyecto, se ha realizado la integración de dos (2) sistemas fundamentales en un dispositivo electrónico:

Una estructura física que cuenta con un dispositivo electrónico necesario para acoplarlo a un módulo de medición de la potencia mecánica y así adquirir los diferentes datos requeridos para el eventual análisis. Los elementos electrónicos principales son: Tarjeta de adquisición de datos DAQ NI USB 6009, cables de conexión de interfaz entre los dispositivos electrónicos, computadora donde visualizaremos los datos, graficas, cálculos, resultados adquiridos y demás componentes electrónicos cuya función es el control de los elementos del equipo.

Un software o programa de computadora, encargado de interactuar con el usuario, el cual, por medio de botones, gráficas y tablas, permite controlar la operación del equipo y la visualización de los datos adquiridos para su posterior análisis. También se realizó una



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 23

DE 203

VERSIÓN: 01

documentación detallada de todos los elementos empleados en el equipo y los programas informáticos desarrollados. Por último, se presenta el respectivo manual de funcionamiento del dispositivo.

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

## INTRODUCCIÓN

En esta primera sección, se dan a conocer muy brevemente los aspectos principales de este proyecto. En primer lugar, se muestran las motivaciones que han llevado a realizar este trabajo y en segundo lugar se explica la conformación del banco de pruebas para las prácticas de la comunidad estudiantil.

Constantemente los sistemas de adquisición de datos han venido incorporándose en los grandes claustros universitarios, ya que permite a los estudiantes adquirir y analizar datos del mundo real y presentar datos para visualizar la teoría. Trae excelentes beneficios en cada área de investigación o de trabajo. El mejoramiento continuo en los diferentes procesos industriales, permite que las exigencias en los parámetros a controlar (medidas de velocidad, par, y potencia), sean cada vez más estrictas, exactas y con un grado alto de confiabilidad, herramientas que brindan a los estudiantes las habilidades de ver resultados reales al trabajar más rápido con sistemas de Adquisición de datos.

Por medio del presente proyecto se desarrolló un programa de Adquisición de datos de tres variables eléctricas, donde el estudiante tiene la oportunidad de conocer todos sus componentes y su funcionamiento, por medio de las medidas de potencia (velocidad, par y potencia, etc.), adquiriendo datos mediante la tarjeta NI USB 6009 y programándolos con un software de aplicación que le permitirá tomar los cálculos necesarios para conocer cómo funciona. Este proyecto es desarrollado por Marco Tulio Fúnez Díaz, Luis Fernando



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 25

DE 203

VERSIÓN: 01

Trespalacios Nieto y Ángel Yesid Rueda Urbina, estudiantes de tecnología en operación y mantenimiento electromecánico de las Unidades Tecnológicas de Santander.

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

## 1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Teniendo en cuenta que los estudiantes deben familiarizarse con su entorno laboral durante su formación académica, para adquirir conocimientos básicos que le ayuden a realizar de forma eficaz y segura las tareas propias de determinada ocupación, se hace necesario implementar planes pedagógicos adecuados dentro de los centros educativos, como es el caso de la utilización de sistemas tecnológicos que den cabida a la dinamización de actividades, evidenciando el comportamiento de los equipos una vez son accionados. El uso de estos modelos, fortalecen significativamente el grado de conocimiento del aprendiz, debido a que éste se enfrentará a casos reales y propondrá soluciones reales, mediante la utilización de dichos medios.

En la actualidad, las Unidades Tecnológicas de Santander, no cuenta con un sistema que permita medir y analizar el comportamiento de las máquinas en prueba, cuando se encuentra en su máxima velocidad nominal y se acciona el par frenante. Por lo que no se evidencia las variaciones de forma gráfica al momento de reducir a su mínima velocidad, sin ser detenida.

La implementación de un sistema de adquisición de datos beneficiara principalmente a los estudiantes de la facultad de electromecánica de las Unidades Tecnológicas de Santander (UTS) sede Barrancabermeja, debido a que se podrá en un futuro realizar pruebas que ayuden a entender y corroborar los conceptos teóricos vistos y utilizarse de manera

segura, lo que será esencial dentro de su desarrollo educativo, porque les ayudara a desenvolverse de una mejor manera dentro de las industrias donde laboren. También servirá como herramienta para facilitar al docente o instructor su labor de transmitir conocimiento de manera más clara.

Con base a lo anterior, este proyecto pretende ser la base para la adecuación de una infraestructura que contenga los equipos didácticos industriales tecnológicos, científicos, que son el medio físico más adecuado para la enseñanza-aprendizaje durante la formación enfocada al sector productivo, dentro de dicho plantel educativo.

¿Cómo implementar un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas?

## JUSTIFICACIÓN

La implementación de este proyecto permite trabajar de forma directa los componentes y mecanismos para mejorar la destreza en el área de circuitos eléctricos y sistemas de máquinas eléctricas, que le apruebe identificar e interpretar los funcionamientos de los equipos que lo conforman como circuitos eléctricos, control de variables para la adquisición de datos, como también conocer los diferentes niveles de monitoreo que se deben efectuar al momento de generar una alimentación y entender cuáles serán las condiciones nominales que puede mantener este circuito o equipo.

El sistema implementado permite graficar los comportamientos de las máquinas según la realización de los ejercicios en tiempo real; gráfica velocidad versus par y gráfica velocidad versus potencia. Almacenamiento los datos adquiridos en hojas de cálculo de office Microsoft Excel, obteniendo un mejor análisis del comportamiento de las máquinas intervenidas.

A partir del accionamiento del sistema se logra evidenciar un análisis comportamental de cada variable eléctrica (velocidad, par y potencia) del módulo de la potencia mecánica DL 10055 del laboratorio de máquinas eléctricas las Unidades tecnológicas de Santander sede Barrancabermeja, control de la tarjeta de adquisición de datos de variables eléctricas permitiendo la digitalización y visualización de datos medidos en la pantalla de una computadora. Realización de un programa que visualizó la medición de las variables eléctricas, en tiempo real.

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 29

DE 203

VERSIÓN: 01

De igual forma un análisis del comportamiento de las máquinas en prueba, cuando se encuentra en su máxima velocidad nominal y se acciona el par frenante, variando la gráfica significativamente. Cuando se le reduce a su mínima velocidad, sin ser detenida; y se acciona el par frenante, variando la gráfica.

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Implementar un módulo de adquisición de datos de variables eléctricas de potencia, velocidad y par para el laboratorio de máquinas eléctricas de las Unidades Tecnológicas de Santander, sede Regional Barrancabermeja.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Adquirir el hardware de adquisición de variables eléctricas que permita digitalizar tres variables según las especificaciones técnicas del módulo de laboratorio de máquinas eléctricas de las Unidades Tecnológicas de Santander sede regional Barrancabermeja.
2. Implementar un software de control de la tarjeta de adquisición de datos de variables eléctricas que permita la digitalización y visualización de los datos medidos en la pantalla de un PC.
3. Implementar cuatro (4) prácticas de laboratorio de máquinas eléctricas, empleando la tarjeta de adquisición de datos de variables eléctricas y elaboración del respectivo manual de prácticas en el formato institucional, donde se incorporen las prácticas diseñadas.

4. Evaluar resultados finales de la implementación del módulo de adquisición de variables eléctricas en el laboratorio.

#### ESTADO DEL ARTE / ANTECEDENTES

Osorio, Ramirez, & Barrera (2011) menciona que este artículo presenta la implementación de un sistema de adquisición de datos para monitorear las variables mecánicas y eléctricas con una máquina de corriente directa. Mediante transductores adecuados se capturan las señales de tensión, corriente, par y velocidad, con el fin de ser enviadas a un computador personal (PC) para observar su comportamiento y relación entre sí, ante los diversos estados de operación de la máquina.

Se brinda una herramienta de laboratorio que permite la visualización y el análisis del comportamiento de las máquinas eléctricas rotativas, promoviendo formas alternativas en los procesos de enseñanza, no solo en esta área sino también en ámbitos como la programación gráfica e instrumentación.

Debido al elevado costo que implica un SAD, pocas entidades educativas invierten en la adquisición de estos equipos para aplicaciones académicas. Este documento presenta la implementación de un SAD de bajo costo que monitorea las variables eléctricas y mecánicas de una máquina de corriente directa, en sus diferentes formas de conexión y

operación, con el fin de promover una forma a iterativa en los procesos de enseñanza en el área de máquinas eléctricas rotativas e industriales virtual (Osorio, Ramirez, & Barrera, 2011).

Se implementó un sistema de adquisición de datos de bajo costo para monitorear las variables de tensión, corriente, par y velocidad de una máquina de corriente directa, brindando así una herramienta que es útil para la enseñanza no solo con el área de máquinas eléctricas, sino que permite a los usuarios involucrarse en el ámbito de la instrumentación y la programación con el fin de obtener cada vez un sistema más completo y que se ajuste a sus necesidades. La utilización de los microcontroladores de la familia PIC18DOCSX como tarjeta de adquisición de datos resulta útil para monitorear y controlar sistemas o procesos de forma sencilla y económica, debido a que los costos de los equipos son altamente comerciales. (Osorio, Ramirez, & Barrera, 2011, pág. 67).

Iglesias & Idarraga (2013) indica que el trabajo tuvo como objetivo desarrollar un SCADA bajo la plataforma de Labview con el fin de monitorear y almacenar de forma constante variables como distancia recorrida por un vehículo, consumo de combustible, velocidad y rendimiento del mismo, el comportamiento de dichas variables es estudiado posteriormente por los ingenieros del protocolo E-20.

para determinar la conducta del automóvil en cada una de las pruebas que allí se realizan con una mezcla del 20% de etanol en el combustible, cabe aclarar que el automóvil es sometido a diferentes condiciones de velocidad y diversas rutas, las cuales son

previamente establecidas por el usuario, por lo que se hace necesario almacenar los datos de las variables cada que se realiza una prueba, para tal fin, se realizó un programa que permita guardar de forma automática los datos adquiridos por el sistema en Excel, y de esta forma crear una base de datos para los estudios que los ingenieros del laboratorio consideren pertinentes.

En la actualidad existe una gran diversidad de “software” para dicha aplicación, como por ejemplo Labview, el cual es un entorno de programación gráfica que se usará en la aplicación, y que permite integrar una gran diversidad de dispositivos de para el análisis y visualización de datos.

En la Universidad Tecnológica de Pereira se están llevando a cabo una serie de investigaciones donde se pretende mezclar gasolina con etanol al 20% con el fin de disminuir la contaminación ambiental generada por los vehículos en la actualidad, para cumplir con dicho objetivo se realizan evaluaciones de rendimiento y consumo de combustible bajo unos parámetros previamente establecidos, donde los encargados del estudio necesitan monitorear constantemente la velocidad del automóvil y la cantidad de combustible que está consumiendo (Iglesias & Idarraga, 2013).

Se logró de manera correcta y mediante una rotación de bits visualizar el tiempo real el consumo de combustible del vehículo, de igual forma se almacenaron los datos en un archivo de Excel de forma automática.

Se logró que los datos adquiridos a través de Labview fueran almacenados de forma correcta en un archivo de Excel. Con la realización de este trabajo se cumplieron varias funciones académicas como investigativas; ya que se usó la capacidad de Labview para observar algunas variables en tiempo real y así mejorar varias funciones en el Laboratorio Procolo E20, por otra parte con la entrega e implementación del proyecto se llega a la culminación de nuestras actividades académicas en la Universidad Tecnológica de Pereira. (Iglesias & Idarraga, 2013, pág. 70)

Lopez, Lozano, & Salazar (2015) menciona que en este documento se presenta el desarrollo de un prototipo para el monitoreo remoto de la temperatura presente en transformadores de distribución. El sistema opera con dos señales de entrada, una proveniente de la temperatura existente en la parte interna del transformador, y otra correspondiente a la medición del valor ambiente. Posteriormente, las señales pasan a una etapa de acondicionamiento por medio de amplificadores operacionales, para finalmente ser transmitidas mediante módulos de radiofrecuencia.

En el receptor, se realiza la visualización de los valores correspondientes en una pantalla de cristal líquido. El sistema se instaló en uno de los transformadores de distribución del laboratorio de máquinas eléctricas de la Universidad Tecnológica de Pereira, realizando 20 mediciones de temperatura con el sistema de medición y con el equipo patrón, a diferentes horas del día y con diferentes cargabilidades para el transformador, obteniéndose un error máximo del 3,09%.

Lopez (2015) el presente artículo se enfoca en la importancia de los sistemas de supervisión, control y adquisición de datos, conocidos como SCADA (por las siglas en inglés de Supervisory Control And Data Adquisition), como un aspecto fundamental de la automatización de los procesos de manufactura en la industria actual. Se destacan aspectos técnicos y funcionales de la implementación de sistemas SCADA, que le permiten al ser humano interactuar con los procesos en los diferentes tipos de industrias sin necesidad de asumir riesgos en la planta, ya que facilitan el control y toma de decisiones de manera remota desde una cabina de mando.

La función de monitoreo de estos sistemas se realiza sobre un computador industrial, ofreciendo una visión de los parámetros de control sobre la pantalla de ordenador, lo que se denomina un HMI (Human Machine Interface), como en SCADA, pero solo ofrecen una función complementaria de monitorización: observar mediante aparatos especiales el curso de uno o varios parámetros fisiológicos o de otra naturaleza para detectar posibles anomalías.

Es decir, los sistemas de automatización de interfaz gráfica tipo HMI básicos ofrecen una gestión de alarmas básica, mediante las cuales la única opción que le queda al operario es realizar una parada de emergencia, reparar o compensar la anomalía y hacer un reset. Los sistemas SCADA utilizan un HMI interactivo que permite detectar alarmas y a través de la pantalla solucionar el problema mediante las acciones adecuadas en tiempo real. Esto les otorga una gran flexibilidad. En definitiva, el modo supervisor del HMI de un SCADA no

solo señala los problemas, sino que, lo más importante, orienta en cuanto a los procedimientos para solucionarlos (Lopez, Lozano, & Salazar, 2015).

En definitiva, los sistemas SCADA ofrecen una perspectiva integrada de todos los recursos de control e información de la planta. De esta manera, los ingenieros, supervisores, gerentes y operadores pueden visualizar e interactuar con los procesos mediante sus representaciones gráficas.

Una premisa fundamental en la automatización industrial es que las máquinas o software hagan lo que les corresponde, y que el ser humano no haga lo que una máquina, software o robot puede realizar mecánicamente. De esta forma, el ser humano dedicará su tiempo a las tareas que demandan “pensar” y no a trabajos repetitivos que fácilmente una máquina o un software pueden realizar o supervisar.

Además, es de vital importancia mantener la salud y la seguridad ocupacional en las diferentes tareas que se realizan en todo proceso productivo, lo que se ve favorecido por la automatización mediante los sistemas SCADA mencionados y otras formas de automatización existentes. (Lopez, Lozano, & Salazar, 2015, pág. 14)

Morales (2011) indica que en este trabajo se realizó el monitoreo y la adquisición de datos de un motor de corriente directa de imanes permanentes marca MAVILOR de más de 20 años, por lo cual no existe información suficiente, por ello, no es una tarea fácil. El interés primordial de este trabajo es obtener las diferentes variables de un motor de imanes permanentes de una máquina de torsión en caliente, empleando tecnologías de

instrumentación comerciales (National Instruments) y software de adquisición de datos Labview), esto permitirá obtener información de los parámetros del motor.

La demanda de equipos científicos requiere de grandes inversiones para desarrollar tareas de investigación relacionadas con el comportamiento plástico de los materiales metálicos que nos permite a la comunidad investigadora el acceso a nuevas fronteras de conocimiento. La implementación de los distintos dispositivos tales como la integración de un control digital, una tarjeta de adquisición de datos y usando instrumentación virtual de LabVIEW en el subsistema electromecánico, para lograr que el motor pueda ser programado desde una computadora, la cual servirá de supervisión para que los diferentes módulos de control que contiene el sistema permitan la realización de ensayos de torsión en caliente de los materiales (Morales, 2011).

Una vez efectuada la metodología experimental se obtuvieron los resultados presentados con anterioridad llegando a las siguientes conclusiones:

- Se configuró la tarjeta de adquisición de datos de National Instruments empleando el módulo 9401, permitiendo que se realizara el acondicionamiento de señal, así como la comunicación entre el control digital y la computadora.
- Se realizó la configuración del control digital de la marca Baldor para trabajar en modo remoto y así poder manipularlo desde la computadora.

- Se elaboró un programa en el software Labview para la interface y puesta en marcha del control digital de forma remota.
- El trabajo en este equipo fue de gran utilidad para adquirir los conocimientos necesarios y así tener la capacidad de resolver problemas para aplicar nuevas tecnologías en equipos obsoletos que puedan ser viables para poder ser actualizados. (Morales, 2011, pág. 58)

Greffa (2015) menciona que los motores eléctricos son la base de accionamientos mecánicos en procesos productivos o de servicio, por lo que su tiempo de trabajo es prolongado y necesariamente eficiente. Para satisfacer la demanda de trabajo es necesario conocer el estado en el que se encuentra los motores. Como referencia y para lograr un modelamiento se ha trabajado sobre un motor a inducción asincrónico, que forma parte del módulo marca TERCO del laboratorio de máquinas eléctricas de la Universidad de Fuerzas Armadas - ESPE, del cual se miden las variables externas del motor para así poder dar un diagnóstico característico del mismo.

Existen muchos planes de mantenimiento periódicos, así como equipos destinados a medir el rendimiento de ciertas características por separado en un instante de tiempo determinado de un motor; pero todo esto implica tiempo, confianza en las correctas y periódicas lecturas que realice el encargado del mantenimiento e incluso recursos económicos para solventar el reemplazo de equipos.

Greffa (2015) afirma que es por eso que este proyecto pretende atender estos puntos, teniendo una lectura en tiempo real y constante de los parámetros externos de un motor eléctrico y así caracterizar el estado de funcionamiento de la máquina, el cual se debe presentar de manera entendible para el operario, afianzando un mantenimiento preventivo y predictivo, disminuyendo tiempos de paro, evitando gastos innecesarios y llevando un control adecuado del trabajo de los motores eléctricos.

Un motor trifásico de inducción de tipo asíncrono es una máquina robusta que requiere un mínimo mantenimiento a corto tiempo, sin embargo, si puede existir problemas que alteran el normal desempeño como es el caso del deterioro en rodamientos, desgaste de aislantes, desbalance, falta de lubricación, etc., o problemas externos como son caídas de tensión, pérdidas de fase o inclusive alto torque de resistencia que impide el libre deslizamiento angular del eje.

En este proyecto se desarrolló un módulo genérico el cual puede ser operable sobre una máquina asíncrona, con la finalidad de medir sus variables de entrada como son voltaje, corriente y de igual manera leer el estado de las variables de salida como son el torque y velocidad angular, para así caracterizar mediante la toma de datos un aprendizaje del trabajo realizado por el motor. (Greffa, 2015, pág. 104)

## MARCOS REFERENCIALES

## MARCO HISTÓRICO

### **Evolución de los sistemas de información**

Los Sistemas de información han ido evolucionando durante los últimos años hasta constituir los denominados sistemas de información estratégicos. Primeramente, los Sistemas de Información empresariales eran considerados como un instrumento simplificador de las distintas actividades de la empresa, una herramienta con la cual se facilitaban los tramites y reducía la burocracia (Trasobares, 2013). Su finalidad era básicamente llevar la contabilidad y el procesamiento de los documentos que a nivel operativo.

Posteriormente el desarrollo de la informática y las telecomunicaciones permitieron incrementar la eficacia en la realización de las tareas, ahorrar tiempo en el desarrollo de las actividades y almacenar la mayor cantidad de información en el menor espacio posible, lo cual aumentó en las organizaciones el interés en los sistemas de información (Trasobares, 2013).

Con el transcurrir del tiempo las empresas fueron observando como las tecnologías y sistemas de información permitían a la empresa obtener mejores resultados que sus competidores, constituyéndose por sí mismas como una fuente de ventaja competitiva y

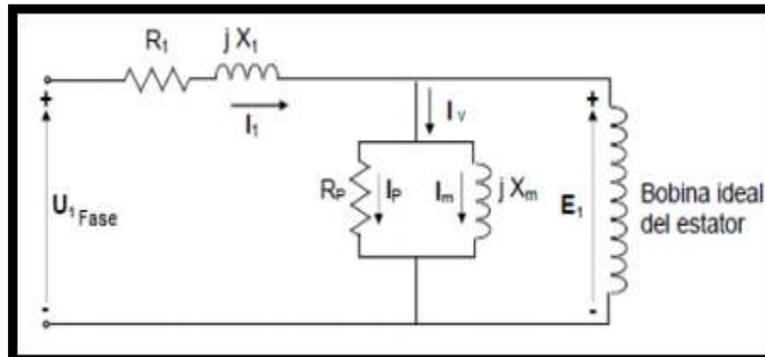
una poderosa arma que permitía diferenciarse de sus competidores y obtener mejores resultados que estos.

De este modo los sistemas de información se constituyeron como una de las cuestiones estratégicas de la empresa, que ha de considerarse siempre en todo proceso de planificación empresarial (Trasobares, 2013). Dada la clasificación de K y J Laudon, los primeros sistemas de información en desarrollarse fueron los Sistemas de Procesamiento de operaciones. Con el transcurrir del tiempo, fueron apareciendo en primer lugar los sistemas de información para la administración y finalmente los sistemas de apoyo a las decisiones, así como los sistemas estratégicos. Se produjo un desarrollo vertical de los sistemas de información (Trasobares, 2013, pág. 4).

Es tal la complejidad en el manejo de la información que se ha convertido en campo de estudio superior dentro de la administración, por lo que dentro de las organizaciones el manejo de los sistemas de información ha alcanzado el nivel directivo, a tal punto que es común en las empresas encontrar Gerentes o Directores ejecutivos que se encargan de administrarlos, enfrentando y resolviendo aspectos estratégicos y tendencias a largo plazo de la empresa como del entorno externo que la afecta, según consideran. Con la introducción a las organizaciones de los desarrollos tecnológicos en materia de TIC, la administración de los Sistemas de información se ha hecho más fácil y expedita. La evolución en el tiempo de los Sistemas de información. (Hernandez, 2012, pág. 4)

MARCO TEÓRICO

**Figura 1.** Circuito equivalente del estator



**Fuente:** MORALES, C. J. Monitoreo y Adquisición De Datos De Un Motor De Corriente Directa De Imanes Permanente. México: Instituto Politécnico Nacional, 2011. p.44.

Donde:

$R_1$  representa la resistencia del devanado del estator.

$X_1$  representan las reactancias de los devanados del estator.

$R_p$  representa la pérdida óhmica en el entre hierro.

$U_1$  representa la diferencia de tensión de fase.

$I_1$  representa la corriente en el estator.

Ya que la corriente de vacío ( $I_v$ ) es pequeña en relación a la corriente nominal absorbida por el estator ( $I_{1N}$ ), se coloca en paralelo  $R_P$  y  $X_M$ . Sin embargo, en el caso del motor asincrónico, esta aproximación no es tan buena porque en un motor existe entrehierro (espacio entre el estator y el rotor), por lo que la corriente de vacío alcanza valores típicos entre el 30 y 45 % de la corriente nominal del estator (Morales, 2011).

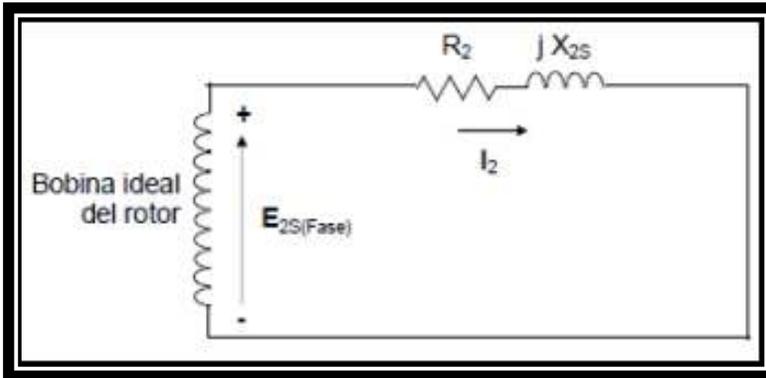
Las reactancias ( $X$ ) y valores de fem ( $E$ ) inducidas cambian mientras la velocidad de giro de la máquina varia, por lo que en un equipo detenido el deslizamiento parte de 1 asociado a estas características en el rotor (Morales, 2011).

$$X_{2s} = s * X_2$$

$$E_{2s} = s * E_2$$

Según Morales (2011), el rotor presenta otro devanado y si no hay presencia de cargas resistivas este se toma en corto circuito, presentando también valores de resistencia y reactancia en sus conductores como se muestra en la siguiente ilustración de una fase.

**Figura 2.** Circuito equivalente del rotor



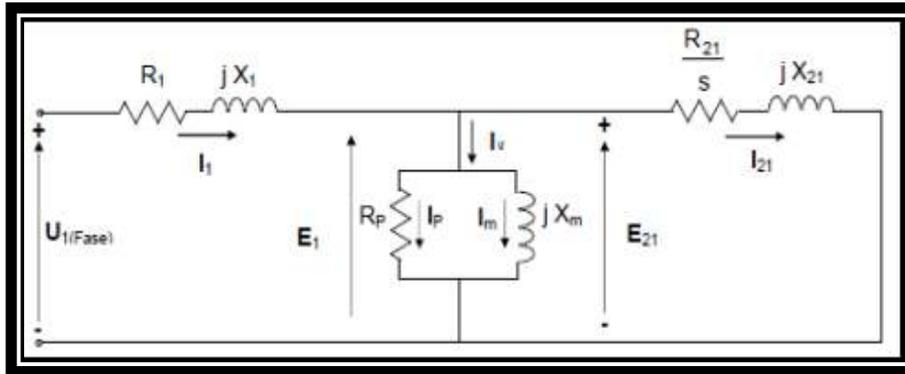
**Fuente:** MORALES, C. J. Monitoreo y Adquisición De Datos De Un Motor De Corriente Directa De Imanes Permanente. México: Instituto Politécnico Nacional, 2011. p.45.

Despejando la corriente  $I_2$  del rotor y dividiendo para el deslizamiento tenemos:

$$I_2 = \frac{E_2}{R_2/s} + jX_2$$

De esta manera al dejar expresado en valores de reactancia y resistencia al rotor y estator, los podemos asociar en un solo circuito.

**Figura 3.** Circuito equivalente de motor trifásico



**Fuente:** MORALES, C. J. Monitoreo y Adquisición De Datos De Un Motor De Corriente Directa De Imanes Permanente. México: Instituto Politécnico Nacional, 2011. p.46.

Para tomar una similitud de la distribución de la parte resistiva y reactiva del estator con el rotor, en el rotor se puede descomponer matemáticamente este componente.

$$\frac{R_{21}}{s} = R_{21} + R_{21} \frac{(1 - s)}{s}$$

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

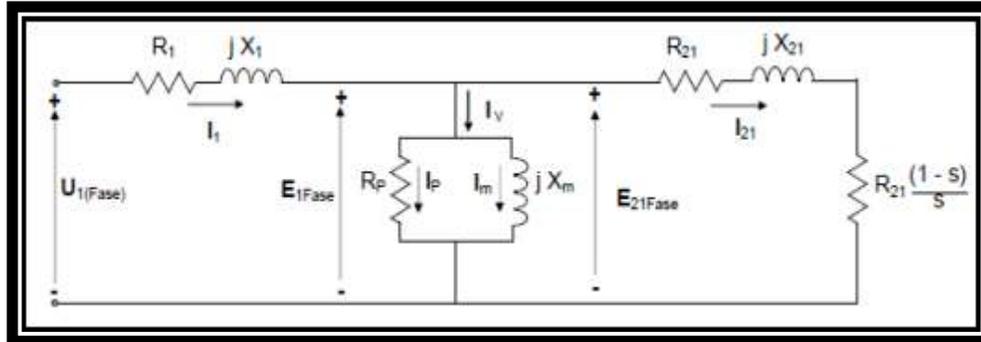
REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

**Figura 4.** Circuito equivalente motor trifásico



**Fuente:** MORALES, C. J. Monitoreo y Adquisición De Datos De Un Motor De Corriente Directa De Imanes Permanente. México: Instituto Politécnico Nacional, 2011. p.46.

Si realizamos el balance de potencia se puede ver que:

$$P_{absorbida} = P_{CU} + p_{FE} + P_{Mecanica Total} \quad P_{absorbido} = P_{CU} + P_{FE} + P_{Mecanica Util} + P_{Perdidas Mecanicas}$$

$$P_{Absorbida} = 3 \cdot U_1 \cdot I_1 \cdot \cos\phi \quad \text{Potencia absorbida en las 3 fases} = \sqrt{3} \cdot U_{1L} \cdot I_1 \cdot \cos\phi$$

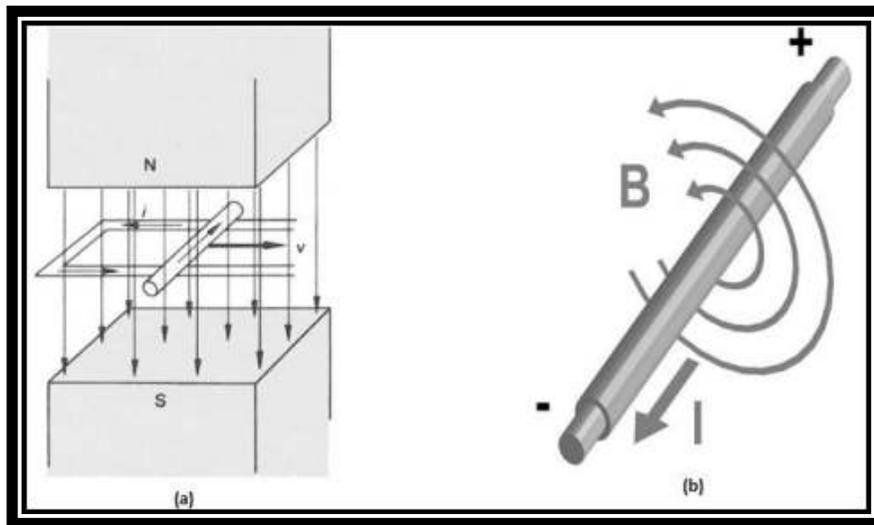
$$P_{CU} = 3 \cdot R_1 \cdot I_1^2 \quad \text{Perdidas en cobre de 3 fases del estator}$$

$$P_{FE} = 3 \cdot R_p \cdot I_p^2 = \frac{E_1^2}{R_p} = \frac{E_{1L}^2}{R_p} \quad \text{Perdidas en el hierro}$$

$$P_{CuR} = 3 \cdot R_{21} \cdot I_{21}^2 \quad \text{Perdidas en cobre de fases del rotor}$$

Por lo tanto, una medición directa sobre los terminales de alimentación de entrada del motor será suficiente para obtener lectura de las variables de entrada del motor como son voltaje y corriente (Morales, 2011).

**Figura 5.** (a) Ley de Faraday (b) Ley de Ampere

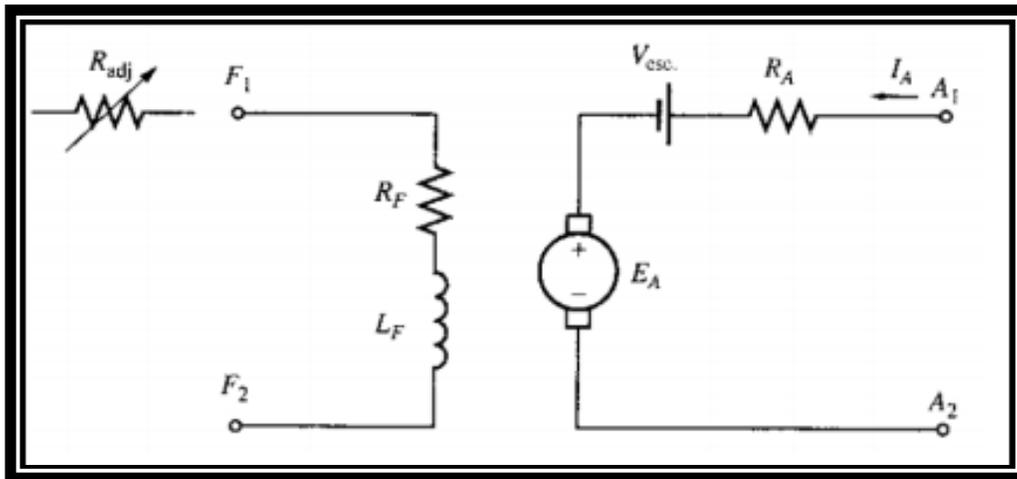


**Fuente:** MORALES, C. J. Monitoreo y Adquisición De Datos De Un Motor De Corriente Directa De Imanes Permanente. México: Instituto Politécnico Nacional, 2011. p.12.

El movimiento giratorio de los motores de C.C. se basa en el empuje derivado de la repulsión y atracción entre polos magnéticos. Creando campos constantes convenientemente orientados en estator y rotor, se origina un par de fuerzas que obliga a

que la armadura (rotor) gire buscando la posición de equilibrio (Morales, 2011). En la Figura 2-2 se muestra el circuito equivalente de un motor de corriente directa.

**Figura 6.** Circuito equivalente de un motor de corriente directa



**Fuente:** MORALES, C. J. Monitoreo y Adquisición De Datos De Un Motor De Corriente Directa De Imanes Permanente. México: Instituto Politécnico Nacional, 2011. p.12.

Nos muestra el par desarrollado en el eje del motor es directamente proporcional al flujo en el campo y la corriente de la armadura, un conductor que lleva la Monitoreo y adquisición de datos de un motor de corriente directa de imanes permanentes Página 13 corriente está colocado en un campo magnético con flujo  $\phi$ , a una distancia  $r$  del centro de rotación.

La relación existente entre el par desarrollado, el flujo  $\phi$  y la corriente  $i_a$  es:



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 49

DE 203

VERSIÓN: 01

$$T_m = k_m \Phi i_a$$

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

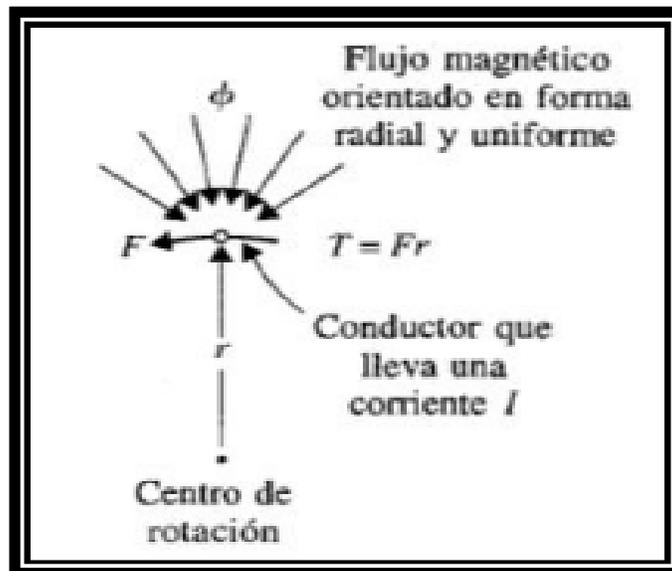
APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

Donde,

“ $T_m$  es el par del motor (N-m, lb-pie),  $\phi$  es el flujo magnético,  $i_a$  es la corriente de armadura (Ampers) y  $K_m$  es la constante de proporcionalidad” (Morales, 2011, pág. 13).

**Figura 7.** Producción del par en un motor de cd



**Fuente:** MORALES, C. J. Monitoreo y Adquisición De Datos De Un Motor De Corriente Directa De Imanes Permanente. México: Instituto Politécnico Nacional, 2011. p..13.

Cuando el conductor se mueve en el campo magnético, genera un voltaje entre sus terminales, denominada fuerza electromotriz, la cual es proporcional a la velocidad del eje

y tiende a oponerse al flujo de corriente. La relación que existe entre la fuerza contra electromotriz (f. c. e. m) y la velocidad del eje es:

$$e_b = k_m \omega W_m$$

Donde denota la fuerza contra electromotriz (volts) y es la velocidad del eje (rad/s) del motor. [1] Hay cinco tipos diferentes de motores de corriente directa:

- Motor de corriente directa de excitación separada
- Motor de corriente directa con excitación en derivación Monitoreo y adquisición de datos de un motor de corriente directa de imanes permanentes Página 14
- Motor de corriente directa de imanes permanentes
- Motor de corriente directa serie
- Motor de corriente directa compuesto

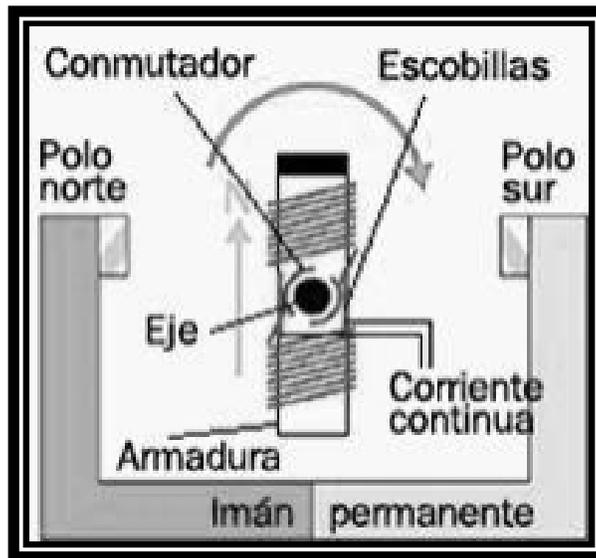
Para este trabajo solo trataremos el motor de corriente directa de imanes permanentes que es con el que cuenta la máquina de torsión y sobre el cual se hará el estudio.

(Morales, 2011, pág. 14)

MARCO CONCEPTUAL

**Motor de imanes permanentes**

**Figura 8.** Esquema de motor de imán permanente



**Fuente:** MORALES, C. J. Monitoreo y Adquisición De Datos De Un Motor De Corriente Directa De Imanes Permanente. México: Instituto Politécnico Nacional, 2011. p.14.

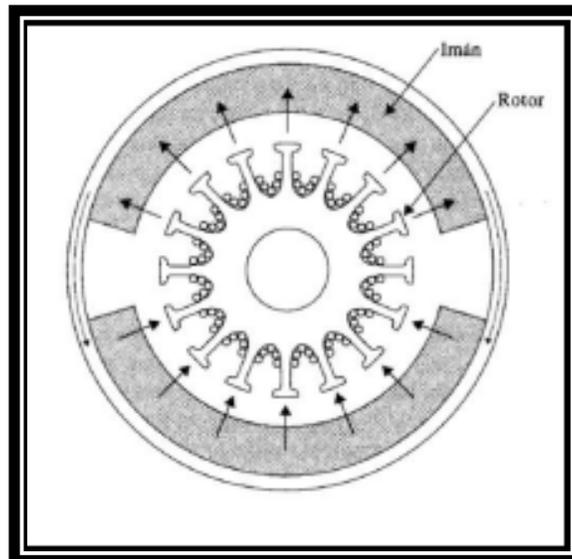
El campo magnético de un motor de corriente directa se puede producir por bobinas o imanes permanentes (Morales, 2011). Los motores de corriente directa de imanes permanentes se pueden clasificar de acuerdo con el esquema de conmutación y al diseño de la armadura. De acuerdo con la construcción de la armadura, el motor de corriente directa de imán permanente se puede descomponer en tres tipos de diseño de armadura:

1. Motores de núcleo de hierro
2. Motores de devanado superficial
1. Motores de bobina móvil

**Motor de núcleo de hierro.**

La configuración del rotor y estator del motor de CD de imán permanente de núcleo de hierro. El flujo magnético producido por el imán pasa a través de la estructura del rotor laminado que tiene ranuras (Morales, 2011). Los conductores de la armadura están localizados en las ranuras del rotor, este tipo de motor se caracteriza por una inercia del rotor alta, una inductancia alta, bajo costo y alta confiabilidad.

**Figura 9.** Motor de núcleo de hierro

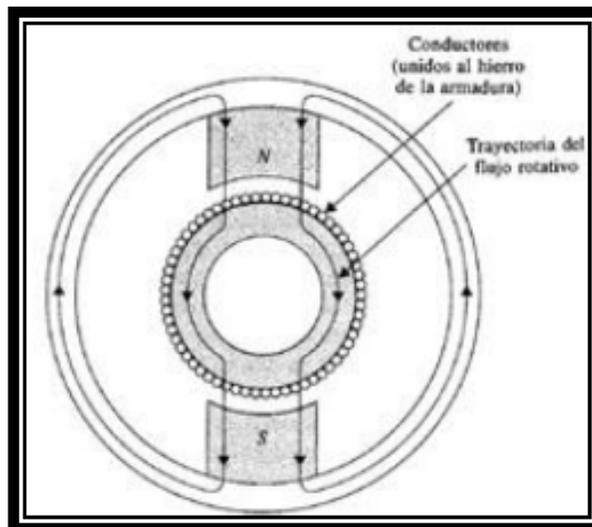


**Fuente:** MORALES, C. J. Monitoreo y Adquisición De Datos De Un Motor De Corriente Directa De Imanes Permanente. México: Instituto Politécnico Nacional, 2011. p.16.

### Motor de devanado superficial.

Los conductores de la armadura están pegados a la superficie de la estructura cilíndrica del rotor, la cual está hecha de discos laminados sujetos al eje del motor (Morales, 2011). Debido a que en este diseño no se emplean ranuras sobre el rotor, la armadura no presenta el efecto de la "rueda dentada". Puesto que los conductores están proyectados en el entre hierro de aire que está entre el campo de imán permanente y el rotor, este tipo de motor tiene menor inductancia que el de estructura de núcleo de hierro.

**Figura 10.** Motor de devanado superficial



**Fuente:** MORALES, C. J. Monitoreo y Adquisición De Datos De Un Motor De Corriente Directa De Imanes Permanente. México: Instituto Politécnico Nacional, 2011. p.16.

## Motores de corriente directa

Un motor eléctrico de Corriente Directa es básicamente una máquina que convierte energía eléctrica en movimiento o trabajo mecánico, a través de medios electromagnéticos. Este tipo de motores debe tener en el rotor y el estator el mismo número de polos y el mismo número de carbones. En estos motores, el inductor es el estator y el inducido es el rotor. Los motores de corriente directa fueron los primeros en utilizarse en vehículos eléctricos por sus buenas características en tracción y por la simplicidad de los sistemas de control de la electricidad desde las baterías. Presentan desventajas en cuanto al mantenimiento de algunas de sus piezas (escobillas y colectores) y a que deben ser motores grandes si se buscan potencias elevadas, pues su estructura (y en concreto el rozamiento entre piezas) condiciona el límite de velocidad de rotación máxima. (Morales, 2011, pág. 11)

## Plataforma LabVIEW

Es el acrónimo de Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench y fue creado por National Instruments en 1976 para funcionar sobre máquinas MAC, salió al mercado por primera vez en 1986 y ahora está disponible para múltiples plataformas tales como Windows, UNIX, MAC y Linux. Labview es un programa para el desarrollo de aplicaciones

de propósito general que National Instruments (NI) ha creado para facilitar la programación de instrumentos virtuales (VÍ's). LabVIEW se encarga de gestionar los recursos de la computadora a través de un entorno sencillo, rápido y eficiente (Morales, 2011).

De esta forma se reducen enormemente los tiempos de desarrollo a la hora de realizar los programas, el lenguaje de programación es de modo gráfico. Los programas hechos en Labview se llaman Virtual Instruments (VI), lo que da una perspectiva de uso en origen: el control de instrumentos. El slogan de Labview es: "La potencia está en el Software". Entre sus objetivos están el reducir el tiempo de desarrollo de aplicaciones de todo tipo (no solo en ámbitos de prueba, control y diseño) y el permitir la entrada a la informática a programadores inexpertos. (Morales, 2011, pág. 17)

### **Análisis y diseño del sistema.**

El sistema eléctrico del motor se puede asimilar al de un transformador, con un rotor, un entre hierro, con bobinados que forman resistencias y reactancias en el estator para producir el campo rotante (Greffa, 2015). Las pérdidas que se generan en el entre hierro van reduciendo mientras la velocidad de giro alcanza su valor nominal debido a las frecuencias de corriente, asumiendo al entre hierro con una permeabilidad infinita, considerar estator y rotor lisos, se puede tomar el concepto de que toda energía del campo magnético está en el aire del entrehierro.

Al suponer en este caso una máquina sin desviaciones, que significa una máquina balanceada y con bobinas del estator y rotor iguales entre sí, permite que el modelo matemático a estudiar no resulte complejo. En el análisis del sistema de caracterización, se presenta claras desviaciones en el caso de existir daños e incluso con un rango de permisividad de óptimo trabajo de visualización de alrededor del 10%, cualquier anomalía deberá ser claramente observada, asumiendo valores 44 mínimos de pérdida en una máquina que debería ser balanceada si está constando en un inventario de un proceso productivo. (Greffa, 2015, pág. 44)

### **Tarjeta de adquisición de datos.**

La tarjeta que se emplea para la adquisición de datos es la NI USB 6211; la cual es una tarjeta suministrada por la National Instruments que permite convertir señales externas a las señales del lenguaje apropiado que se requiere en la conversión y adquisición de datos en el proceso. Las características de ésta son:

2. Tiene 16 entradas analógicas (16 bits, 250 Kb/s) 62
  3. 2 Salidas analógicas (16 bits a 250 Kb/s); 4 entradas digitales, 4 salidas digitales y contadores de 32 bits
  4. Es energizada por USB para una mayor movilidad, conectividad de señal integrada
  5. NI signal streaming para la transferencia de datos bidireccionales a alta velocidad en USB
1. Compatible con LabVIEW

1. Software controlador NI-DAQmx y software interactivo NI LabVIEW Signal Express LE para los registros de datos. (Iglesias & Idarraga, 2013, pág. 61)

### **Calidad de datos.**

Es una característica del SCADA que crea bits de estado que reflejan la validez de los datos del proceso.

### **Los scadas.**

Los primeros SCADA eran sistemas que trabajaban basados en la telemetría, ofreciendo funciones básicas en los procesos industriales como el monitoreo y control. Con el paso del tiempo surge la necesidad en las grandes industrias de mejorar los SCADA'S para tener un buen control y monitoreo de todos sus procesos industriales incluyendo los de alto riesgo y las estaciones alejadas de la estación central; dando entrada a las tecnologías de comunicación para automatizar. (Iglesias & Idarraga, 2013, pág. 20)

### **Sistema de control.**

Conjunto de elementos interconectados para desarrollar funciones de supervisión y control con el propósito de mantener estables las condiciones del proceso.

**RTU:** Unidad de terminal remota

**RPM:** Revoluciones por minuto

**MTU:** Unidad de terminal maestra

**Mbps:** mega bits por segundo

### **Requisitos de los scada**

A medida que se desarrollaba el proyecto se observó que se tomó una decisión correcta al elegir una herramienta SCADA como el medio más viable para llevar a cabo este proyecto ya que cubre todas las funciones que necesitábamos desarrollar, además cumple una serie de requisitos para su mejoramiento continuo; entre los requisitos que debe cumplir un SCADA están:

1. Tener sistemas de arquitecturas abiertas para crecer y adaptarse a las necesidades del usuario.
2. La comunicación debe ser fácil de usar, transparente para el usuario y el equipo.
3. Los programas deben ser sencillos de instalar, fáciles de usar y con interfaces amables para el usuario.
4. Deben de permitir la adquisición de datos de todo tipo de equipos, así como la comunicación a nivel interno y externo (Iglesias & Idarraga, 2013, pág. 23).

### **Supervisión remota de instalaciones y equipos.**

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

Permite al operador conocer el estado de desempeño de las instalaciones y los equipos alejados desde un monitor (Iglesias & Idarraga, 2013).

### **Procesamiento de Datos**

Los datos adquiridos conforman la información que alimenta el sistema, esta información es procesada, analizada y comprobada con datos anteriores y con datos de otros puntos de referencia dando como resultado una información más confiable y veraz (Iglesias & Idarraga, 2013).

### **Transmisión**

De información con dispositivos de campo y otros PC Base de Datos: Gestión de datos con bajos tiempos de acceso. Explotación: “De los datos adquiridos para gestión de la calidad, control estadístico, gestión de producción, administrativa y financiera” (Iglesias & Idarraga, 2013, pág. 22).

## MARCO LEGAL

Para determinar la condición mecánica de una máquina por medio de la Vibración emitida, es necesario evaluar la severidad vibratoria. Para problemas como desbalanceo y desalineamiento existe una norma, actualmente vigente, que evalúa la severidad vibratoria (Iglesias & Idarraga, 2013). La norma ISO 10816 en su tercera parte, incluye las máquinas con potencias de más de 15 KW, y velocidades entre 120 r.p.m. y 15000 r.p.m., entregando valores de alarma en amplitud RMS, velocidad y desplazamiento.

Para lograr obtener la máxima eficiencia de las máquinas rotativas en la industria, se han desarrollado técnicas de mantenimiento enfocadas en hacer que estos sistemas cumplan con los parámetros de diseño establecidos durante el mayor tiempo posible. Una de esas técnicas es el mantenimiento predictivo, que la norma UNE 13306 define como: mantenimiento basado en condición llevado a cabo siguiendo un pronóstico derivado del análisis y evaluación de los parámetros significativos de la degradación del elemento; con el cual, se evalúa el estado de salud de una máquina y su evolución en el tiempo, mientras está en funcionamiento (Iglesias & Idarraga, 2013).

Los materiales aislantes eléctricos presentan una temperatura límite de funcionamiento, por encima de la cual empiezan a experimentar una pérdida importante de sus propiedades. La temperatura máxima de servicio es una característica propia de cada sistema aislante y sirve de base para establecer la clasificación de los mismos.



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 62

DE 203

VERSIÓN: 01

Los motores están diseñados para trabajar a la potencia nominal a una altitud inferior a los 1000 m y en un rango de temperaturas comprendido entre  $-15^{\circ}\text{C}$  y  $40^{\circ}\text{C}$ , según indica la norma CEI 60034-1. Trabajar por encima de 1000 m conlleva un aumento de las temperaturas de trabajo debido al enrarecimiento del aire que causa la reducción de la vida del aislamiento. Es por ello que los fabricantes establecen tablas donde se indica el porcentaje de reducción de potencia en función de la temperatura ambiente y la altitud.

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

## DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

ADQUIRIR EL HARDWARE DE ADQUISICIÓN DE VARIABLES ELÉCTRICAS QUE PERMITA DIGITALIZAR TRES VARIABLES SEGÚN LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MÓDULO DE LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS DE LAS UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER SEDE REGIONAL BARRANCABERMEJA.

### **Descripción del equipo**

El equipo desarrollado se puede dividir en 3 partes principales que describen completamente sus características:

1. Estructura física
2. Hardware electrónico
3. Software o entorno de programación

La integración de estos 3 aspectos principales, hacen posible el alcance de los objetivos planteados en el proyecto. A continuación, se hace una descripción detallada de cada una de estas partes y sus correspondientes funciones en el equipo.

## Estructura física

**Figura 11.** Tarjeta DAQ multifunción NI USB 6009



**Fuente:** Elaboración propia

Este dispositivo de National Instruments USB 6009; cuenta con 8 entradas analógicas para señales de  $\pm 10V$  de 14 bits de resolución y una razón de muestreo de 48.000 muestras por segundo, cuenta con 2 salidas analógicas de 0 a 5V de 12 bits de resolución; capaz de actualizar señales de 150 puntos por segundo; además cuenta con un contador de 32 bits, capaz de contar a una razón de 5MHz y 12 líneas de entradas y salidas digitales con niveles lógicos de 0 a 5V.

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

La estructura física del equipo es un dispositivo electrónico, con carcasa de plástico de color blanco, en la cual se encuentran ubicados los diferentes componentes empleados, como lo muestra la figura 11. La tarjeta NI USB 6009 provee de la conexión a ocho canales de la entrada análoga (AI), a dos canales de la salida análoga (AO), a 12 canales digitales de la entrada-salida (DIO), aun contador de 32 bits y una interfaz USB de alta velocidad.

### Cable USB

Permite la alimentación del dispositivo electrónico a través de la computadora. Además, realiza la interfaz vía USB, de la tarjeta NI USB 6009 con la computadora.

**Figura 12.** Cable USB de National Instruments.



**Fuente:** Elaboración propia

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

### Cables estereofónicos

Los cables estereofónicos en dotación utilizados para la adquisición de las señales eléctricas; fueron diseñados por los integrantes del proyecto (Marco Tulio Fúnez Díaz, Luis Fernando Trespacios Nieto y Ángel Yesid Rueda Urbina) y estos permiten la interfaz de medición digital entre la Tarjeta NI USB 6009 y el Módulo de la potencia mecánica DL 10055N DE LORENZO, mediante las boquillas frontales de output.

Por su diseño, el cable estereofónico trae en su interior una malla de cobre recubriendo otro cable aislado, el cable aislado (cubierto por una funda plástica) se usa como el positivo de la fuente de señal (ELÉCTRICA) y la malla se enrolla con fuerza para evitar filamentos sueltos, y se usa para la tierra.

**Figura 13.** Cables estereofónicos.



ELABORADO POR:  
Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:  
soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación  
FECHA APROBACION:

**Fuente:** Elaboración propia

### **Módulo de medida digital de la potencia mecánica DL 10055N**

Adecuado para la medición directa del par desarrollado por los motores mediante celda de carga y de velocidad de rotación mediante transductor óptico, con indicación de la potencia mecánica. Completo de alimentación variable en corriente continua para la excitación de los frenos o de la dinamo freno. Indicación digital de los valores medidos.

Conector para la protección de máxima velocidad de rotación de los motores para la conexión a la fuente de poder. Sensor de temperatura ambiente y de la sonda para medir la temperatura del motor.

Comunicación: RS485 con protocolo MODBUS RTU.

#### **Características técnicas:**

- **Velocidad:** Adecuado para medir la velocidad máxima de las máquinas de laboratorio.
- **Par:** Adecuado para medir el par máximo del laboratorio a través de la célula de carga.
- **Potencia:** Adecuado para la medición de la potencia máxima de las máquinas de laboratorio.
- **Salida CC:** 0-220V, 2 A

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

- **Alimentación:** Monofásica de red

**Figura 14.** Módulo de medida digital de la potencia mecánica DL 10055N DE LORENZO.



**Fuente:** Elaboración propia

Como se puede observar en la figura, el módulo DL 10055N se conecta a nuestro sistema de adquisición de datos, mediante las boquillas frontales de output o el conector posterior K1 por medio de los cables en dotación (figura 14).

El módulo está constituido por 4 partes esenciales y autónomas y comprende:

1. Taquímetro electrónico digital a 4 cifras para acoplarlo al transductor óptico DL 2031 o sino a la dinamo taquimétrica DL 2065 o a los transductores de los frenos de la DE LORENZO.

El taquímetro protege quitando la alimentación contra las velocidades peligrosas de fuga si acoplado a nuestros sistemas de alimentación.

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

2. Medidor de par electrónico digital a tres cifras para la medida en Nm (Newton x metros), con regulación de la ganancia y del cero.

Se acopla a nuestras celdas de carga DL 2026E o DL 2006F.

3. Vatímetro electrónico digital a 4 cifras, resolución 10W para la medida de la potencia al eje de la máquina en prueba.

4. Alimentador de corriente continua de 0 a 220 V y 2A máximo.

Variable con continuidad para las excitaciones de las máquinas o de los frenos.

### **Laboratorio de máquinas eléctricas DE LORENZO GROUP.**

Cada laboratorio está compuesto de:

- Fuente de alimentación Capaz de proporcionar todas las tensiones, fijas y variables, en corriente continua y alterna y rectificadas que son necesarias para el suministro de las máquinas del laboratorio;
- Bases para fijar las máquinas directamente en la mesa de trabajo;
- Un juego completo de motores, generadores, transformadores, frenos, cargas RLC, módulos de medición y los accesorios necesarios para poder realizar todas las pruebas en las máquinas eléctricas.

**Figura 15.** Laboratorio de máquinas Eléctricas DE LORENZO GROUP, propiedad de las Unidades Tecnológicas de Santander, sede Barrancabermeja.



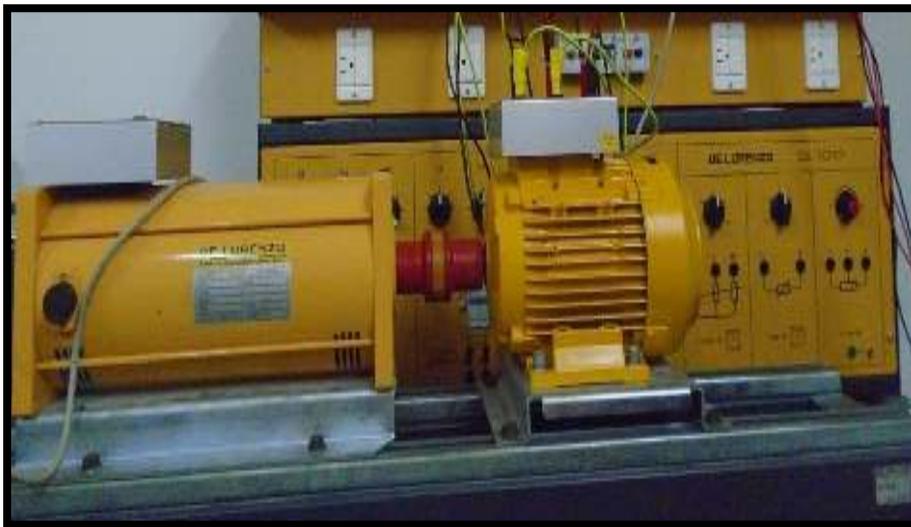
**Fuente:** Elaboración propia

### 2.2.6 Máquinas eléctricas

Son dispositivos que pueden convertir energía mecánica en energía eléctrica o energía eléctrica en energía mecánica. Cuando este dispositivo se utiliza para convertir energía mecánica en energía eléctrica se denomina *generador*, cuando convierte energía eléctrica en energía mecánica se llama motor. Casi todos los motores y generadores útiles convierten la energía de una a otra forma a través de la acción de campos magnéticos.

**NOTA:** Todo el Laboratorio de máquinas eléctricas II de DE LORENZO GROUP, en el cual se realizan las prácticas, fue adquirido por las Unidades Tecnológicas de Santander, sede Barrancabermeja.

**Figura 16.** Máquinas eléctricas DE LORENZO.



**Fuente:** Elaboración propia

## DOCUMENTACIÓN DEL HARDWARE

En esta sección se describe el hardware empleado en el equipo. La selección se realizó basada en las características requeridas para el buen funcionamiento del mismo.

ELABORADO POR:  
Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:  
soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación  
FECHA APROBACION:

## Hardware de adquisición de datos

La tarjeta NI USB 6009 es una tarjeta de adquisición de datos multifuncional para Windows2000/XP/Vista, MAC OS X, LINUX; posee alto rendimiento y alta velocidad de muestreo. Las especificaciones de la tarjeta y el soporte de proveedores externos hacen ideal su uso para un amplio rango de aplicaciones en nuestro caso el de la adquisición de datos, para la industria, laboratorios, control de procesos y automatización de sistemas en las fábricas.

## Características generales

1. Canales de entrada analógica seleccionados por software: 8 canales unipolares y 4 diferenciales.
2. Un convertidor A/D de 14 bits de aproximaciones sucesivas. Y 13 bits de modo diferencial.  
El rango máximo de muestreo de la tarjeta es 5 Mhz.
3. Rangos de entradas analógicas seleccionadas por software:  
Unipolares: }10V.  
Diferenciales: }20V, }10V, }5V, }4V, }2.5V, }2V, }1.25V, }1V.

4. Provee de dos modos de disparo para el A/D: por software y por disparador digital externo.
5. Resolución de entrada: 14 bits en modo unipolar y 13 bits en modo diferencial.
6. Muestreo de tasa máxima: Un canal 48 KS/s, para múltiples canales 42KS/s.
7. Voltaje de trabajo }10V, con una impedancia de entrada de 144K $\Omega$  y una protección de sobretensión de }35V.
8. Cuenta con 8 entradas analógicas y 8 digitales ambas pueden configurarse como entradas o salidas por medio de software además posee 8 salidas digitales con 2 salidas analógicas utilizando un convertidor de aproximaciones sucesivas. [4]

### Conector de entradas y salidas

Hay un bloque de terminales para señales análogas y otra para señales digitales. Los bloques de terminales permiten 16 conexiones para usarlos con alambre 16 AWG a 28 AWG o cable monofónico o estereofónico. En la figura 7, Lista de ubicación de terminales análogos y Lista de terminales digitales.

**Tabla 1.** Lista de asignación de terminales análogos y lista de asignación de terminales digitales.

ASIGNACION DE TERMINALES ANÁLOGAS

ASIGNACION DE TERMINALES DIGITALES

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

MODELO	TERMINAL	SEÑAL, SIMPLE - MODO DE COMPOSICIÓN	SEÑAL MODO DIFERENCIAL	MODELO	TERMINAL	SEÑAL
	1	GND	GND		17	PO.0
	2	A  0	A  0+		18	PO.1
	3	A  4	A  0-		19	PO.2
	4	GND	GND		20	PO.3
	5	A  1	A  1+		21	PO.4
	6	A  5	A  1-		22	PO.5
	7	GND	GND		23	PO.6
		A  2	A  2+		24	PO.7
	9	A  6	A  2-		25	P1.0
	10	GND	GND		26	P1.1
	11	A  3	A  3+		27	P1.2
	12	A  7	A  3-		28	P1.3
	13	GND	GND		29	PFI 0
	14	AO 0	AO 0		30	+2.5 V
	15	AO 1	AO 1		31	+5 V
	16	GND	GND		32	GND

Fuente: Elaboración propia

### Descripción de las señales

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

**GND:** Punto de referencia para las medidas de entrada análoga de simple nodo, voltajes de salida, señales digitales en los conectores de I/O, fuente de +5v y en los +2.5vdc de referencia.

AI<0....7> (entradas análogas): para medidas en modo s-t solo son las entradas del canal análogo en voltaje. En modo diferencial AIO a AI4 son entradas positivas y negativas para las entradas análogas diferenciales del canal 0.

AO0 (salida con referencia en GND): suministra un voltaje de salida para el canal 0.

AO1 (salida con referencia en GND): suministra un voltaje de salida para el canal 1.

P1<0....3> y P0<0....7> (referencia en tierra): Puertos de entradas o salidas digitales. Cada puerto se puede configurar como entrada o salida individualmente. +2.5V (referencia en GND): Referencia externa de 2.5 voltios para prueba en realimentación. +5V (referencia en tierra): Fuente de 5v, a 200mA (salida).

IMPLEMENTAR UN SOFTWARE DE CONTROL DE LA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS DE VARIABLES ELÉCTRICAS QUE PERMITA LA DIGITALIZACIÓN Y VISUALIZACIÓN DE LOS DATOS MEDIDOS EN LA PANTALLA DE UN PC.

### **Lenguaje de programación**

El empleado para la ejecución de este proyecto es un lenguaje de programación que es un sistema de programación gráfica para aplicaciones que involucran adquisición, control, análisis y presentación de datos. Este lenguaje de programación es un entorno de

programación destinado al desarrollo de aplicaciones, similar a los sistemas de desarrollo comerciales que utilizan el lenguaje C o BASIC.

Sin embargo, este software se diferencia de dichos programas en un importante aspecto: los citados lenguajes de programación se basan en líneas de texto para crear el código fuente del programa, mientras que el empleado usa programación gráfica o lenguaje G para crear programas basados en diagramas de bloque. Para el empleo de este lenguaje de programación no se requiere gran experiencia en programación, ya que se emplean iconos, términos e ideas familiares a científicos e ingenieros, y se apoya sobre símbolos gráficos en lugar de lenguaje escrito para construir las aplicaciones.

Por ello resulta mucho más intuitivo que el resto de lenguajes de programación convencionales, permitiendo con esto reducir el tiempo de desarrollo de las aplicaciones, y permitiendo la entrada a la informática a programadores. Este lenguaje de programación es usado principalmente por ingenieros y científicos para tareas de adquisición de datos, control de instrumentos, automatización industrial, domótica, etc. presentando facilidad para el manejo de interfaces de comunicación como puerto serie, puerto paralelo, USB, Bluetooth y demás, con la capacidad de interactuar con otros lenguajes de programación y aplicaciones tales como Matlab/Simulink, AutoCAD, ActiveX, entre otros lenguajes muy usados por los ingenieros y la comunidad científica en general.

Los programas desarrollados mediante este lenguaje de programación se denominan Instrumentos Virtuales (VIs), porque su apariencia y funcionamiento imitan los de un

instrumento real. Sin embargo, son análogos a las funciones creadas con los lenguajes de programación convencionales.

Los *Vis* tienen una parte interactiva con el usuario llamada panel frontal, y otra parte de código fuente llamada diagrama de bloques que además acepta parámetros procedentes de otros *Vis*. A continuación, se realiza una breve descripción de estos conceptos.

### **Panel frontal**

Se trata de la interfaz gráfica del *Vis* con el usuario. Esta interfaz recoge las entradas procedentes del usuario denominadas controles y representa las salidas proporcionadas por el programa denominadas indicadores. Los controles sirven para introducir parámetros al *Vis*, mientras que los indicadores se emplean para mostrar datos producidos, ya sean datos adquiridos o resultados de alguna operación.

**Figura 17.** Panel frontal del lenguaje de programación.



**Fuente:** Elaboración propia.

### Diagrama de bloques

El diagrama de bloques constituye el código fuente del VIs. En el diagrama de bloques es donde se realiza la implementación del programa del VIs para controlar o realizar cualquier procesado de las entradas y salidas que se crearon en el panel frontal. El diagrama de bloques incluye funciones y estructuras integradas en las librerías que incorpora el lenguaje de programación.

En el lenguaje G las funciones y las estructuras son nodos elementales. Son análogas a los operadores o librerías de funciones de los lenguajes convencionales. Los controles e indicadores que se colocaron previamente en el Panel Frontal, se materializan en el diagrama de bloques mediante los terminales. El diagrama de bloques se construye conectando los distintos objetos entre sí, como si de un circuito se tratara.

Los cables unen terminales de entrada y salida con los objetos correspondientes, y por ellos fluyen los datos. Los cables son las trayectorias que siguen los datos desde su origen hasta su destino, ya sea una función, una estructura, una terminal, etc. Cada cable tiene un color o un estilo diferente, lo que diferencia unos tipos de datos de otros. Ver figura 17.

**Figura 18.** Diagrama de bloques del lenguaje de programación-



**Fuente:** Elaboración propia

### **Módulo de medición de variables adquiridas**

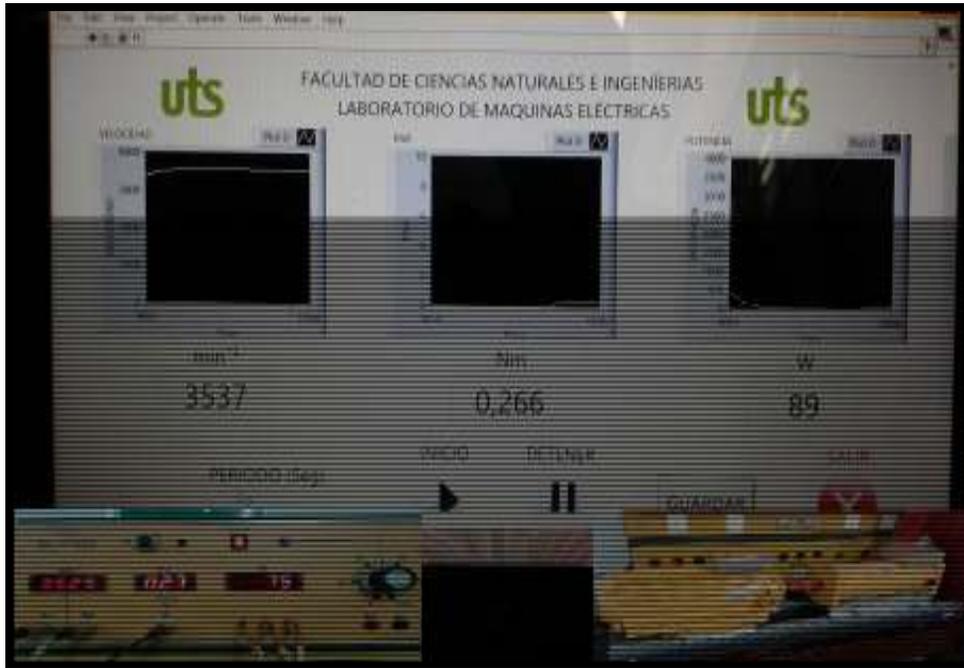
Como se puede apreciar en la figura 9, este VI cuenta con tres indicadores en el panel frontal, con las cuales podemos visualizar las gráficas respectivas que se generan con la adquisición de datos en el ejercicio a realizar. El primer indicador llamado INDICADOR DE MEDIDA DE LA VELOCIDAD O TAQUÍMETRO, esta sección está constituida por un

instrumento digital a cuatro (4) cifras y permite la medida de la velocidad de la máquina en prueba.

El segundo indicador, llamado INDICADOR DE MEDIDA DEL PAR, este instrumento electrónico digital a tres (3) cifras, sirve para medir directamente el par en los frenos o dinamo freno de las maquinas en prueba.

Y por último, el tercer indicador, llamado INDICADOR DE MEDIDA DE LA POTENCIA O VATÍMETRO, esta sección de vatímetro está constituida por un instrumento digital a cuatro (4) cifras e indica la potencia al eje de la máquina en prueba. A continuación, se describen con más detalles estos tres indicadores.

**Figura 19.** Módulo de medición de variables adquiridas



Fuente: Elaboración propia

ELABORADO POR:  
Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:  
soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación  
FECHA APROBACION:

## Indicadores de medida de la potencia mecánica

**Figura 20.** Indicador de medida de la Velocidad, del Par y de la Potencia.



**Fuente:** Elaboración propia

Como se puede observar en la figura 20, este indicador de panel frontal cuenta con los elementos descritos a continuación: botón INICIO: cumple la función de iniciar el ejercicio deseado una vez sea oprimido. Botón DETENER: se utiliza para detener la ejecución del programa sin salir de él, si se presenta algún inconveniente a la hora de realizar el ejercicio. Botón SALIR: cumple la función de detener la ejecución total del programa.

Control numérico PERIODO: controla el número de periodos en segundos que se va a realizar cada ejercicio. Botón GUARDAR: cumple la función de guardar los datos adquiridos en Excel. GRÁFICA: realiza una gráfica de los datos adquiridos en el desarrollo de cada ejercicio.

En esta pestana se encuentra el programa desarrollado con los elementos anteriormente descritos y se visualizarán gráficamente de forma simultánea la medición de los datos adquiridos de velocidad, el par y la potencia en cada ejercicio realizado.

IMPLEMENTAR CUATRO (4) PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS, EMPLEANDO LA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS DE VARIABLES ELÉCTRICAS Y ELABORACIÓN DEL RESPECTIVO MANUAL DE PRÁCTICAS EN EL FORMATO INSTITUCIONAL, DONDE SE INCORPOREN LAS PRÁCTICAS DISEÑADAS.

El presente manual de prácticas de laboratorio establece las pautas que se deben seguir para el desarrollo de las diferentes actividades en la adquisición de datos implementando la tarjeta NI USB 6009 en el Módulo de potencia del laboratorio de máquinas eléctricas II de las Unidades Tecnológicas de Santander, sede Barrancabermeja.

Teniendo en cuenta que este dispositivo de National Instruments USB 6009; es capaz de ejecutar simultáneamente múltiples tareas interactivas; esto quiere decir, que puede adquirir señales analógicas, generar niveles analógicos de salida, contar y desempeñar entradas y salidas digitales, todas al mismo tiempo. Con esta funcionalidad se pueden desarrollar aplicaciones que van desde registros de datos, generación de señales, conteo

de eventos e inclusive control de lazos cerrados y hacer funcionar mecanismos que pueden ser pequeños aparatos o las máquinas más grandes del mundo.

Se puede decir que esta materia juega un papel sumamente importante en muchas industrias, pero con este dispositivo queremos adquirir las tres variables eléctricas del módulo de potencia mecánica; la velocidad, el par frenante y la potencia de las máquinas eléctricas del laboratorio. Son estos elementos con los que los estudiantes tendrán interacción directa al momento de desarrollar las prácticas.

La gran cantidad de campos de aplicación es expresión de la importancia que asume la adquisición de datos en las modernas técnicas de automatización y por lo tanto es imperante la necesidad de capacitar a los estudiantes en esta rama de la mecánica y la electrónica aplicada a la automatización.

**Tabla 2.** Prácticas de laboratorio

<b>IDENTIFICACIÓN</b>	
<b>UNIDAD ACADÉMICA:</b> FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERIA	
<b>ASIGNATURA:</b> LABORATORIO DE MAQUINAS ELECTRICAS II	
<b>UNIDAD TEMÁTICA</b>	PRACTICAS DE LABORATORIO
<b>NORMAS DEL LABORATORIO</b>	

COMPETENCIA	RESULTADOS DE APRENDIZAJE
<p>Conocer las normas que rigen el laboratorio y los formatos requeridos para la evaluación de las prácticas.</p>	<p><b>El estudiante:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conoce las normas institucionales de trabajo en el laboratorio.</li> <li>2. Conoce cada uno de los formatos requeridos para la evaluación de las prácticas del laboratorio.</li> </ol>

<b>ACTIVIDADES</b>
<p>Para dar a conocer las normas, el docente lee y explica las funciones, deberes de los usuarios, derechos de los usuarios, las normas de seguridad y normas de obligatorio cumplimiento. También se presentan los formatos de pre-informe e informe que se emplean para la evaluación de los laboratorios.</p>
<b>REGLAMENTO DE LABORATORIO</b>
<p><b>FUNCIONES DEL LABORATORISTA</b></p> <p>Son funciones de los auxiliares, técnicos e ingenieros encargados de los laboratorios de las Unidades Tecnológicas de Santander, las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Firmar el Paz y Salvo requerido por los estudiantes.</li> <li>2. Ordenar y reubicar los equipos y manuales dentro del laboratorio.</li> <li>3. Facilitar el área física del laboratorio y los implementos para el desarrollo de las prácticas.</li> <li>4. Alistar el laboratorio para dar inicio a las labores académicas.</li> </ol>

5. Elaborar las normas adecuadas que permitan compartir las responsabilidades con los docentes, usuarios del laboratorio y el laboratorista.
6. Recopilar y unificar los pedidos de las necesidades semestrales de las asignaturas que se ofrezcan en el laboratorio y remitirlas a la Coordinación o Departamento respectivo para mantener los materiales necesarios para las prácticas.
  1. Revisar periódicamente el estado del laboratorio, de los materiales y equipos que en allí se encuentren, notificando inmediatamente a la Coordinación o Departamento respectivo, en caso de observar algún deterioro, desperfecto o falta de alguno de ellos.
  2. Recibir los materiales y equipos que ingresen al laboratorio, firmando el cargo correspondiente.
  3. Elaborar un inventario de equipos y materiales existentes en el laboratorio, cada fin de semestre académico y remitirlo a las instancias respectivas.
  4. Velar por el cumplimiento de las normas de trabajo de obligatorio cumplimiento y de las normas de seguridad dentro del laboratorio.
  5. Mantener el laboratorio aseado, en perfecto estado las herramientas, equipos y módulos de trabajo, es decir, en óptimas condiciones para realizar las prácticas en forma eficiente.
  6. Proporcionarle al docente y a los estudiantes de la asignatura, los materiales y el equipo necesario para la realización de las prácticas respectivas.
  7. Custodiar los elementos y equipos de los laboratorios.
  8. Realizar mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos existentes en el laboratorio.
  9. Brindar un eficiente, oportuno y amable servicio a los estudiantes.
  10. Coordinar y planificar en conjunto con el jefe inmediato el servicio general de los laboratorios y/o talleres de los respectivos programas.
  11. Coordinar y planificar los horarios de los servicios de laboratorios.
  12. Reintegrar al almacén general de la institución el equipo, o enseres que del laboratorio sean dados de baja de acuerdo con la autorización del jefe inmediato.
  13. Retirar del almacén general los pedidos que para su dependencia se haya hecho.

14. Colaborar con la organización de las muestras técnicas y de divulgación que la institución realice o participe respectivamente.
15. Sugerir los cambios y las modificaciones que crea conveniente para el funcionamiento y la modernización del laboratorio que se tiene a cargo.
16. Al finalizar la práctica, se debe verificar que los equipos, estén en perfectas condiciones.
17. Responder por las herramientas y equipos del laboratorio a cargo.
18. Colaborar en la instalación e implementación de equipos y máquinas adquiridas por la institución para la actualización de los módulos de trabajo.
19. Resolver dudas pertinentes a las prácticas que se estén realizando en ausencia del docente.
20. Las demás funciones que le sean asignadas por el superior inmediato acorde con la naturaleza del cargo.

#### **DERECHOS DE LOS USUARIOS**

Son derechos de los usuarios de un laboratorio de las UTS los siguientes:

1. Utilización de los recursos disponibles para préstamo dentro de los horarios establecidos.
2. El usuario tendrá derecho a solicitar asesoría en el momento que lo requiera y será brindada por el auxiliar encargado o por el profesor de la materia.
3. El usuario dispondrá del servicio para uso exclusivo de su formación académica.
4. Las solicitudes de servicio de soporte técnico o soporte al usuario se harán directamente a la persona encargada de la atención y registro de estos requerimientos y podrán efectuarse mediante solicitud verbal de acuerdo con los procedimientos establecidos por el reglamento del laboratorio respectivo.
5. Los equipos y materiales que van a utilizar los docentes y estudiantes deben encontrarse en perfecto orden y aseo.

6. Préstamo de los elementos o equipos necesarios para realizar las practicas del laboratorio.
7. Solicitar el buen estado de los elementos, equipos y bancos de trabajo.
8. La disponibilidad de los laboratorios en los horarios estipulados.
9. Exigir la verificación del funcionamiento de los equipos y elementos solicitados.
10. La explicación por parte del docente de la correcta manipulación de los equipos.
11. Los estudiantes tienen derecho a la clase práctica, orientada por el docente y el conocimiento con anterioridad de las prácticas a realizar.
12. Recibir un trato cortés según los principios básicos de las relaciones humanas.
13. Recibir las advertencias necesarias que le permitan trabajar cumpliendo todas las normas de obligatorio cumplimiento y de seguridad que disponga cada laboratorio según su reglamento interno.
14. El estudiante para solicitar el préstamo de equipos y elementos dispone de 15 minutos después del inicio del laboratorio.
15. Solicitar el permiso correspondiente si tuviera que ausentarse o no asistir, siempre y cuando sea por una causa justificada.

### **DEBERES DE LOS USUARIOS**

Son deberes de los usuarios de los laboratorios de las UTS los siguientes:

1. El usuario deberá comprometerse a dar un trato adecuado a los equipos, hardware, software, muebles y elementos que hagan parte del laboratorio, respetando y acatando las normas establecidas en el presente reglamento.
2. Todo usuario de un laboratorio deberá al momento de solicitar el servicio presentar el documento que lo acredite como usuario, ya sea carné de estudiante, de empleado de las UTS, o cedula de ciudadanía cuando se trate de algún tipo de convenio interinstitucional.

3. Todo usuario se hace responsable ante las UTS por los daños que se ocasionen a los equipos, muebles y enceres durante el tiempo de su utilización.
4. El usuario recibirá el equipo en perfectas condiciones; si detecta cualquier irregularidad en el funcionamiento, daño o faltante de algún elemento propio del equipo, deberá reportarlo inmediatamente antes de hacer uso de este.
5. Queda rotundamente prohibido a cualquier usuario utilizar los equipos para prácticas o fines diferentes a aquellos para los cuales fueron prestados por la institución, haciéndose además responsable del deterioro de los equipos por uso negligente, así como de cualquier tipo de lesión en su persona o en terceros que pueda derivarse de estos actos.
6. El usuario deberá presentarse a los laboratorios de las UTS vistiendo las ropas adecuadas y cumpliendo con los requisitos de seguridad industrial necesarios para realizar la práctica académica en cada laboratorio; la institución y el laboratorio no asumen responsabilidades por la omisión, desconocimiento o violación de esta regla por parte de sus usuarios.

#### **DE LOS ESTUDIANTES**

1. Dejar en perfecto orden y aseo todos los equipos, materiales, y manuales utilizados en la práctica.
2. Pagar o reponer en caso de pérdida o daño el (los) material(es) y equipo(s) que se encontraban a su cargo durante la práctica.
3. Debe mantener el orden y la disciplina durante la práctica.
4. Debe hacer un buen uso de los equipos y materiales a su cargo durante las prácticas de laboratorio.
5. Preservar, cuidar y mantener en buen estado el material de enseñanza, instalaciones, equipos, dotación y bienes de los laboratorios.

6. Cumplir con las normas de respeto y convivencia para el logro de una formación integral.
7. Cumplir con las normas de seguridad del laboratorio que disponga cada laboratorio según su reglamento interno.
8. En caso de no conocer el manejo de los equipos es necesario pedir las instrucciones pertinentes antes de realizar cualquier conexión y de usarlos.
9. Cuidar lo que se conserve bajo su cuidado o a lo cual tenga acceso, así como impedir o evitar la sustracción, destrucción, ocultamiento y utilización indebida de los equipos que se encuentren en el laboratorio.
10. Verificar antes de iniciar una práctica el estado de su puesto de trabajo y del equipo a utilizar en la experiencia.
11. Tratar con respeto, imparcialidad y rectitud a las personas con que tenga relación por razón del servicio.
12. Avisar inmediatamente al asistente, o persona encargada de las salas acerca de las anomalías que se presenten en los equipos.
13. Informar al docente o encargado del laboratorio sobre el mal uso que otros usuarios hagan de los equipos.
14. Acatar las instrucciones de la persona encargada del laboratorio y respetar sus decisiones de acuerdo con lo dispuesto en este reglamento.

#### **DE LOS DOCENTES**

1. Durante la primera práctica deberán dar las indicaciones a los estudiantes, referentes al buen uso del material y equipos de laboratorio, así como de sus deberes, obligaciones y cumplimiento de las normas de seguridad dentro del laboratorio.
2. Dar las indicaciones necesarias para la realización de las prácticas de laboratorio y la explicación para su ejecución.
3. Durante las prácticas de laboratorio, por ningún motivo deben abandonar a los estudiantes a su

cargo, ni ocupar el tiempo de las prácticas en las actividades ajenas a las mismas.

4. Dar la explicación respectiva de la práctica a realizar, así como también la aclaración de las dudas que tengan los estudiantes.

#### **NORMAS DE OBLIGATORIO CUMPLIMIENTO**

Se establecen las siguientes normas de estricto cumplimiento:

1. Cumplir con el horario de laboratorio establecido, para la realización de las prácticas.
2. Está prohibido el ingreso de comidas, bebidas, cigarrillos a los laboratorios.
3. Está prohibido el ingreso de estudiantes en pantaloneta, bermuda, sandalias o en chancas a los laboratorios.
4. Tendrán acceso al laboratorio los estudiantes que se encuentren debidamente matriculados en el período académico correspondiente.
5. Para préstamo de equipos y/o elementos del laboratorio se debe presentar carnet debidamente estampillado.
6. Para el inicio de la práctica de laboratorio debe estar presente el docente de la asignatura quien se hará responsable de la sala.
7. Está prohibido facilitar o propiciar el ingreso al laboratorio de personas no autorizadas.
8. En lo posible, el docente y el encargado deben permanecer todo el tiempo en el laboratorio, durante la realización de las prácticas.
9. Quince (15) minutos después de iniciar la práctica de laboratorio no se permite el ingreso de estudiantes al aula.
10. Después de quince (15) minutos de haber comenzado la práctica de laboratorio no se despachará ninguna lista de pedido de equipos y/o elementos a los estudiantes (seguridad del laboratorio).
11. Quince (15) minutos antes de la hora prevista para la terminación de la práctica de laboratorio, el

estudiante debe devolver los equipos y/o elementos dados en préstamo.

12. El material asignado a cada práctica debe permanecer en el mismo lugar. No se debe coger material destinado a prácticas distintas a la que se está realizando.
13. En caso de dudas en el momento de conectar un equipo, se debe preguntar a la persona indicada, así se evitará el pago innecesario.
14. El estudiante debe seguir los pasos establecidos por el docente para la práctica.
15. Se permite el uso del laboratorio si está autorizado por el Coordinador del programa o el laboratorista a cargo.
  
16. Todo estudiante debe estar debidamente preparado para la realización de la práctica.
17. La ausencia injustificada de una práctica de laboratorio se calificará con cero, cero (0,0).
18. La no presentación del pre-informe y del informe el día de la práctica se calificará con cero (0.0).
19. Cada equipo de trabajo es responsable del material que se le asigne, en caso de pérdida o daño deberá responder por ello. Antes de empezar con el procedimiento experimental o utilizar algún aparato, revisar todo el material, y en caso de desconocer su funcionamiento pregunte al docente o al encargado del laboratorio.
20. La pérdida o deterioro por mal uso de un elemento, aparato o equipo, se cobra al estudiante responsable. En caso de no encontrarse un responsable único, el grupo de la práctica correspondiente asumirá la responsabilidad y cubrirá los costos de reparación o de sustitución del equipo.
21. No se permite el traslado de computadores, sillas o de cualquier otro material o equipo que se encuentre en el laboratorio, sin la debida autorización del funcionario encargado del mismo.
22. Al finalizar la práctica el material y la mesa de trabajo deben dejarse limpios y ordenados.
23. En los laboratorios con computadores, estos son para uso exclusivamente académico, evite instalar programas de índoles ajenas a las de la academia.
24. En los laboratorios con computadores, se prohíbe la utilización de software que no esté amparado legalmente mediante la respectiva licencia para la Universidad.

25. Se prohíbe el cambio de la configuración del software instalado.

### CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE ASIGNATURAS DE LABORATORIO

Para evaluar los laboratorios se consideraran los siguientes instrumentos con sus respectivos porcentajes: **Pre informes y/o quices (20%), Informes (40%), Parcial Escrito y/o práctico (40%).**

1. **Pre informe y/o quiz:** Para la revisión de los conceptos previos se evaluará con el pre informe o un quiz. El pre informe se presenta al iniciar cada experiencia, es un documento escrito a mano que se elabora teniendo en cuenta la información suministrada en el manual de guías de laboratorio. En el pre informe el equipo de trabajo refleja lo que va a ser su actividad en la práctica del día. A continuación se presenta el formato para la elaboración del pre-informes:



**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER**  
**FORMATO DE PREINFORME DE LABORATORIO**

**IDENTIFICACION**

**PRACTICA N°:** El número que identifica la práctica

**NOMBRE DE LA PRÁCTICA:** El título debe ser conciso, pero completo, en forma tal, que se entienda claramente el objeto del experimento. Por ejemplo: “Medición de voltaje de DC”.

**FECHA:**

**INTEGRANTES**

**NOMBRE:** Los estudiantes que conforman el equipo de trabajo

**CODIGO:**

**NOMBRE:**

**CODIGO:**

**NOMBRE:**

**CODIGO:**

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

**EL PROGRAMA:** El programa académico que estudia; por ejemplo, por ejemplo: “E111”  
“ Tecnología Electromecánica”

**GRUPO:** El grupo de la asignatura;

**No. GRUPO:** El grupo que lo identifica dentro del laboratorio.

**DOCENTE:**

Es un número de 1 a 7.

#### RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Son los resultados de aprendizaje trabajados desde el programa de asignatura.

#### MARCO TEORICO

En este espacio se describen las leyes, principios y teorías en las que se basa y se fundamenta la práctica a desarrollar.

#### MATERIALES Y EQUIPOS

Aquí se relacionan todos los materiales a utilizar durante el desarrollo de la práctica.

#### PROCEDIMIENTO (MONTAJE Y EJECUCIÓN)

En este espacio se debe realizar un resumen del procedimiento de la práctica, deberá hacerse en diagrama de flujo, mapa conceptual y dibujo del montaje o simulación.

#### NOTA DE SEGURIDAD

Hace referencia a los cuidados que se deben tener de los equipos y/o materiales del laboratorio.

También el cuidado que se debe tener con los altos voltajes y corrientes que se usan en algunas prácticas.

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Para reportar un libro texto, escriba en su orden y teniendo en cuenta los signos de puntuación, los siguientes elementos: Autor, número de edición, lugar de publicación, nombre de la editorial, año de publicaciones, paginación. Ejemplo;

ALARCON CREUS, José. Tratado practico de refrigeración automática. México: Alfa omega grupo editor, S.A., 12° edición, 2000.

Otras variables para tener en cuenta, en el momento de la evaluación de los laboratorios son: la puntualidad, el trabajo en equipo, el comportamiento y seguimiento de las normas de seguridad, el manejo y destreza para realizar los diferentes montajes. Estos criterios se consideran dentro de la nota del pre informe.

**2. El informe:** Se entrega una semana después de haber realizado la práctica. Es un documento escrito a mano. Existen varios formatos para reportar los resultados de un experimento, las secciones que se indican a continuación son aquellas que se encuentran en la mayoría de los artículos que se publican. A continuación se presenta el formato para la elaboración del informe.



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 98

DE 203

VERSIÓN: 01



**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER**

**FORMATO INFORME DE LABORATORIO**

### IDENTIFICACIÓN

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

**PRACTICA N°:** El número que identifica la práctica

**NOMBRE DE LA PRÁCTICA:** El título debe ser conciso, pero completo, en forma tal, que se entienda claramente el objeto del experimento. Por ejemplo: "Carga específica del electrón".

**FECHA:**

### INTEGRANTES

**NOMBRE:** Los estudiantes que conforman el equipo de trabajo

**CODIGO:**

**NOMBRE:**

**CODIGO:**

**NOMBRE:**

**CODIGO:**

**EL PROGRAMA:** El programa académico que estudia; por ejemplo, "Tecnología Electromecánica"

**GRUPO:** El grupo de la asignatura; por ejemplo: "AO55, CO43"

**No. GRUPO:** El grupo que lo identifica dentro del laboratorio.

**DOCENTE:**

Es un número de 1 a 12.

### RESUMEN

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

El resumen debe indicar la finalidad del experimento y presentar en forma breve pero muy clara en qué consiste la práctica realizada (máximo 5 renglones). **Nota:** esta parte debe ser elaborada por el estudiante con sus propios análisis y argumentos.

### TABLAS DE DATOS Y GRAFICAS

Los datos se refieren a aquellas cantidades que se derivan de mediciones y que se han de utilizar en el proceso de los cálculos. En esta sección se muestran los resultados obtenidos. Los gráficos y tablas que se muestren deben estar numerados y tener una leyenda o título, o sea, deben estar identificados.

Los resultados deben presentarse preferiblemente en forma de gráficos, sin embargo, si se requiere se hace necesario la inclusión de las tablas de datos. Los datos del experimento deben estar diferenciados de otros datos que puedan incluirse para comparación y tomados de otras fuentes. Si en el laboratorio no se hacen mediciones, es decir, se basa en observaciones solamente, entonces se realizan las anotaciones a cerca del desarrollo de la experiencia.

### EVALUACION Y CALCULOS

En este espacio el estudiante responde el cuestionario propuesto por el docente. Este cuestionario le ayuda a obtener las conclusiones y a realizar el análisis de resultados de la experiencia. La evaluación debe ser contestada apoyándose en la bibliografía consultada y en la ejecución de la experiencia.

En esta parte también se deben mostrar las ecuaciones utilizadas y los cálculos realizados. Todos los símbolos deben definirse en el momento en que aparecen por primera vez. Los resultados deben ser claros y precisos que indiquen lo que el estudiante pudo observar, no lo que los libros dicen, que se ha debido observar.

### ANALISIS DE RESULTADOS Y/O ANALISIS DE GRAFICAS

En este espacio se describe la relación (contrastación) entre los resultados obtenidos en la práctica y la teoría expuesta en los libros de textos o en el aula de clases, si hay discrepancia respecto a los valores aceptados o esperados, se deben indicar las causas y algunas sugerencias que puedan mejorar el método experimental.

La discusión de resultados generalmente suele corresponder a un argumento lógico, basado en los resultados y no una repetición de estos. En ocasiones, puede ser útil, comparar los resultados obtenidos con los reportados en la literatura, mirar si hay discrepancia respecto a los valores aceptados o esperados, indicando las causas y algunas sugerencias que puedan mejorar el método experimental.

Otros aspectos a tratar son las dificultades encontradas durante la realización del experimento que hayan podido influir en los resultados, si son o no válidas las aproximaciones hechas, son entre otros, temas que también pueden tratarse como discusiones de resultados.

### OBSERVACIONES

Se pretende realizar observaciones que mejoren la práctica o aquellos detalles de los cuales se percató cuando realizó la experiencia y que pueden ser importantes en la obtención de los resultados.

### CONCLUSIONES

Debe hacerse una síntesis breve de los conocimientos verificados y de lo aprendido al cumplir con los objetivos de la práctica. De ninguna manera serán fragmentos copiados de texto o conclusiones extraídas de otras experiencias realizadas.

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Para reportar un libro texto, escriba en su orden y teniendo en cuenta los signos de puntuación, los siguientes elementos: Autor, número de edición, lugar de publicación, nombre de la editorial, año de publicaciones, paginación. Ejemplo;

ALARCON CREUS, José. Tratado practico de refrigeración automática. México: Alfa omega grupo editor, S.A., 12° edición, 2000.

**NOTA IMPORTANTE:** El docente en la primera clase deberá socializar los criterios de evaluación planteados en el Plan de Asignatura y también, motivar y explicar la importancia de la puntualidad, la disciplina en el desarrollo de la práctica y del cumplimiento de las normas del laboratorio para alcanzar los resultados de aprendizaje previstos para la asignatura. Además explicará a los estudiantes los formatos con un ejemplo elaborado. En los laboratorios que usen software, el docente debe capacitar a los estudiantes para que lo implementen de forma correcta en las prácticas.

**3. Inasistencia:** La inasistencia a una práctica de laboratorio, automáticamente descalifica el pre informe y el informe, por lo que se asume que no presenta ninguna de estas evidencias, obteniendo una nota de 0.0 (cero punto cero) en cada uno de ellos. Para recuperar una práctica el estudiante debe presentar la incapacidad del médico de la EPS y el VoBo del Coordinador del Programa. Para presentar la excusa y recuperar la experiencia el estudiante cuenta con 8 días (una semana) contados a partir del día de la clase.

**4. El parcial escrito:** Se hace teniendo como referente los resultados de aprendizaje y las habilidades previstas en cada práctica de laboratorio. Se diseñan en los formatos de evaluación de las asignaturas teóricas. Se presenta de manera individual o grupal. Esta evaluación puede ser teórica, teórico – práctica, o una evaluación tipo problema con datos de laboratorio. Este examen tiene un valor del 40% del corte, se hace uno solo y comprende las prácticas realizadas antes de la fecha del parcial.



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 103

DE 203

VERSIÓN: 01

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

<b>UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERIA</b>	
<b>ASIGNATURA: LABORATORIO DE MAQUINAS ELECTRICAS II</b>	
<b>UNIDAD TEMÁTICA</b>	
<b>PRÁCTICA No. 1</b>	<b>ADQUISICIÓN DE DATOS DE LA VARIABLE DEL PAR FRENANTE EN EL MOTOR TRIFÁSICO DL 1019M</b>
<b>COMPETENCIA</b>	<b>RESULTADOS DE APRENDIZAJE</b>
Conectar y adquirir los datos con la tarjeta NI USB 6009 en un motor trifásico (DL 1019M).	<p><b>El estudiante:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica el programa para la adquisición de datos en los motores eléctricos.</li> <li>Interactúa con el programa para la adquisición de datos de las variables eléctricas en los motores.</li> <li>Realiza la adquisición y tomas de resultados de las diferentes pruebas.</li> </ul>
<b>MATERIALES Y EQUIPOS</b>	
<p><b>1. Grupo de accionamiento, compuesto de:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1.1 Motor trifásico DL 1019M</li> <li>1.2 Módulo de alimentación A/C y D/C</li> <li>1.3 Modulo de medida de la potencia mecánica</li> <li>1.4 Modulo de medida de la potencia eléctrica</li> <li>1.5 Módulo de Protección eléctrica</li> <li>1.6 Base universal DL 1013A</li> </ul>	
<p><b>2. Tarjeta DAQ NI USB 6009, compuesta de:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1 Cable USB</li> <li>2.2 Cables de conexión a las boquillas</li> <li>2.3 CD con instalador de software DAQ USB 6009</li> <li>3. CD con instalador software de National Instruments</li> <li>4. Computador</li> </ul>	

1.7 Celdas de carga DL 2006E

1.8 Acoples

### SEGURIDAD EN EL TRABAJO

#### NORMAS BÁSICAS EN EL LABORATORIO:

1. Quítese todos los accesorios personales que puedan producir atrapamientos, como son anillos, pulseras, collares, etc. La responsabilidad por las consecuencias de no cumplir esta norma dentro del laboratorio es enteramente del estudiante.
2. Está prohibido fumar, beber o comer en el laboratorio, así como dejar encima de la mesa del laboratorio algún tipo de prenda.
3. El pelo largo se llevará siempre recogido.
4. Evite los desplazamientos innecesarios dentro del aula y no corra dentro de ella.
5. Si presenta dudas acerca del montaje de alguna de las prácticas, consulte con el profesor o el auxiliar encargado antes de la realización de la experiencia.
6. Es importante que antes del inicio, se haya leído la guía y realizado el preinforme, siguiendo a cabalidad las recomendaciones de seguridad para la experiencia.
7. Manipule los equipos de manera responsable y cuidadosa.
8. Si alguno de los equipos presenta anomalías, apáguelo y repórtelo inmediatamente.
9. No encienda las fuentes, hasta que no esté seguro de las conexiones realizadas.
10. No se permitirá el ingreso de bolsos al aula.
11. Sobre la mesa de trabajo solo debe hallarse el equipo requerido para llevar a cabo la práctica.
12. El personal deberá emplear con carácter "**OBLIGATORIO**" el equipo de ropa de Trabajo, como así también de protección personal que le sea entregado para el desarrollo de su tarea.

**13. ORDEN Y LIMPIEZA:** Es obligación de todo el personal mantener el orden y la limpieza de los lugares de trabajo, antes, durante y después de la ejecución de cualquier tarea, con el objeto de prevenir cualquier situación que pudiera generar accidentes. El responsable del sector tomara todas las medidas que correspondan con el objeto de asegurar el cumplimiento de este punto.

**NOTA IMPORTANTE:** El control del cumplimiento de las NORMAS DE SEGURIDAD E HIGIENE, estará a cargo de la línea normal jerárquica, de la misma manera que se cumple para cualquier tarea realizada en el establecimiento.

#### **NORMAS ESPECÍFICAS AL TRABAJAR EN EL MODULO CON LA TARJETA**

- Ajustar firmemente todos las celdas y cables, pero sin violencia.
- Conectar la tarjeta DAQ, únicamente si lo indica el profesor.
- Cuidar de no realizar inadecuadas conexiones, recordando que es un dispositivo electrónico.
- Precaución por el manejo de alto voltaje y tensión de corriente.
- Siempre instalar la guarda en los acoples de los motores eléctricos.

#### **ACTIVIDAD ANTES DE CLASE**

##### **PREINFORME**

1. ¿Qué es el freno electromagnético y cuáles son sus principios físicos y sus partes?
2. Procedimiento de medida del par.
3. Condiciones de carga al motor de prueba.

4. Consultar las unidades del Par.
5. Consultar funcionamiento del motor trifásico.
6. Consultar que es una tarjeta de Adquisición de datos (partes, funcionamiento, aplicaciones...)
7. Consultar las características y funciones de la tarjeta DAQ USB 6009.
8. interpretación de la graficas adquiridas

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

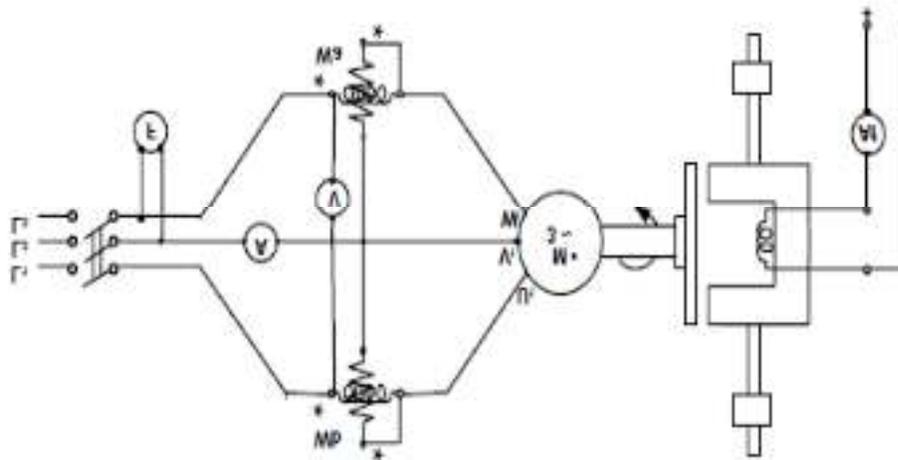
FECHA APROBACION:

**ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

El diseño propuesto para la práctica, es el siguiente:

ESQUEMA ELECTRICO, para la prueba con freno electromagnético:

El propósito de la prueba es el de determinar el rendimiento efectivo del motor con una medida directa: el motor viene cargado con un freno electromagnético dotado de brazos y pesos de medida.



**NOTA:** Considerados los datos de la placa del motor en prueba, resulta conveniente conectar los embobinados del estator en estrella.

**EVALUACION**

1. ¿Qué datos se necesitan para determinar la característica del par frenante?
2. ¿Grafica el par frenante según los datos adquiridos?
3. ¿Qué indica la gráfica adquirida?
4. ¿Qué ocurre si variamos el periodo de adquisición de datos?
5. Conclusiones y observaciones.

**BIBLIOGRAFÍA**

LI, H. (1998). Information-Technology-Based Tools for Reengineering Construction Engineering Education. *Computer Applications in Engineering Education*, 6, pp. 15-21.

DE LORENZO. Group. Manual de instrucciones. V. le Romagna, 20 – 20089. Italia.

Web site: [WWW.delorenzogroup.com](http://WWW.delorenzogroup.com)

Web site: [www.nationalinstruments.com](http://www.nationalinstruments.com)



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 110

DE 203

VERSIÓN: 01



ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

<b>UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERIA</b>	
<b>ASIGNATURA: LABORATORIO DE MAQUINAS ELECTRICAS II</b>	
<b>UNIDAD TEMÁTICA</b>	
<b>PRACTICA No. 2</b>	<b>ADQUISICIÓN DE DATOS DE LA VARIABLE PAR EN EL MOTOR TRIFÁSICO ASINCRONO JAULA DE ARDILLA DL 1021</b>
<b>COMPETENCIA</b>	<b>RESULTADOS DE APRENDIZAJE</b>
Conectar y adquirir los datos con la tarjeta NI USB 6009 en un motor trifásico asíncrono a jaula de ardilla DL 1021.	<p><b>El estudiante:</b></p> <p>Identifica el programa para la adquisición de datos en los motores eléctricos.</p> <p>Interactúa con el programa para la adquisición de datos de las variables eléctricas en los motores.</p> <p>Realiza la adquisición y tomas de resultados de las diferentes pruebas.</p>
<b>MATERIALES Y EQUIPOS</b>	
<p><b>1. Grupo de accionamiento, compuesto de:</b></p> <p>1.1 Motor trifásico asíncrono a jaula de ardilla DL 1021</p> <p>1.2 Módulo de alimentación A/C y D/C</p> <p>1.3 Modulo de medida de la potencia mecánica</p>	<p><b>2. Tarjeta DAQ NI USB 6009, compuesta de:</b></p> <p>2.1 Cable USB</p> <p>2.2 Cables de conexión a las boquillas</p> <p>2.3 CD con instalador de software DAQ USB 6009</p>

- |   |   |
|---|---|
| 1.4 Modulo de medida de la potencia eléctrica | 3. CD con instalador software de National Instruments |
| 1.5 Módulo de Protección eléctrica            | 4. Computador   |
| 1.6 Base universal DL 1013A                   |   |
| 1.7 Celdas de carga DL 2006E                  |   |
| 1.8 Acoples                                   |   |

### SEGURIDAD EN EL TRABAJO

#### NORMAS BÁSICAS EN EL LABORATORIO:

1. Quítese todos los accesorios personales que puedan producir atrapamientos, como son anillos, pulseras, collares, etc. La responsabilidad por las consecuencias de no cumplir esta norma dentro del laboratorio es enteramente del estudiante.
2. Está prohibido fumar, beber o comer en el laboratorio, así como dejar encima de la mesa del laboratorio algún tipo de prenda.
3. El pelo largo se llevará siempre recogido.
4. Evite los desplazamientos innecesarios dentro del aula y no corra dentro de ella.
5. Si presenta dudas acerca del montaje de alguna de las prácticas, consulte con el profesor o el auxiliar encargado antes de la realización de la experiencia.
6. Es importante que antes del inicio, se haya leído la guía y realizado el preinforme, siguiendo a cabalidad las recomendaciones de seguridad para la experiencia.
7. Manipule los equipos de manera responsable y cuidadosa.
8. Si alguno de los equipos presenta anomalías, apáguelo y repórtelo inmediatamente.
9. No encienda las fuentes, hasta que no esté seguro de las conexiones realizadas.
10. No se permitirá el ingreso de bolsos al aula.
11. Sobre la mesa de trabajo solo debe hallarse el equipo requerido para llevar a cabo la práctica.

**12.** El personal deberá emplear con carácter “**OBLIGATORIO**” el equipo de ropa de Trabajo, como así también de protección personal que le sea entregado para el desarrollo de su tarea.

**13. ORDEN Y LIMPIEZA:** Es obligación de todo el personal mantener el orden y la limpieza de los lugares de trabajo, antes, durante y después de la ejecución de cualquier tarea, con el objeto de prevenir cualquier situación que pudiera generar accidentes. El responsable del sector tomara todas las medidas que correspondan con el objeto de asegurar el cumplimiento de este punto.

**NOTA IMPORTANTE:** El control del cumplimiento de las **NORMAS DE SEGURIDAD E HIGIENE**, estará a cargo de la línea normal jerárquica, de la misma manera que se cumple para cualquier tarea realizada en el establecimiento.

#### **NORMAS ESPECÍFICAS AL TRABAJAR EN EL MODULO CON LA TARJETA**

- Ajustar firmemente todos las celdas y cables, pero sin violencia.
- Conectar la tarjeta DAQ, únicamente si lo indica el profesor.
- Cuidar de no realizar inadecuadas conexiones, recordando que es un dispositivo electrónico.
- Precaución por el manejo de alto voltaje y tensión de corriente.
- Siempre instalar la guarda en los acoples de los motores eléctricos.

#### **ACTIVIDAD ANTES DE CLASE**

#### **PREINFORME**

1. ¿Qué es el freno electromagnético y cuáles son sus principios físicos y sus partes?
2. Procedimiento de medida del par.

3. Condiciones de carga al motor de prueba.
4. Consultar las unidades del Par.
5. Consultar funcionamiento del motor asíncrono trifásico a jaula de ardilla
6. Consultar que es una tarjeta de Adquisición de datos (partes, funcionamiento, aplicaciones...)
7. Consultar las características y funciones de la tarjeta DAQ USB 6009.
8. interpretación de la graficas adquiridas.

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

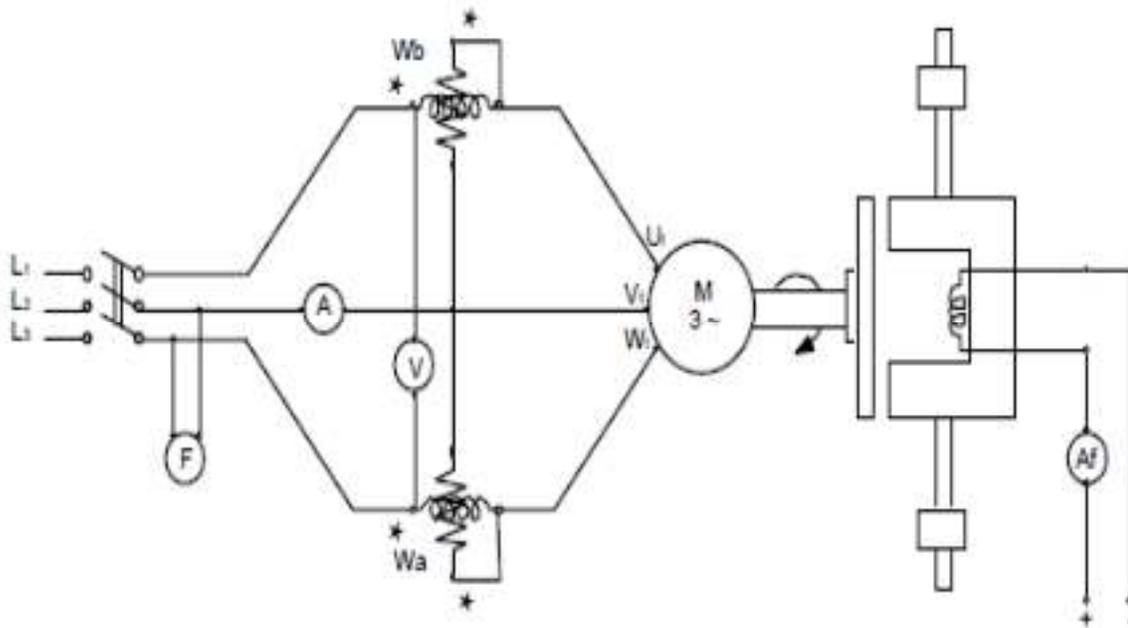
FECHA APROBACION:

**ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

El diseño propuesto para la práctica, es el siguiente:

ESQUEMA ELECTRICO, para la prueba con freno electromagnético:

El objetivo es determinar el rendimiento efectivo del motor con una medida directa, el motor se carga con un freno electromagnético equipado de brazos y pesas de medida.



ELABORADO POR:  
Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:  
soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación  
FECHA APROBACION:

El diseño propuesto para la práctica, es el siguiente:

ESQUEMA TOPOGRÁFICO, para la prueba con freno electromagnético:

ELABORADO POR:

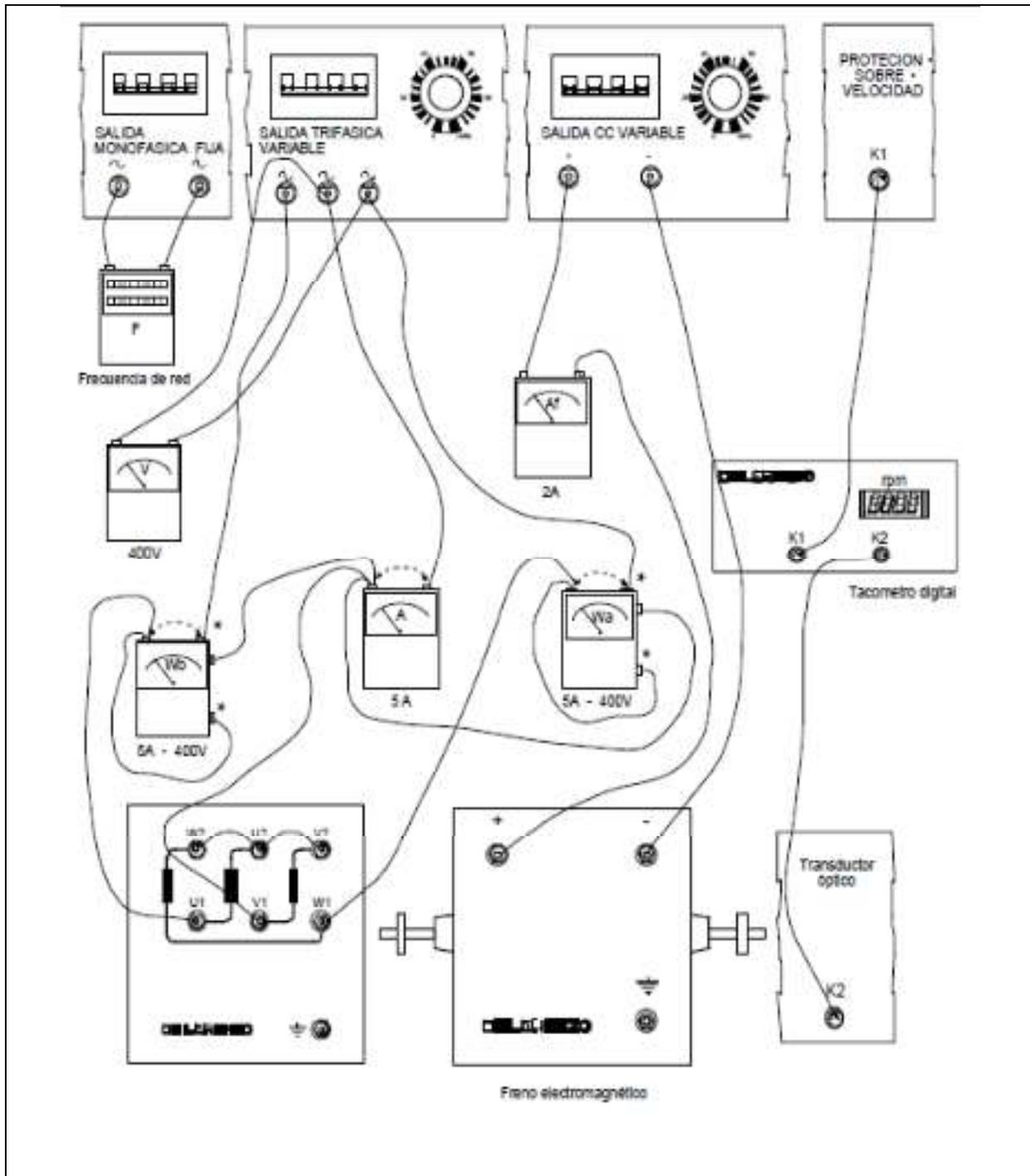
Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:



ELABORADO POR:  
Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:  
soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación  
FECHA APROBACION:

**Fases de trabajo**

1. Preparar el material didáctico
2. Colocar los elementos según el esquema topográfico del circuito
4. Pedir al profesor que examine el circuito
5. Conectar la tarjeta NI USB 6009
5. Adquirir los datos del ejercicio propuesto
6. Desmontar el circuito

**Nota**

El ejercicio trata de la adquisición de datos de la variable del par frenante en el motor DL 1019M, para evitar averías en el dispositivo y obtener los mejores resultados, se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones;

1. Shuntar las bobinas amperimétricas de los instrumentos (conexión siguiendo línea marcada) en forma a proteger los mismos contra los picos de corriente de arranque.
2. Efectuar el equilibrio inicial del freno electromagnético llevando los pesos de medida G al inicio de la graduación del propio brazo y mover los contrapesos CP hasta equilibrar la burbuja. Bloquear el contrapeso CP, que no debe ser movido durante P la prueba.

Calcular las condiciones de carga.

3. Activar el interruptor de la salida trifásica.  
Regular el variador hasta obtener la tensión nominal al estator.

Controlar que el motor gire en el sentido correcto con referencia a la posición del peso de medida G.

Levantar los cables de corto-circuito.

- Fijar los pesos de medida G en la posición del brazo correspondiente a la posición programada de carga máxima.

- Parar el interruptor de la salida continua y activar la excitación del freno.
  - Regular el variador de la continua para la excitación del electroimán en forma de reportar el freno en las condiciones de equilibrio.
  - Controlar la corriente de excitación con el amperímetro Af.
  - Releva la velocidad de rotación y anotar las indicaciones de los instrumentos.
  - Variando la posición de los pesos de medida G se realizan las otras condiciones de carga y se prevee de reequilibrar cada vez el freno actuando en la excitación relevando los datos de los instrumentos.
4. Abrir el interruptor de la salida trifásica para parar el motor y desexcitar el freno.

Según la tabla de datos relevados, ajustar:

a	G (N)	b (m)	C (Nm)	div	K (A/div)	I (A)	K (W/div)	WA (div)	WB (div)	Pa (W)	cosp	$n_1$ (min <sup>-1</sup> )	Pr (W)	$\eta$
1/4														
2/4														
3/4														
4/4														
5/4														

**EVALUACION**

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

1. Qué datos se necesitan para determinar la característica del par frenante?
2. ¿Grafica el par frenante según los datos adquiridos?
3. ¿Qué indica la gráfica adquirida?
4. Conclusiones y observaciones.

#### BIBLIOGRAFÍA

LI, H. (1998). Information-Technology-Based Tools for Reengineering Construction Engineering Education. *Computer Applications in Engineering Education*, 6, pp. 15-21.

DE LORENZO. Group. Manual de instrucciones. V. le Romagna, 20 – 20089. Italia.

Web site: [WWW.delorenzogroup.com](http://WWW.delorenzogroup.com)

Web site: [www.nationalinstruments.com](http://www.nationalinstruments.com)



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 121

DE 203

VERSIÓN: 01

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

<b>UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERIA</b>	
<b>ASIGNATURA: LABORATORIO DE MAQUINAS ELECTRICAS II</b>	
<b>UNIDAD TEMÁTICA</b>	
<b>PRÁCTICA No. 3</b>	<b>ADQUISICIÓN DE DATOS DE LA VARIABLE DEL PAR EN UN MOTOR TRIFÁSICO A ANILLOS DL 1022</b>
<b>COMPETENCIA</b>	<b>RESULTADOS DE APRENDIZAJE</b>
Conectar y adquirir los datos con la tarjeta NI USB 6009 en un motor trifásico asíncrono a anillos DL 1022.	<p><b>El estudiante:</b></p> <p>Identifica el programa para la adquisición de datos en los motores eléctricos.</p> <p>Interactúa con el programa para la adquisición de datos de las variables eléctricas en los motores.</p> <p>Realiza la adquisición y tomas de resultados de las diferentes pruebas.</p>
<b>MATERIALES Y EQUIPOS</b>	
<p><b>1. Grupo de accionamiento, compuesto de:</b></p> <p>1.1 Motor trifásico asíncrono a anillos DL 1022</p> <p>1.3 Módulo de alimentación A/C y D/C</p> <p>1.4 Modulo de medida de la potencia mecánica</p> <p>1.5 Modulo de medida de la potencia eléctrica</p> <p><b>2. Tarjeta DAQ NI USB 6009, compuesta de:</b></p> <p>2.1 Cable USB</p> <p>2.2 Cables de conexión a las boquillas</p> <p>2.3 CD con instalador de software DAQ USB 6009</p> <p>3. CD con instalador software de National Instruments</p>	

1.6 Módulo de Protección eléctrica

4. Computador

1.7 Base universal DL 1013A

1.8 Celdas de carga DL 2006E

1.9 Acoples

### SEGURIDAD EN EL TRABAJO

#### NORMAS BÁSICAS EN EL LABORATORIO:

1. Quítese todos los accesorios personales que puedan producir atrapamientos, como son anillos, pulseras, collares, etc. La responsabilidad por las consecuencias de no cumplir esta norma dentro del laboratorio es enteramente del estudiante.
2. Está prohibido fumar, beber o comer en el laboratorio, así como dejar encima de la mesa del laboratorio algún tipo de prenda.
3. El pelo largo se llevará siempre recogido.
4. Evite los desplazamientos innecesarios dentro del aula y no corra dentro de ella.
5. Si presenta dudas acerca del montaje de alguna de las prácticas, consulte con el profesor o el auxiliar encargado antes de la realización de la experiencia.
6. Es importante que antes del inicio, se haya leído la guía y realizado el preinforme, siguiendo a cabalidad las recomendaciones de seguridad para la experiencia.
7. Manipule los equipos de manera responsable y cuidadosa.
8. Si alguno de los equipos presenta anomalías, apáguelo y repórtelo inmediatamente.
9. No encienda las fuentes, hasta que no esté seguro de las conexiones realizadas.
10. No se permitirá el ingreso de bolsos al aula.
11. Sobre la mesa de trabajo solo debe hallarse el equipo requerido para llevar a cabo la práctica.
12. El personal deberá emplear con carácter "**OBLIGATORIO**" el equipo de ropa de Trabajo, como así también de protección personal que le sea entregado para el desarrollo de su tarea.

**13. ORDEN Y LIMPIEZA:** Es obligación de todo el personal mantener el orden y la limpieza de los lugares de trabajo, antes, durante y después de la ejecución de cualquier tarea, con el objeto de prevenir cualquier situación que pudiera generar accidentes. El responsable del sector tomara todas las medidas que correspondan con el objeto de asegurar el cumplimiento de este punto.

**NOTA IMPORTANTE:** El control del cumplimiento de las NORMAS DE SEGURIDAD E HIGIENE, estará a cargo de la línea normal jerárquica, de la misma manera que se cumple para cualquier tarea realizada en el establecimiento.

#### **NORMAS ESPECÍFICAS AL TRABAJAR EN EL MODULO CON LA TARJETA**

- Ajustar firmemente todos las celdas y cables, pero sin violencia.
- Conectar la tarjeta DAQ, únicamente si lo indica el profesor.
- Cuidar de no realizar inadecuadas conexiones, recordando que es un dispositivo electrónico.
- Precaución por el manejo de alto voltaje y tensión de corriente.
- Siempre instalar la guarda en los acoples de los motores eléctricos.

#### **ACTIVIDAD ANTES DE CLASE**

#### **PREINFORME**

1. ¿Qué es el freno electromagnético y cuáles son sus principios físicos y sus partes?
2. Procedimiento de medida del par.

3. Condiciones de carga al motor de prueba.
4. Consultar las unidades del Par.
5. Consultar funcionamiento del motor asíncrono trifásico anillos
6. Consultar que es una tarjeta de Adquisición de datos (partes, funcionamiento, aplicaciones...)
7. Consultar las características y funciones de la tarjeta DAQ USB 6009.
8. interpretación de la graficas adquiridas.

#### ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

El diseño propuesto para la práctica, es el siguiente:

ESQUEMA ELÉCTRICO, para la prueba con freno electromagnético:

El objetivo es determinar el rendimiento efectivo del motor con una medida directa: el motor se carga con un freno electromagnético equipado de brazos y pesos de medida.

ELABORADO POR:

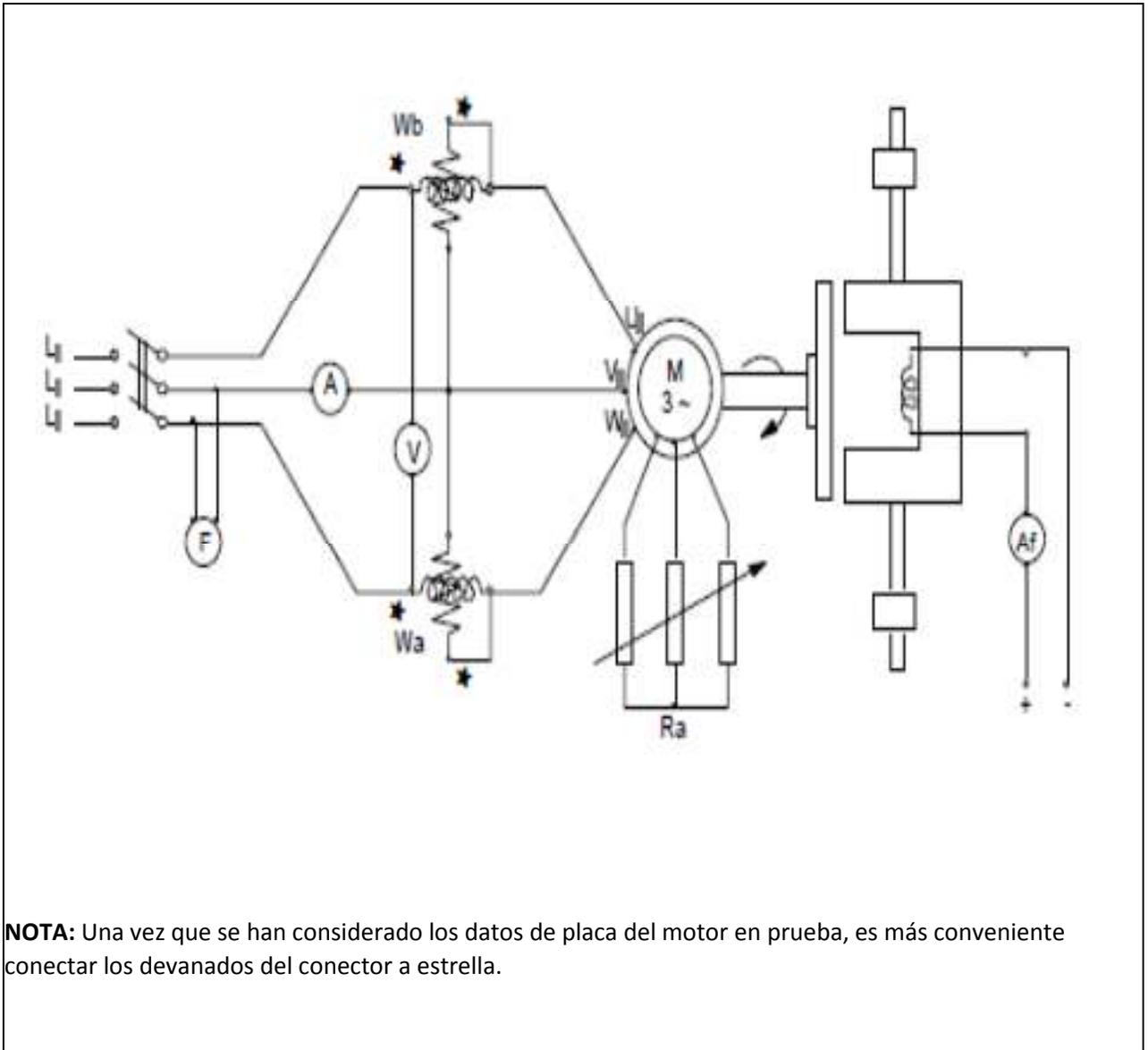
Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:



**NOTA:** Una vez que se han considerado los datos de placa del motor en prueba, es más conveniente conectar los devanados del conector a estrella.



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 127

DE 203

VERSIÓN: 01

### ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

El diseño propuesto para la práctica, es el siguiente:

ESQUEMA TOPOGRÁFICO, para la prueba con freno electromagnético:

ELABORADO POR:

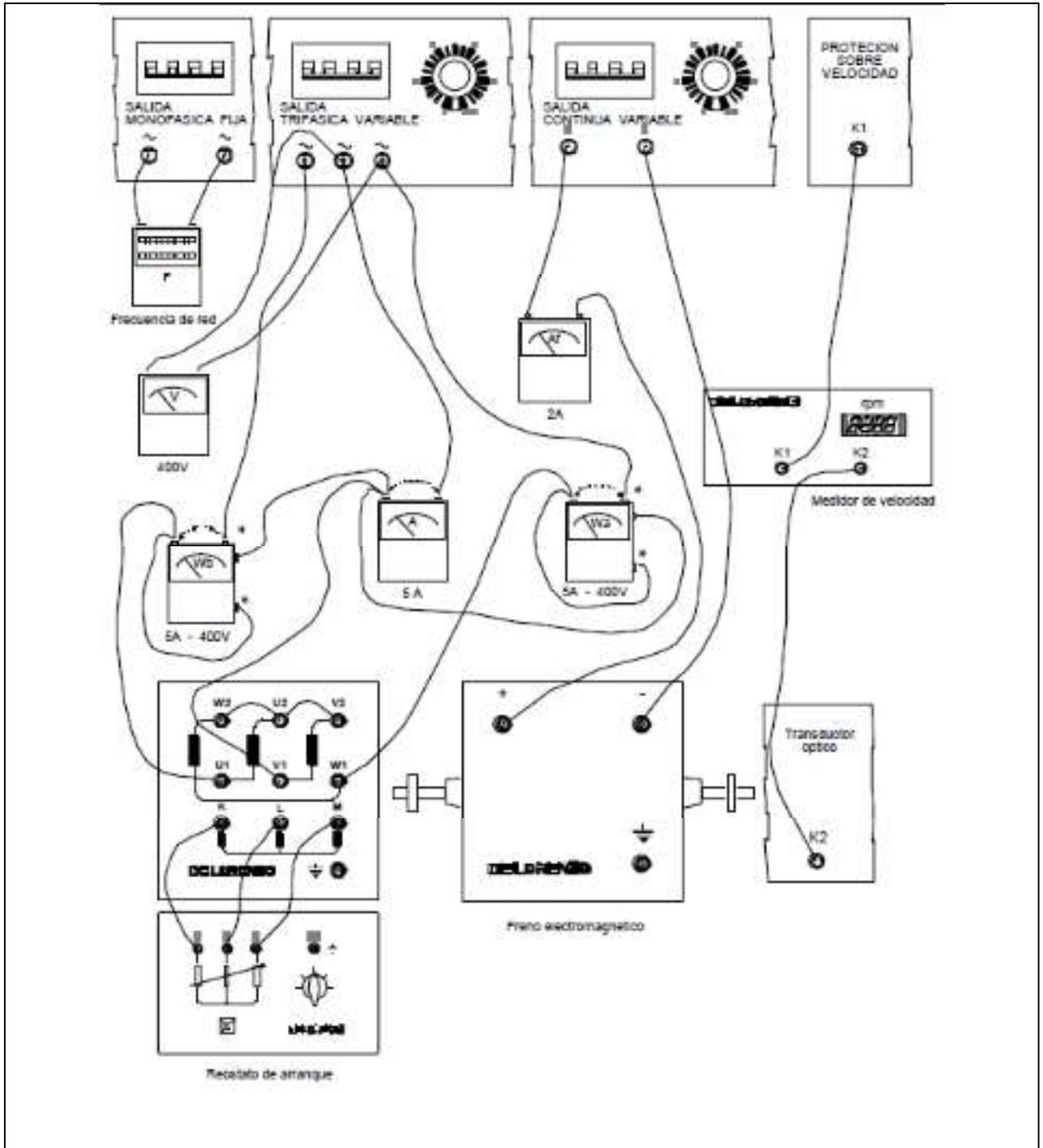
Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:



ELABORADO POR:  
Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:  
soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación  
FECHA APROBACION:

**Fases de trabajo**

1. Preparar el material didáctico
2. Colocar los elementos según el esquema topográfico del circuito
4. Pedir al profesor que examine el circuito
5. Conectar la tarjeta NI USB 6009
5. Adquirir los datos del ejercicio propuesto
6. Desmontar el circuito

**Nota**

El ejercicio trata de la adquisición de datos de la variable del par frenante en el motor DL 1019M, para evitar averías en el dispositivo y obtener los mejores resultados, se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones;

9. Shuntar las bobinas amperométricas de los instrumentos (conexión siguiendo línea punteada) en forma a proteger los mismos contra los picos de corriente de arranque.
10. Efectuar el equilibrio inicial del freno electromagnético llevando los pesos de medida G al inicio de la graduación del propio brazo y mover los contrapesos CP hasta equilibrar la burbuja.  
Bloquear el contrapeso CP, que no debe ser movido durante P la prueba.  
Calcular las condiciones de carga.
11. Activar el interruptor de la salida trifásica  
Regular el variador hasta obtener la tensión nominal al estator.  
Controlar que el motor gire en el sentido correcto con referencia a la posición del peso de medida G.  
Levantar los cables de corto-circuito.  
Excluir el reostato de arranque portando el conmutador a la posición "W = 0".
12. Fijar el peso de medida G en la posición del brazo correspondiente a la posición programada de carga máxima.
13. Cerrar el interruptor de la salida continua y activar la excitación del freno.  
Regular el variador de la continua para la excitación del electroimán en forma de reportar el freno en las condiciones de equilibrio.  
Controlar la corriente de excitación con el amperímetro Af.

14. Relevar la velocidad de rotación y anotar las indicaciones de los instrumentos.
15. Variando la posición del peso de medida G se realizan las otras condiciones de carga y se prevee de reequilibrar cada vez el freno actuando en la excitación relevando los datos de los instrumentos.
16. Abrir el interruptor de la salida trifásica para parar el motor y desexcitar el freno.

Según la tabla de datos relevados, ajustar:

$\alpha$	G (N)	b (m)	C (Nm)	div	K	I (A)	K	Wa (div)	Wb (div)	Pa (W)	cos $\phi$	n (rpm)	Pr (W)	$\eta$
1/4														
2/4														
3/4														
4/4														
5/4														

**EVALUACION**

1. Qué datos necesitan para determinar la característica del par frenante?
2. ¿Grafica el par frenante según los datos adquiridos?
3. ¿Qué indica la gráfica adquirida?
4. ¿Qué ocurre si variamos el periodo de adquisición de datos?
5. Conclusiones y observaciones.



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 131

DE 203

VERSIÓN: 01

### BIBLIOGRAFÍA

LI, H. (1998). Information-Technology-Based Tools for Reengineering Construction Engineering Education. *Computer Applications in Engineering Education*, 6, pp. 15-21.

DE LORENZO. Group. Manual de instrucciones. V. le Romagna, 20 – 20089. Italia.

Web site: [WWW.delorenzogroup.com](http://WWW.delorenzogroup.com)

Web site: [www.nationalinstruments.com](http://www.nationalinstruments.com)

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 132

DE 203

VERSIÓN: 01

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

<b>UNIDAD ACADÉMICA: FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERIA</b>	
<b>ASIGNATURA: LABORATORIO DE MAQUINAS ELECTRICAS II</b>	
<b>UNIDAD TEMÁTICA</b>	
<b>PRÁCTICA No. 4</b>	<b>ADQUISICIÓN DE DATOS DE LA VELOCIDAD DE UN MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA POLIEXCITACIÓN DL 1024R</b>
<b>COMPETENCIA</b>	<b>RESULTADOS DE APRENDIZAJE</b>
Conectar y adquirir los datos con la tarjeta NI USB 6009 en un motor de corriente continua Poliexcitación DL 1024R	<p><b>El estudiante:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica el programa para la adquisición de datos en los motores eléctricos.</li> <li>Interactúa con el programa para la adquisición de datos de las variables eléctricas en los motores.</li> <li>Realiza la adquisición y tomas de resultados de las diferentes pruebas.</li> </ul>
<b>MATERIALES Y EQUIPOS</b>	
<p><b>1. Grupo de accionamiento, compuesto de:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1.1 Motor de CC poliexcitación DL 1024R</li> <li>1.3 Módulo de alimentación A/C y D/C</li> <li>1.4 Modulo de medida de la potencia mecánica</li> <li>1.5 Modulo de medida de la potencia eléctrica</li> </ul> <p><b>2. Tarjeta DAQ NI USB 6009, compuesta de:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1 Cable USB</li> <li>2.2 Cables de conexión a las boquillas</li> <li>2.3 CD con instalador de software DAQ USB 6009</li> <li>3. CD con instalador software de National Instruments</li> </ul>	

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

1.6 Módulo de Protección eléctrica

4. Computador

1.7 Base universal DL 1013A

1.8 Celdas de carga DL 2006E

1.9 Acoples

### SEGURIDAD EN EL TRABAJO

#### **NORMAS BÁSICAS EN EL LABORATORIO:**

1. Quítese todos los accesorios personales que puedan producir atrapamientos, como son anillos, pulseras, collares, etc. La responsabilidad por las consecuencias de no cumplir esta norma dentro del laboratorio es enteramente del estudiante.
2. Está prohibido fumar, beber o comer en el laboratorio, así como dejar encima de la mesa del laboratorio algún tipo de prenda.
3. El pelo largo se llevará siempre recogido.
4. Evite los desplazamientos innecesarios dentro del aula y no corra dentro de ella.
5. Si presenta dudas acerca del montaje de alguna de las prácticas, consulte con el profesor o el auxiliar encargado antes de la realización de la experiencia.
6. Es importante que antes del inicio, se haya leído la guía y realizado el preinforme, siguiendo a cabalidad las recomendaciones de seguridad para la experiencia.
7. Manipule los equipos de manera responsable y cuidadosa.
8. Si alguno de los equipos presenta anomalías, apáguelo y repórtelo inmediatamente.
9. No encienda las fuentes, hasta que no esté seguro de las conexiones realizadas.
10. No se permitirá el ingreso de bolsos al aula.
11. Sobre la mesa de trabajo solo debe hallarse el equipo requerido para llevar a cabo la práctica.

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

**12.** El personal deberá emplear con carácter "**OBLIGATORIO**" el equipo de ropa de Trabajo, como así también de protección personal que le sea entregado para el desarrollo de su tarea.

**13. ORDEN Y LIMPIEZA:** Es obligación de todo el personal mantener el orden y la limpieza de los lugares de trabajo, antes, durante y después de la ejecución de cualquier tarea, con el objeto de prevenir cualquier situación que pudiera generar accidentes. El responsable del sector tomara todas las medidas que correspondan con el objeto de asegurar el cumplimiento de este punto.

**NOTA IMPORTANTE:** El control del cumplimiento de las NORMAS DE SEGURIDAD E HIGIENE, estará a cargo de la línea normal jerárquica, de la misma manera que se cumple para cualquier tarea realizada en el establecimiento.

#### **NORMAS ESPECÍFICAS AL TRABAJAR EN EL MODULO CON LA TARJETA**

- Ajustar firmemente todos las celdas y cables, pero sin violencia.
- Conectar la tarjeta DAQ, únicamente si lo indica el profesor.
- Cuidar de no realizar inadecuadas conexiones, recordando que es un dispositivo electrónico.
- Precaución por el manejo de alto voltaje y tensión de corriente.
- Siempre instalar la guarda en los acoples de los motores eléctricos.

#### **ACTIVIDAD ANTES DE CLASE**

##### **PREINFORME**

1. ¿Qué es una prueba en vacío en motores CC y cuáles son sus principios físicos?
2. Procedimiento de medida de la velocidad.

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 136

DE 203

VERSIÓN: 01

3. Condiciones de carga al motor de prueba.
4. Consultar funcionamiento del motor de corriente continua en poliexcitación.
5. Consultar que es una tarjeta de Adquisición de datos (partes, funcionamiento, aplicaciones...)
6. Consultar las características y funciones de la tarjeta DAQ USB 6009.
7. interpretación de la graficas adquiridas.

### ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

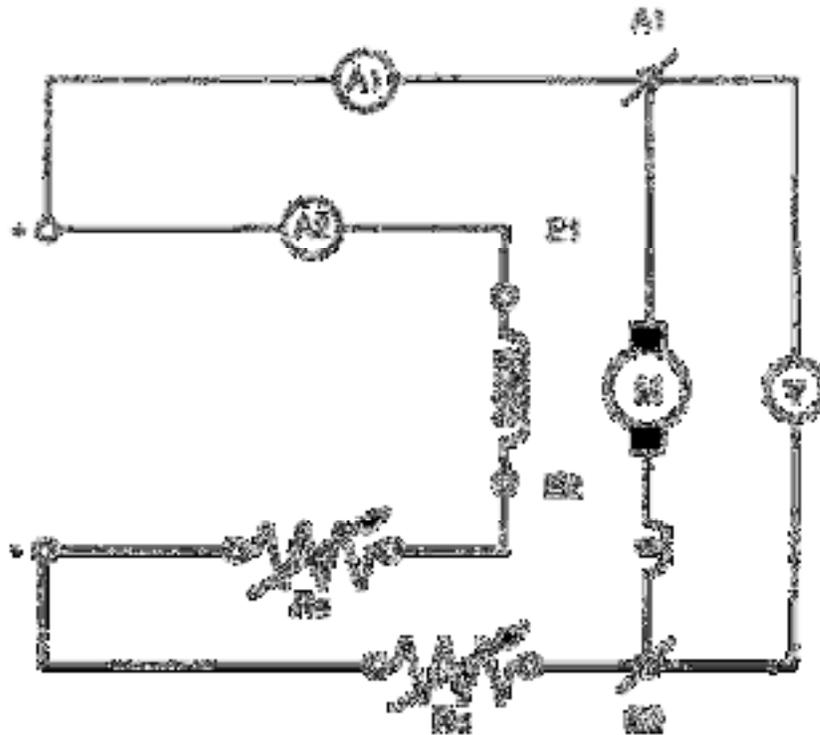
soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

El diseño propuesto para la práctica, es el siguiente:

ESQUEMA ELÉCTRICO, para la prueba perdidas a vacío del motor de arrastre:



ELABORADO POR:  
Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:  
soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación  
FECHA APROBACION:



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 138

DE 203

VERSIÓN: 01

### ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

El diseño propuesto para la práctica, es el siguiente:

ESQUEMA TOPOGRÁFICO, para la prueba con freno electromagnético:

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:



**Fases de trabajo**

1. Preparar el material didáctico
2. Colocar los elementos según el esquema topográfico del circuito
4. Pedir al profesor que examine el circuito
5. Conectar la tarjeta NI USB 6009
5. Adquirir los datos del ejercicio propuesto
6. Desmontar el circuito

**Nota**

El ejercicio trata de la adquisición de datos de la variable del par frenante en el motor DL 1019M, para evitar averías en el dispositivo y obtener los mejores resultados, se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones;

8. Preparar los comandos de los módulos:  
Alimentación de corriente continua variable: interruptor abierto. Salida con aprox. 230V  
Reóstato de excitación: Resistencia mínima  
Reóstato de arranque: Resistencia máxima
9. Shuntar el amperímetro A1 efectuando la conexión de la línea de ensayo para evitar de dañar el instrumento al momento del arranque.
10. Cerrar el interruptor de la alimentación de corriente continua variable.
11. Excluir gradualmente el reóstato de arranque Ra.
12. Remover la conexión de corto circuito del amperímetro A1.
13. Regular el valor de la tensión de alimentación CC hasta llegar al valor nominal del motor.  
Regular el reóstato de excitación Re en forma que se lleve la velocidad de rotación exacto C el valor nominal y relevar las indicaciones de los instrumentos.
14. Realizar valores de alimentación de tensión sucesivamente decrecientes aprox. 120V y para cada valor regular con el reóstato la excitación Re la velocidad al valor nominal y relevar las indicaciones de los instrumentos.
15. Abrir el interruptor para detener el motor.

Según la tabla de datos relevados, ajustar:

Tensión de alim.			Corriente absorbida			Corriente de excitación			Potencia	Notas
$V$	$K$	$V$	$A$	$K$	$A$	$A$	$K$	$A$	$W$	

### EVALUACION

1. ¿Qué datos necesitan para determinar la característica de la velocidad del motor?.
2. ¿Grafica la velocidad según los datos adquiridos?
3. ¿Qué indica la gráfica adquirida?
4. ¿Qué ocurre si variamos el periodo de adquisición de datos?
5. Conclusiones y observaciones.



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 142

DE 203

VERSIÓN: 01

### BIBLIOGRAFÍA

LI, H. (1998). Information-Technology-Based Tools for Reengineering Construction Engineering Education. *Computer Applications in Engineering Education*, 6, pp. 15-21.

DE LORENZO. Group. Manual de instrucciones. V. le Romagna, 20 – 20089. Italia.

Web site: [WWW.delorenzogroup.com](http://WWW.delorenzogroup.com)

Web site: [www.nationalinstruments.com](http://www.nationalinstruments.com)

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

EVALUAR RESULTADOS FINALES DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO DE ADQUISICIÓN DE VARIABLES ELÉCTRICAS EN EL LABORATORIO.

Ejecución del hardware de adquisición de variables eléctricas que permite digitalizar tres variables según las especificaciones técnicas del módulo de laboratorio de máquinas eléctricas de las Unidades Tecnológicas de Santander sede regional Barrancabermeja.

Mediante la realización de los ejercicios prácticos, se logró visualizar en la computadora la ejecución de los datos adquiridos de las variables eléctricas (velocidad, par y potencia), en tiempo real. Adquisición de los datos de las tres variables eléctricas del módulo de medición de la potencia mecánica DL 10055 mediante el hardware adquirido.

Una lectura en tiempo real del comportamiento de cada una de las máquinas durante la realización de los ejercicios prácticos en el laboratorio. La adquisición de 48.000 datos de muestreo por segundo, mediante la tarjeta NI USB 6009, durante la ejecución de cada ejercicio. Gráfica de los comportamientos de las máquinas según la realización de los ejercicios en tiempo real; gráfica velocidad versus par y gráfica velocidad versus potencia.

Almacenamiento los datos adquiridos en hojas de cálculo de office Microsoft Excel, obteniendo un mejor análisis del comportamiento de las máquinas intervenidas. Un análisis comportamental de cada variable eléctrica (velocidad, par y potencia) del módulo de la potencia mecánica DL 10055 del laboratorio de máquinas eléctricas las Unidades tecnológicas de Santander sede Barrancabermeja.

Implementación de un software que permitió controlar la tarjeta de adquisición de datos de variables eléctricas permitiendo la digitalización y visualización de los datos medidos en la pantalla de una computadora. Realización de un programa que visualizó la medición de las variables eléctricas, en tiempo real. Análisis del comportamiento de las máquinas en prueba, cuando se encuentra en su máxima velocidad nominal y se acciona el par frenante, variando la gráfica significativamente.

Análisis del comportamiento de las máquinas en prueba, cuando se les reduce a su mínima velocidad, sin ser detenida; y se acciona el par frenante, variando la gráfica. Análisis de los diferentes comportamientos de las máquinas en prueba, durante la realización de las prácticas. Una mejor interpretación de los ejercicios propuestos por el docente.

## RESULTADOS

La ejecución del hardware de adquisición de variables eléctricas permite digitalizar tres variables según las especificaciones técnicas del módulo de laboratorio de máquinas eléctricas de las Unidades Tecnológicas de Santander sede regional Barrancabermeja. Mediante la realización de los ejercicios prácticos, se visualiza en la computadora la ejecución de los datos adquiridos de las variables eléctricas (velocidad, par y potencia), en tiempo real.

Adquisición de los datos de las tres variables eléctricas del módulo de medición de la potencia mecánica DL 10055 mediante el hardware adquirido. Una lectura en tiempo real del comportamiento de cada una de las máquinas durante la realización de los ejercicios prácticos en el laboratorio. La adquisición de 48.000 datos de muestreo por segundo, mediante la tarjeta NI USB 6009, durante la ejecución de cada ejercicio.

## CONCLUSIONES

Con la realización de este proyecto se logró:

Implementar y documentar una tarjeta operacionalmente adecuada para realizar una serie de ejercicios físicos, que permitan visualizar las medidas adquiridas de las máquinas en prueba.

Implementar y documentar un hardware electrónico confiable que satisface los requerimientos necesarios del laboratorio de máquinas eléctricas de las Unidades Tecnológicas de Santander, sede Barrancabermeja.

Desarrollar y documentar un software completamente amigable para el usuario final, que permite por medio de su interfaz gráfica, visualizar los valores adquiridos de forma gráfica y tabulada para la facilidad en el análisis y la interpretación de los datos adquiridos. El funcionamiento del equipo esta detallado en un manual de operación que se entrega en formato PDF e igualmente impreso y anexado.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda el desarrollo de prácticas bajo la orientación y acompañamiento de personal capacitado. Además de considerar las diferentes medidas preventivas establecidas para la reducción de riesgo, lesiones en el operador del equipo y el surgimiento de inconsistencias o riesgo por el mal uso de los instrumentos eléctricos.

En esta sección se realizan todos los comentarios pertinentes para la realización de trabajos futuros relacionados con el tema del trabajo de grado, ya sea tomando como base el trabajo presentado para mejorarlo, o aplicando otras estrategias para la solución del mismo. También se pueden realizar recomendaciones requeridas para la apropiación del conocimiento generado con este trabajo de grado, por ejemplo, la implementación de laboratorios acreditados, compra de equipos y software, adecuación de infraestructura, entre otros.

Se sugiere a la institución evaluar las posibilidades de intervenir los equipos encontrados actualmente en las instalaciones de laboratorio como una alternativa de solución para la implementación de nuevos equipos tecnológicos que permitan innovar el manejo del sistema e inclusive el desempeño de los mismos. Una vez finalizada la clase en la que se haga uso de los bancos de prueba, se establece como requisito preventivo la revisión de cada uno de los equipos, conexiones y ajuste de cada uno, con el objetivo de minimizar el riesgo de la posible presencia de inconsistencias en el desarrollo práctico.

Para desarrollar futuras aplicaciones con el sistema de adquisición de datos y monitoreo implementado en este trabajo, es necesario establecer las necesidades en cuanto al tiempo de ejecución del ciclo principal. Estos parámetros definen el tiempo de ejecución,

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 148

DE 203

VERSIÓN: 01

así como el desempeño general del equipo, tomando una comunicación más rápida pero menos tiempo para procesar los datos correspondientes a las señales de entrada.

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Greffa, P. M. (2015). Modulo De Anquisicion y Visualizacion De Datos Para Caracterizacion De Motores Electricos De Induccion . Sangolqui: ESPE Universidad De LAs Fuerzas Armadas Innovacion Para La Exelencia .

Hernandez, L. I. (2012). Metodos Para Determinar La Evolucion De Los Sistemas Informaticos De Organizaciones Regionales . Manizales: Universidad De Manizales.

Iglesias, L. A., & Idarraga, L. F. (2013). Diseño e Implementacion De Un Scada Para El Labaratorio E20 . Pereira: Universidad Tecnologica De Pereira.

Lopez, E. P. (2015). Los Sistemas Scada En La Automatizacion Industrial. Costa Rica: Universidad De Costa Rica .

Lopez, J. S., Lozano, I. M., & Salazar, E. A. (2015). Sistema Para El Monitoreo Remoto En Temperatura en Transformadores De Distribucion . Pereira: Universidad tecnologica de Colombia .

Morales, C. J. (2011). Monitoreo y Adquisicion De Datos De Un Motor De Corriente Directa De Imanes Permanentes. Mexico: Instituto Politecnico Nacional.



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 150

DE 203

VERSIÓN: 01

Osorio, J. E., Ramirez, J. D., & Barrera, M. A. (2011). Implementacion De Un Sitema De adquisicion De Datos Para Monitorear Una Maquina De Corriente Directa. Bogota: Universidad Distrital FRancisco Jose De Caldas.

Rodriguez, G. (1996). Metodología de la investigación cualitativa. España: Ediciones Aljibe.

Trasobares, A. H. (2013). Los Sistemas De Informacion y Evolucion y Desarrollo. Zaragoza: Universidad De Zaragoza.

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

## ANEXOS

**Anexo A.** Manual de usuario**GUIA DE USUARIO: IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS PARA TRES VARIABLES DEL LABORATORIO DE MAQUINAS ELECTRICAS.****CARACTERISITICAS GENERALES**

1. Conexión USB hacia dispositivo externo (computador).
2. Posibilidad de realizar ejercicios de medición de la potencia mecánica.
3. Tiempo máximo configurable entre repeticiones de 5 Segundos.
4. Control de medición en el software.

**CARACTERISTICA ELÉCTRICAS**

Descripción	Mínimo	Típico	Máximo	UDS
Voltaje entrada DC		5		V
Corriente máxima de entrada			500	mA
Voltaje de operación lógica		5	-----	V

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 152

DE 203

VERSIÓN: 01

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

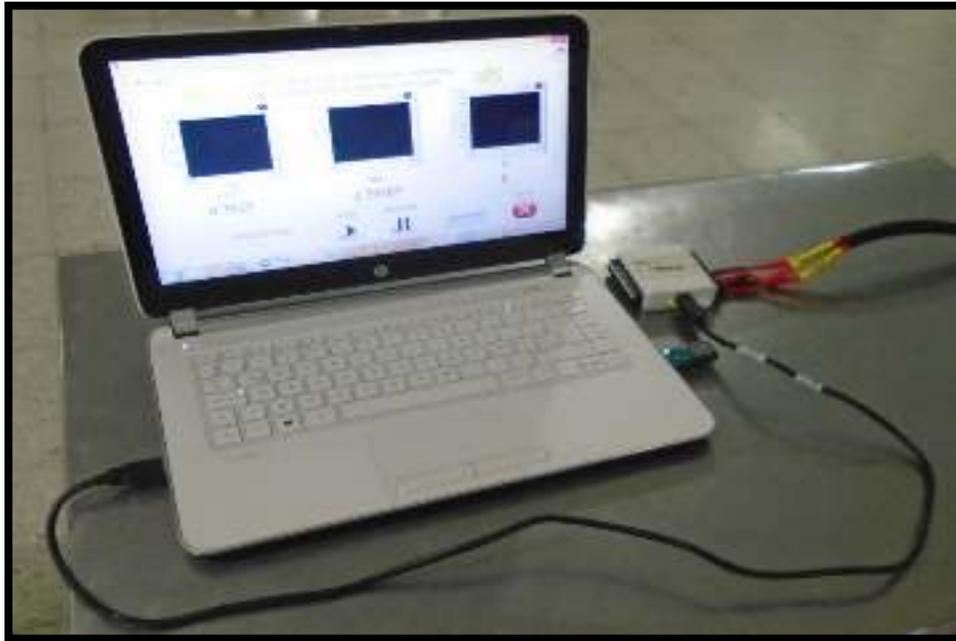
soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

## Conexión tarjeta NI USB 6009 hacia el Computador

**Figura 21.** Conexión tarjeta NI USB 6009 hacia el computador



**Fuente:** Autores.

Al conectar el cable USB de la tarjeta (en dotación) hacia el computador, permite alimentar la tarjeta vía interfaz, emitiendo una luz de color verde, que determina la conexión como un dispositivo externo.



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 154

DE 203

VERSIÓN: 01

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

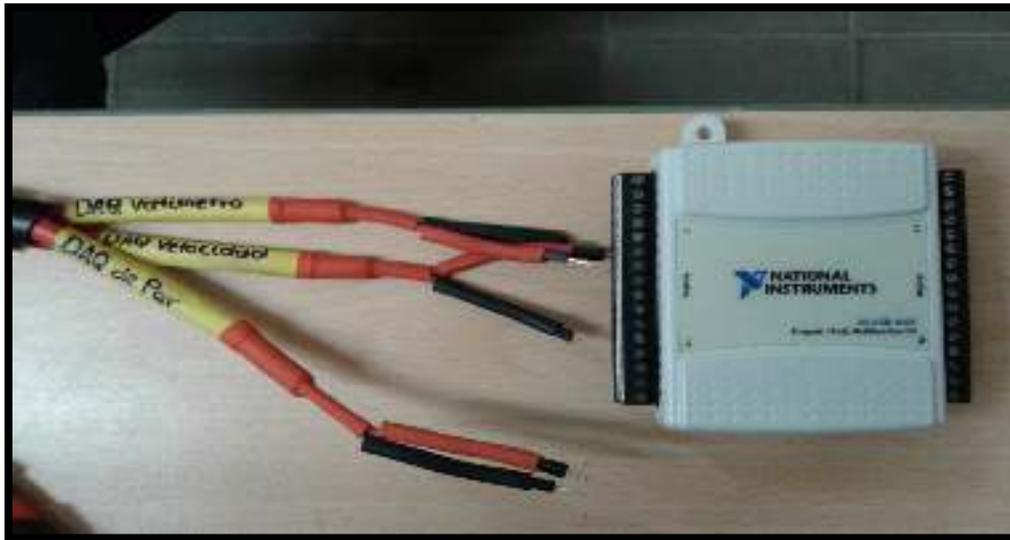
soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

### Conexión tarjeta NI USB 6009 con los cables estereofónicos

**Figura 22.** Conexión de la tarjeta NI USB 6009 con los cables estereofónicos.



**Fuente:** Autores.

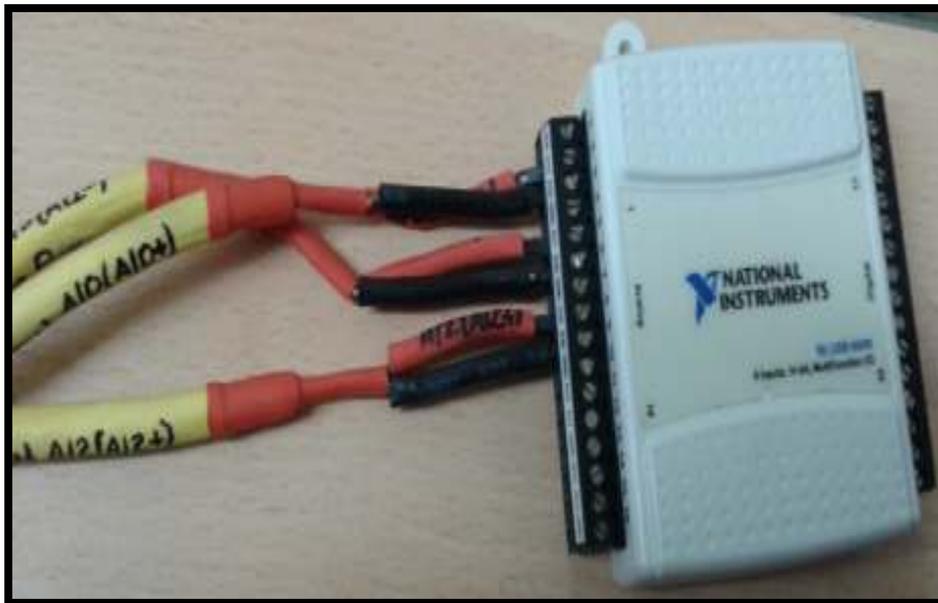
Cada cable estereofónico se identifica por dos colores, rojo (+) y negro (-) y se encuentran previamente identificadas a que entradas se deben conectar los jumpers hacia los canales, de las entradas analógicas (pin 1 al pin 16), de la siguiente manera:

**DAQ DE VELOCIDAD:** PIN 2: A|0 (+) y PIN 3: A|4 (-).

**DAQ DEL PAR:** PIN 5: A|1 (+) y PIN 6: A|5 (-).

**DAQ DEL VATIMETRO:** PIN 8: A|2 (+) y PIN 9: A|6 (-).

**Figura 23.** Conexión de jumpers hacia los canales de la tarjeta NI USB 6009.



**Fuente:** Autores.

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 157

DE 203

VERSIÓN: 01

### Uso del equipo

Para la preparación inicial del equipo antes de comenzar a realizar los ejercicios, se deben seguir los siguientes pasos:

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

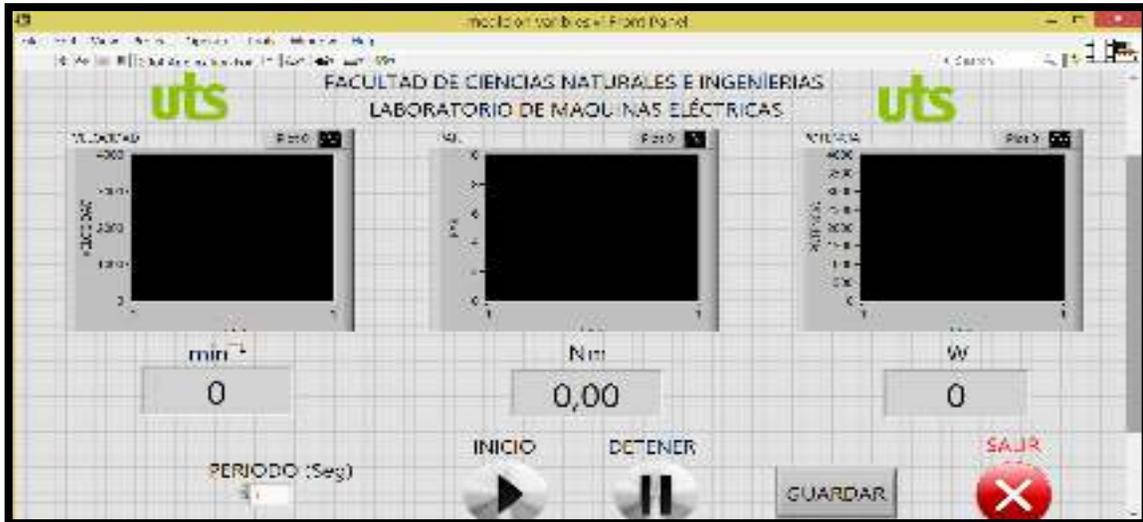
soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

**1. Abrir el programa Medición variables.VI**

**Figura 24.** Panel frontal medición de variables.VI



**Fuente:** Autores.

**2. Conectar la tarjeta NI USB 6009 al módulo de la potencia mecánica DL10055N vía cables estereofónicos.**

**Figura 25.** Conexión tarjeta NI USB 6009 al módulo de la potencia mecánica.



**Fuente:** Autores.

La conexión de los cables estereofónicos al módulo de la potencia mecánica DL 10055N, se realiza identificando cada boquilla de salidas de las señales; las boquillas superiores de color rojo son las salidas positivas, se conectan a los cables estereofónicos de color rojo y las inferiores son la tierra de color verde, se conectan a los cables estereofónicos de color negro; de la siguiente forma:

**BOQUILLA SALIDA SEÑAL DE LA VELOCIDAD: B1:** min-1 (+) y Tierra (-).

**BOQUILLA SALIDA SEÑAL DEL PAR: B2:** Nm (+) y Tierra (-).

**BOQUILLA SALIDA SEÑAL DEL VATIMETRO: B3:** W (+) y Tierra (-).

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

**Figura 26.** Conexión cables estereofónicos a las boquillas del módulo de la potencia mecánica DL 10055N.

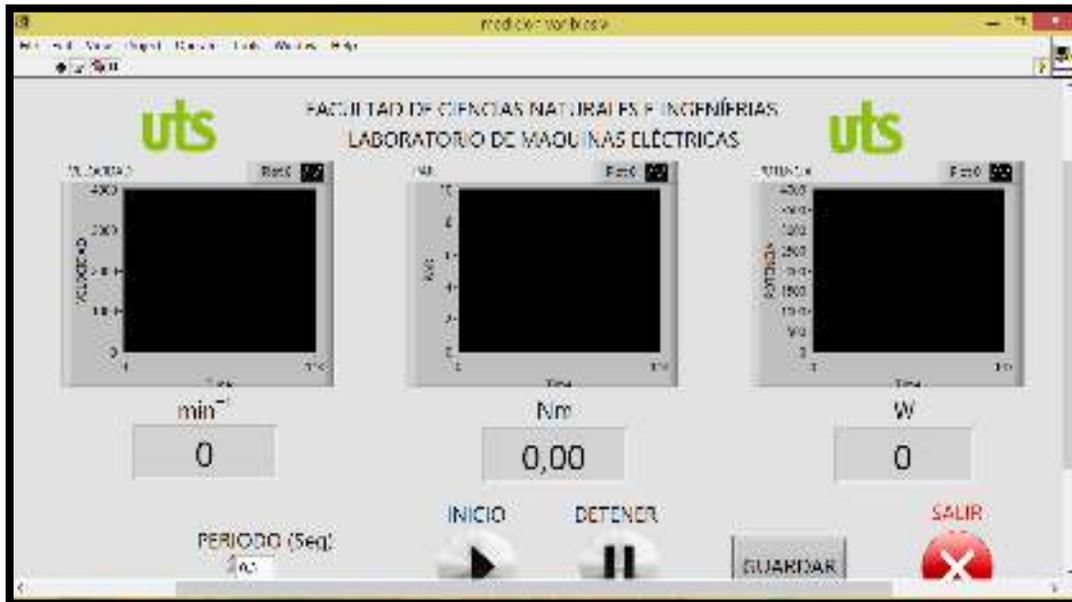


**Fuente:** Autores.

### 3. Realizar la adquisición de los datos según el ejercicio a realizar.

Una vez abierto el programa MEDICION DE VARIABLES.VI.; se procede a la realización la adquisición de datos de las variables eléctricas, según el montaje realizado en el banco de pruebas de motores eléctricos DE LORENZO GROUP, en el laboratorio de máquinas eléctricas de las Unidades Tecnológicas de Santander, sede Barrancabermeja.

**Figura 27.** Programa MEDICION DE VARIABLES.VI.



Fuente: Autores.

### Dinámica de los ejercicios

El programa permite realizar la adquisición de datos de las variables eléctricas del módulo de medida de la potencia mecánica y graficar de forma simultánea cada montaje, los cuales se realizan siguiendo la dinámica descrita a continuación.



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 162

DE 203

VERSIÓN: 01

Antes de iniciar con los ejercicios, se debe ejecutar el programa oprimiendo el **botón RUN** ubicado en la parte superior izquierda del programa LabVIEW.

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

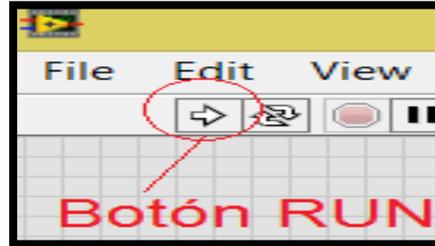
REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

**Figura 28.** Botón RUN.



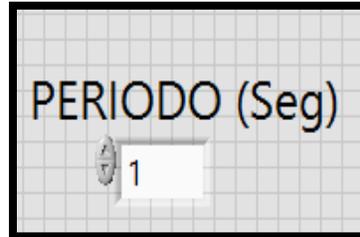
Fuente: Autores.

**Ejercicio 1. Adquisición de datos de la variable del par frenante en el motor trifásico dl 1019m**

Para realizar este ejercicio se deben seguir los siguientes pasos:

1. Seleccionar la cantidad de datos que deseo adquirir en un tiempo determinado, este valor está dado en segundos. Se puede escoger un valor entre 0 y 5 segundos. Por tal motivo entre mayor sea, mayor cantidad de datos se adquirirán.

**Figura 29.** Botón PERIODO, ejercicio 1.



**Fuente:** Autores.

Una vez configurados los parámetros del ejercicio a desarrollar proceder de la siguiente forma:

2. Oprimir el botón inicio

**Figura 30.** Botón INICIO, ejercicio 1.

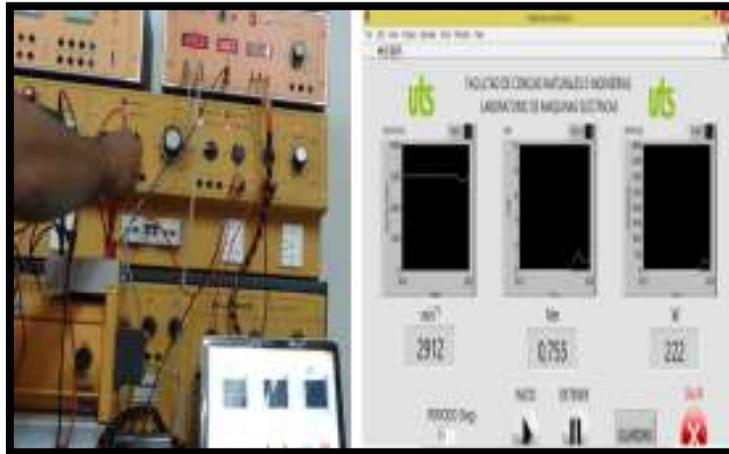


**Fuente:** Autores.

Cuando se oprime el botón inicio, se inicia adquiriendo una secuencia de datos y estos se graficarán según los parámetros del ejercicio. La forma de adquisición de los datos varia

de acorde a como se genera las variables eléctricas en el módulo de medición de la potencia, así mismo se graficarán los datos recopilados en tiempo real.

**Figura 31.** Adquisición de datos en tiempo real.



**Fuente:** Autores

En caso de ocurrir algún imprevisto o inconveniente con la realización del ejercicio, oprimir el botón DETENER, para detener la ejecución del programa.

**Figura 32.** Botón DETENER, ejercicio 1.



Fuente: Autores

Después de oprimir el botón DETENER, el equipo queda listo para repetir el ejercicio nuevamente con los parámetros configurados con anterioridad. De igual forma estos parámetros pueden ser cambiados nuevamente, si así; se desea.

Una vez terminada la realización del ejercicio, los datos adquiridos pueden ser guardados en un archivo de Excel si así se desea. Para realizar este procedimiento, se debe proceder de la siguiente forma:

3. Esperar a que el ejercicio sea finalizado
4. Oprimir el botón GUARDAR

**Figura 33.** Botón GUARDAR, ejercicio 1.



ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

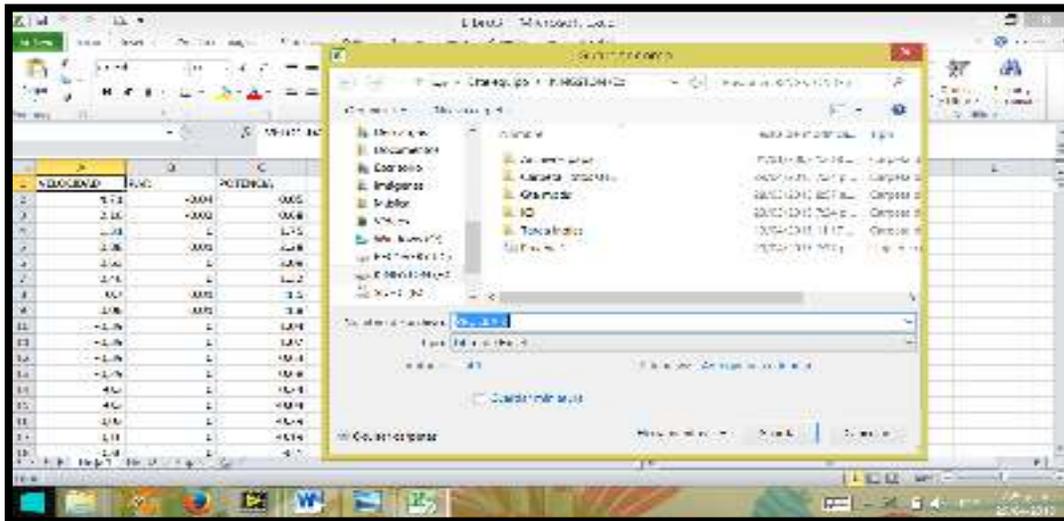
APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

Fuente: Autores

- Se abrirá una ventana de Excel, indicar la dirección donde se desea guardar el archivo.

Figura 34. Guardar los datos adquiridos en EXCEL, ejercicio 1.



Fuente: Autores

- Después de guardado el archivo, podrá visualizar los datos abriendo el archivo guardado. Los datos se guardan en formato que muestra la siguiente figura:

Figura 35. Tabla de datos adquiridos en Excel del ejercicio1.

EJERCICIO	PAR	NOTAS	
1	149.75	2	8.75
2	149.84	2.05	8.74
3	149.93	2.04	8.73
4	150.02	2.03	8.72
5	150.11	2.02	8.71
6	150.20	2.01	8.70
7	150.29	2.00	8.69
8	150.38	1.99	8.68
9	150.47	1.98	8.67
10	150.56	1.97	8.66
11	150.65	1.96	8.65
12	150.74	1.95	8.64
13	150.83	1.94	8.63
14	150.92	1.93	8.62
15	151.01	1.92	8.61
16	151.10	1.91	8.60
17	151.19	1.90	8.59
18	151.28	1.89	8.58

Fuente: Autores

7. Este procedimiento para guardar los datos adquiridos de los diferentes ejercicios, es el mismo para todos, por tal motivo se realiza la descripción una sola vez en este manual de operación.

**Ejercicio 2. ADQUISICIÓN DE DATOS DE LA VARIABLE PAR EN EL MOTOR TRIFÁSICO ASINCRONO JAULA DE ARDILLA DL 1021.**

Para realizar este ejercicio se deben seguir los siguientes pasos:

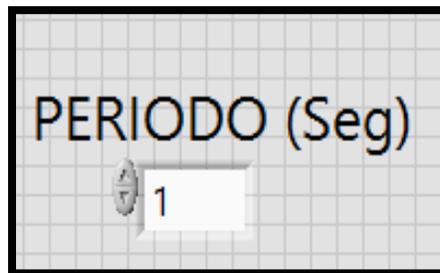
ELABORADO POR:  
Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:  
soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación  
FECHA APROBACION:

8. Seleccionar la cantidad de datos que deseo adquirir en un tiempo determinado, este valor está dado en segundos. Se puede escoger un valor entre 0 y 5 segundos. Por tal motivo entre mayor sea, mayor cantidad de datos se adquirirán.

**Figura 36.** Botón de selección del PERIODO, ejercicio 2.



**Fuente:** Autores

Una vez configurados los parámetros del ejercicio a desarrollar proceder de la siguiente forma:

9. Oprimir el botón inicio

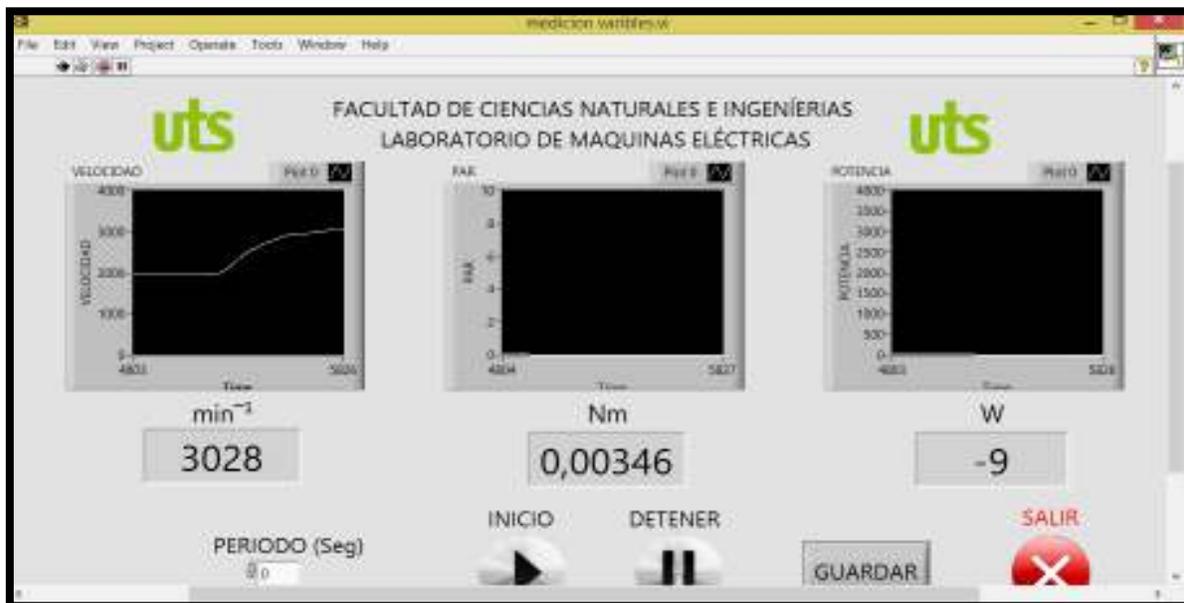
**Figura 37.** Botón de Inicio, ejercicio 2.



Fuente: Autores

Quando se oprime el botón inicio, se inicia adquiriendo una secuencia de datos y estos se graficarán según los parámetros del ejercicio 2.

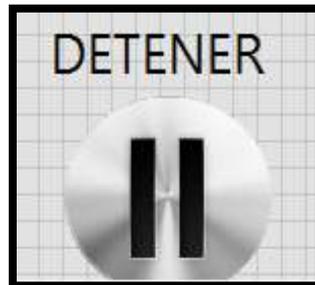
Figura 38. Grafica de Adquisición de datos para el ejercicio 2.



Fuente: Autores

En caso de ocurrir algún imprevisto o inconveniente con la realización del ejercicio, oprimir el botón DETENER, para detener la ejecución del programa.

**Figura 39.** Botón DETENER, ejercicio 2.



**Fuente:** Autores

Después de oprimir el botón DETENER, el equipo queda listo para repetir el ejercicio nuevamente con los parámetros configurados con anterioridad. De igual forma estos parámetros pueden ser cambiados nuevamente si así se desea.

Una vez terminada la realización del ejercicio, los datos adquiridos pueden ser guardados en un archivo de Excel si así se desea. Para realizar este procedimiento, se debe proceder de la siguiente forma:

**10. Esperar a que el ejercicio sea finalizado.**

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

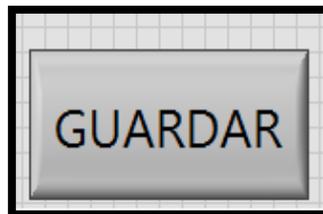
soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

11. Oprimir el botón GUARDAR

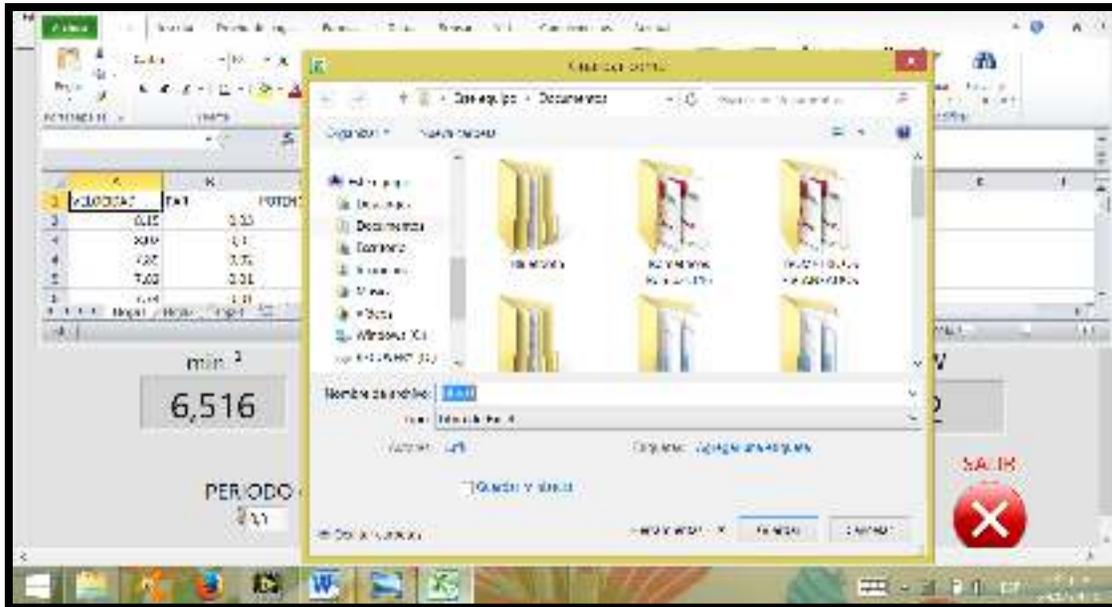
**Figura 40.** Botón GUARDAR, ejercicio 2



**Fuente:** Autores

12. Se abrirá una ventana de Excel, indicar la dirección donde se desea guardar el archivo, para el ejercicio 2.

**Figura 41.** Guardar el archivo de los datos adquiridos del ejercicio 2.



Fuente: Autores

- Después de guardado el archivo, podrá visualizar los datos abriendo el archivo guardad. Los datos se guardan en formato que muestra la siguiente figura:

**Figura 42.** Datos adquiridos del ejercicio 2.

	A	B	
1	VELOCIDAD	PAR	POTEN
2	8,15	0,03	
3	8,02	0,02	
4	7,89	0,02	
5	7,82	0,01	
6	7.74	0.01	

Hoja1 Hoja2 Hoja3

Listo

Fuente: Autores

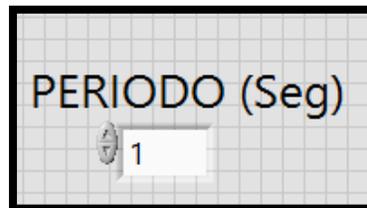
Este procedimiento para guardar los datos adquiridos de los diferentes ejercicios, es el mismo para todos, por tal motivo se realiza la descripción una sola vez en este manual de operación. Después de oprimir el botón DETENER, el equipo queda listo para repetir el ejercicio nuevamente con los parámetros configurados con anterioridad. De igual forma estos parámetros pueden ser cambiados nuevamente si así se desea.

### Ejercicio 3. ADQUISICIÓN DE DATOS DE LA VARIABLE DEL PAR EN UN MOTOR TRIFÁSICO A ANILLOS DL 1022

Para realizar este ejercicio se deben seguir los siguientes pasos:

14. Seleccionar la cantidad de datos que deseo adquirir en un tiempo determinado, este valor está dado en segundos. Se puede escoger un valor entre 0 y 5 segundos. Por tal motivo entre mayor sea, mayor cantidad de datos se adquirirán.

**Figura 43.** Botón PERIODO, ejercicio 3.



**Fuente:** Autores

Una vez configurados los parámetros del ejercicio a desarrollar proceder de la siguiente forma:

15. Oprimir el botón inicio.

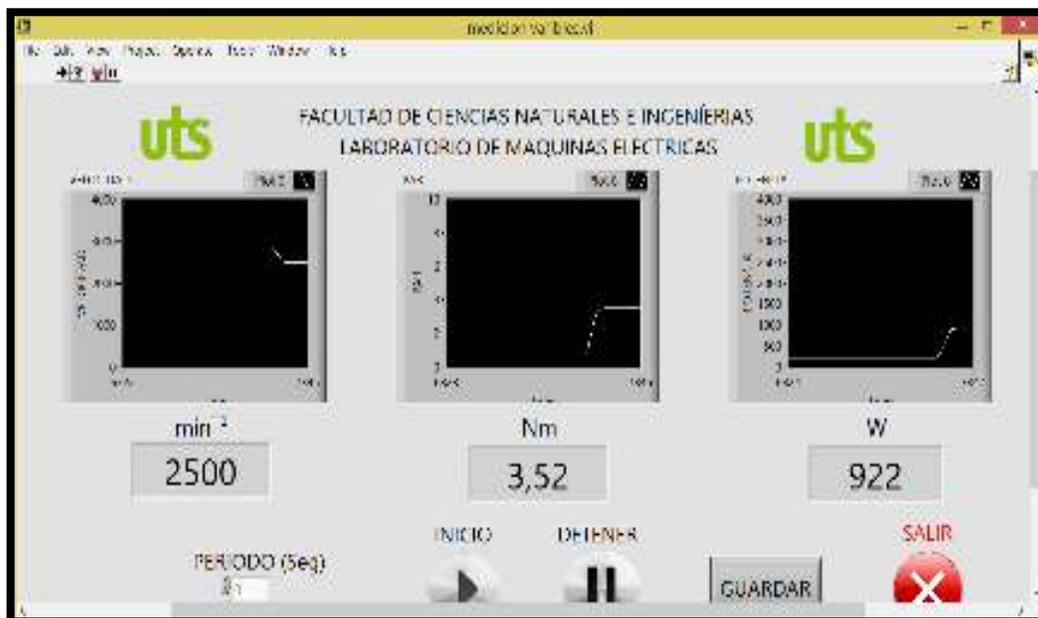
**Figura 44.** Botón INICIO, ejercicio 3



Fuente: Autores

Cuando se oprime el botón inicio, se inicia adquiriendo una secuencia de datos y estos se graficarán según los parámetros del ejercicio.

Figura 45. Gráfica de adquisición de datos del ejercicio propuesto.



ELABORADO POR:  
Oficina de Investigaciones

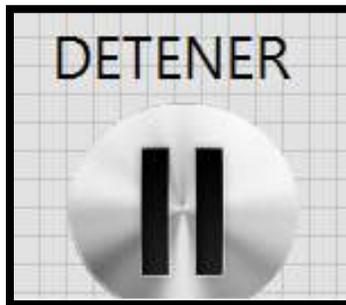
REVISADO POR:  
soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación  
FECHA APROBACION:

**Fuente:** Autores

En caso de ocurrir algún imprevisto o inconveniente con la realización del ejercicio, oprimir el botón DETENER, para detener la ejecución del programa.

**Figura 46.** Botón DETENER, ejercicio 3.



**Fuente:** Autores

Después de oprimir el botón DETENER, el equipo queda listo para repetir el ejercicio nuevamente con los parámetros configurados con anterioridad. De igual forma estos parámetros pueden ser cambiados nuevamente si así se desea.

Una vez terminada la realización del ejercicio, los datos adquiridos pueden ser guardados en un archivo de Excel si así se desea. Para realizar este procedimiento, se debe proceder de la siguiente forma:

16. Esperar a que el ejercicio sea finalizado.

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

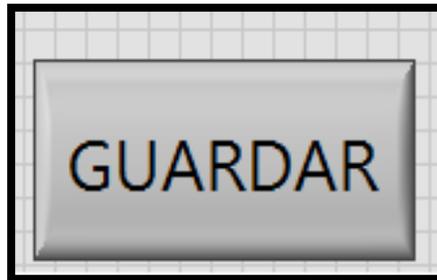
soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

17. Oprimir el botón GUARDAR.

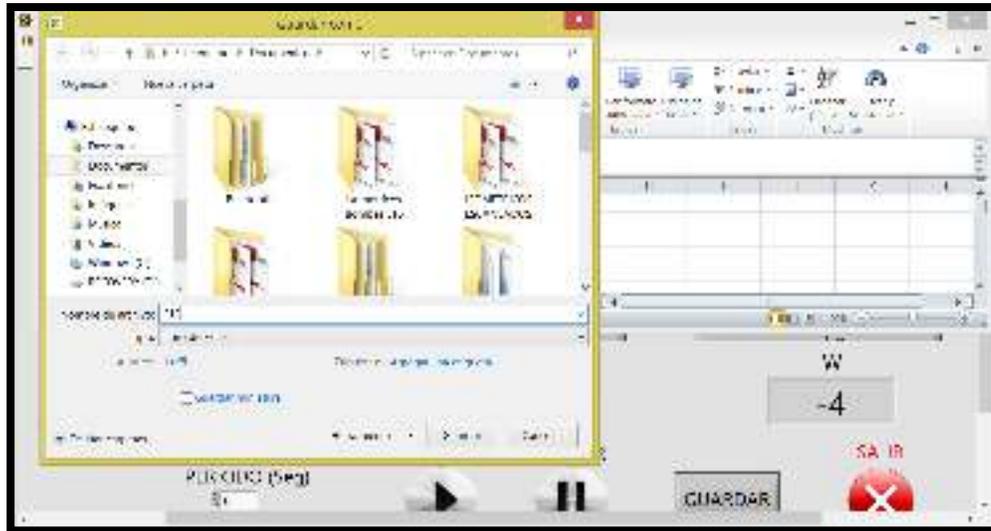
**Figura 47.** Botón GUARDAR, ejercicio 3.



**Fuente:** Autores

18. Se abrirá una ventana de Excel, indicar la dirección donde se desea guardar el archivo.

**Figura 48.** Guardar archivo de datos adquiridos del ejercicio 3.



Fuente: Autores

19. Después de guardado el archivo, podrá visualizar los datos abriendo el archivo guardad. Los datos se guardan en formato que muestra la siguiente figura:

**Figura 49.** Datos adquiridos del ejercicio 3.

	A	B	C
1	VELOCIDAD	PAR	POTENCIA
2	4,71	-0,04	0,05
3	2,16	-0,02	0,68
4	1,31	0	1,75
5	0,88	0,01	2,28
6	0,63	0	2,09
7	0,46	0	1,32
8	0,7	0,01	1,5
9	0,08	0,01	1,8
10	-0,39	0	1,04
11	-0,39	0	1,07
12	-0,39	0	0,63
13	-0,29	0	0,68
14	-0,3	0	0,24
15	-0,3	0	-0,04
16	0,03	0	-0,29
17	0,16	0	-0,19
18	0,36	0	-0,1

**Fuente:** Autores

Este procedimiento para guardar los datos adquiridos de los diferentes ejercicios, es el mismo para todos, por tal motivo se realiza la descripción una sola vez en este manual de operación.

**Ejercicio 4. ADQUISICIÓN DE DATOS DE LA VELOCIDAD DE UN MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA POLIEXCITACIÓN DL 1024R.**

Para realizar este ejercicio se deben seguir los siguientes pasos:

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

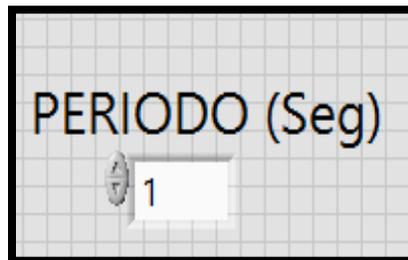
soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

20. Seleccionar la cantidad de datos que deseo adquirir en un tiempo determinado, este valor está dado en segundos. Se puede escoger un valor entre 0 y 5 segundos. Por tal motivo entre mayor sea, mayor cantidad de datos se adquirirán.

**Figura 50.** Botón PERIODO, ejercicio 4



**Fuente:** Autores

Una vez configurados los parámetros del ejercicio a desarrollar proceder de la siguiente forma:

21. Oprimir el botón inicio.

**Figura 51.** Botón INICIO, ejercicio 4



**Fuente:** Autores

Cuando se oprime el botón inicio, se inicia adquiriendo una secuencia de datos y estos se graficarán según los parámetros del ejercicio.

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

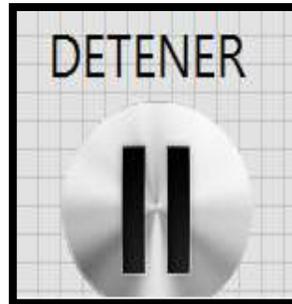
**Figura 52.** Grafica de datos adquiridos según el ejercicio 4.



**Fuente:** Autores

En caso de ocurrir algún imprevisto o inconveniente con la realización del ejercicio, oprimir el botón DETENER, para detener la ejecución del programa.

**Figura 53.** Botón DETENER, ejercicio 4



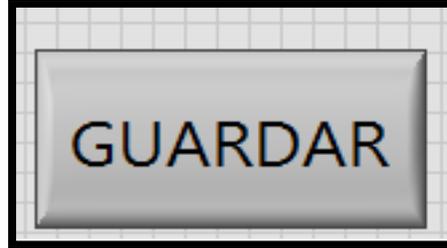
**Fuente:** Autores

Después de oprimir el botón DETENER, el equipo queda listo para repetir el ejercicio nuevamente con los parámetros configurados con anterioridad. De igual forma estos parámetros pueden ser cambiados nuevamente si así se desea.

Una vez terminada la realización del ejercicio, los datos adquiridos pueden ser guardados en un archivo de Excel si así se desea. Para realizar este procedimiento, se debe proceder de la siguiente forma:

22. Esperar a que el ejercicio sea finalizado.
23. Oprimir el botón GUARDAR.

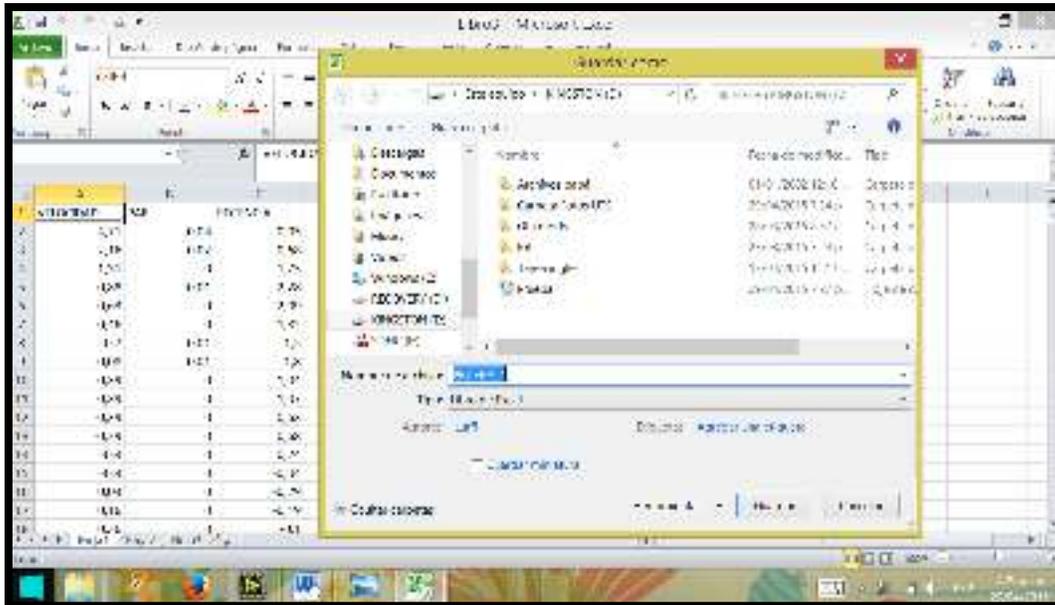
**Figura 54.** Botón GUARDAR, ejercicio 4



**Fuente:** Autores

24. Se abrirá una ventana de Excel, indicar la dirección donde se desea guardar el archivo de los datos adquiridos del ejercicio realizado.

**Figura 55.** Guardar los datos adquiridos del ejercicio propuesto.



Fuente: Autores

25. Después de guardado el archivo, podrá visualizar los datos abriendo el archivo guardado. Los datos se guardan en formato que muestra la siguiente figura:

Figura 56. Datos adquiridos del ejercicio 4 ejecutado en Excel.

t (seg)	I (A)	V (V)
0	0	0
1	0.02	0.04
2	0.04	0.08
3	0.06	0.12
4	0.08	0.16
5	0.10	0.20
6	0.12	0.24
7	0.14	0.28
8	0.16	0.32
9	0.18	0.36
10	0.20	0.40
11	0.22	0.44
12	0.24	0.48
13	0.26	0.52
14	0.28	0.56
15	0.30	0.60
16	0.32	0.64
17	0.34	0.68
18	0.36	0.72
19	0.38	0.76
20	0.40	0.80

Fuente: Autores

Este procedimiento para guardar los datos adquiridos de los diferentes ejercicios, es el mismo para todos, por tal motivo se realiza la descripción una sola vez en este manual de operación.

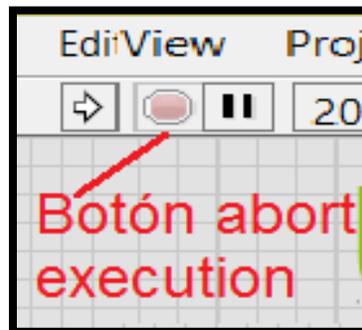
ELABORADO POR:  
Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:  
soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación  
FECHA APROBACION:

Después de finalizar el uso del equipo, se debe detener la ejecución del programa oprimiendo el botón AbortExecution de labview, ubicado en la parte superior izquierda del programa. Luego de detener la ejecución, cerrar Labview y desconectar el cable USB del computador.

**Figura 57.** Botón ABORTAR EJECUCIÓN.



**Fuente:** Autores

**Para culminar con el ejercicio, basta con oprimir el botón SALIR y culminaremos con la operación.**

**Figura 58.** Botón SALIR.



**Fuente:** Autores

**NOTA:** Durante la realización del montaje de las máquinas para cada práctica en el Laboratorio de máquinas eléctricas de las Unidades Tecnológicas de Santander, sede Barrancabermeja; solo se le pudieron realizar, las del freno electromagnético DL 1019M, al motor de corriente continua con excitación derivada DL 1023P y a la máquina síncrona trifásica DL 1026A; debido a que el TRANSDUCTOR OPTICO DL 2031M (**Figura 58**) adecuado para medir la velocidad de rotación mediante un interruptor opto- electrónico y disco codificado, que puede ser utilizado también para medidas estroboscópicas que se conecta al transmisor de la señal al taquímetro electrónico DL 2025D. No se pudo sustraer de la máquina puesto que la Universidad no contaba con un extractor de rodamientos, herramienta indicada para tal fin.

**Figura 59.** Transductor óptico DL 2031M



**Fuente:** Autores

### **Anexo B.** Programas requeridos

Las aplicaciones realizadas para el desarrollo de los ejercicios fueron creadas con el programa NI LabVIEW 2012 de la National Instruments. Para el funcionamiento de los equipos es necesario tener instalados en el computador los siguientes programas:

1. **NI Labview 2012** o versiones superiores
2. **Toolkitreportgenerationde Labview:** Esta herramienta de Labview sirve para poder realizar los reportes de los datos adquiridos en Excel o Word.
3. **Microsoft office 2010:** Los reportes se harán en Excel.

Se debe seguir el siguiente orden para la instalación de los programas:

1. Office 2010.
2. NI Labview 9.7.5.
3. Toolkitreportgeneration.

Es muy importante tener en cuenta que antes de la instalación del Toolkitreportgeneration, ya debe estar instalado el office 2010.

**Requisitos para el sistema de desarrollo NI Labview 2012**

Windows		
	Run-Time Engine	Entorno de Desarrollo
Procesador	Pentium III/Celeron 866 MHz o equivalente	Pentium 4/M o equivalente
RAM	256 MB	1 GB
Resolución de Pantalla	1024 x 768 píxeles	1024 x 768 píxeles
SO	Windows 8.1/8/7/Vista (32 bits y 64 bits) Windows XP SP3 (32 bits) Windows Server 2012 R2 (64 bits) Windows Server 2008 R2 (64 bits) Windows Server 2003 R2 (32 bits)	Windows 8.1/8/7/Vista (32 bits y 64 bits) Windows XP SP3 (32 bits) Windows Server 2012 R2 (64 bits) Windows Server 2008 R2 (64 bits) Windows Server 2003 R2 (32 bits)

<b>Windows</b>		
	<b>Run-Time Engine</b>	<b>Entorno de Desarrollo</b>
Espacio en Disco	500 MB	5 GB (Incluye controladores predeterminados del DVD de Controladores de Dispositivos de NI)
<b>Mac OS X</b>		
	<b>Run-Time Engine</b>	<b>Entorno de Desarrollo</b>
Procesador	Procesador basado en Intel	Procesador basado en Intel
RAM	256 MB	2 GB
Resolución de Pantalla	1024 x 768 píxeles	1024 x 768 píxeles
SO	OS X 10.7, 10.8 o 10.9	OS X 10.8 o 10.9
Espacio en Disco	656 MB - 1.2 GB	1.2 GB para la instalación completa (excluyendo controladores)
<b>Linux</b>		
	<b>Run-Time Engine</b>	<b>Entorno de Desarrollo</b>
Procesador	Pentium III/Celeron 866 MHz o equivalente	Pentium 4/M o equivalente
RAM	256 MB	1 GB
Resolución de Pantalla	1024 x 768 píxeles	1024 x 768 píxeles

ELABORADO POR:  
Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:  
soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación  
FECHA APROBACION:

Windows		
	Run-Time Engine	Entorno de Desarrollo
SO	Linux kernel 2.4x, 2.6x o 3.x y GNU C Library (glibc) Versión 2.5.1 para la arquitectura Intel x86_64  La <i>Guía de Instalación de LabVIEW</i> omite de un modo incorrecto Linux kernel 3.x de esta lista.	Red Hat Enterprise Linux Desktop + Workstation 6 o posterior, open SUSE 12.3 o 13.1 o Scientific Linux 6 o posterior.
Espacio en Disco	115 MB (32 bits) 131 MB (64 bits)	1.2 GB para la instalación completa de cada bitness  1.4 GB para la instalación completa de LabVIEW de 32 y 64 bits

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 194

DE 203

VERSIÓN: 01

### **Otros circuitos propuestos para la adquisición de datos empleando la tarjeta daq usb 6009.**

- 1. Adquisición de datos de la variable de par electromagnético en motor de corriente continua de poliexcitación DL 1024R.**

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

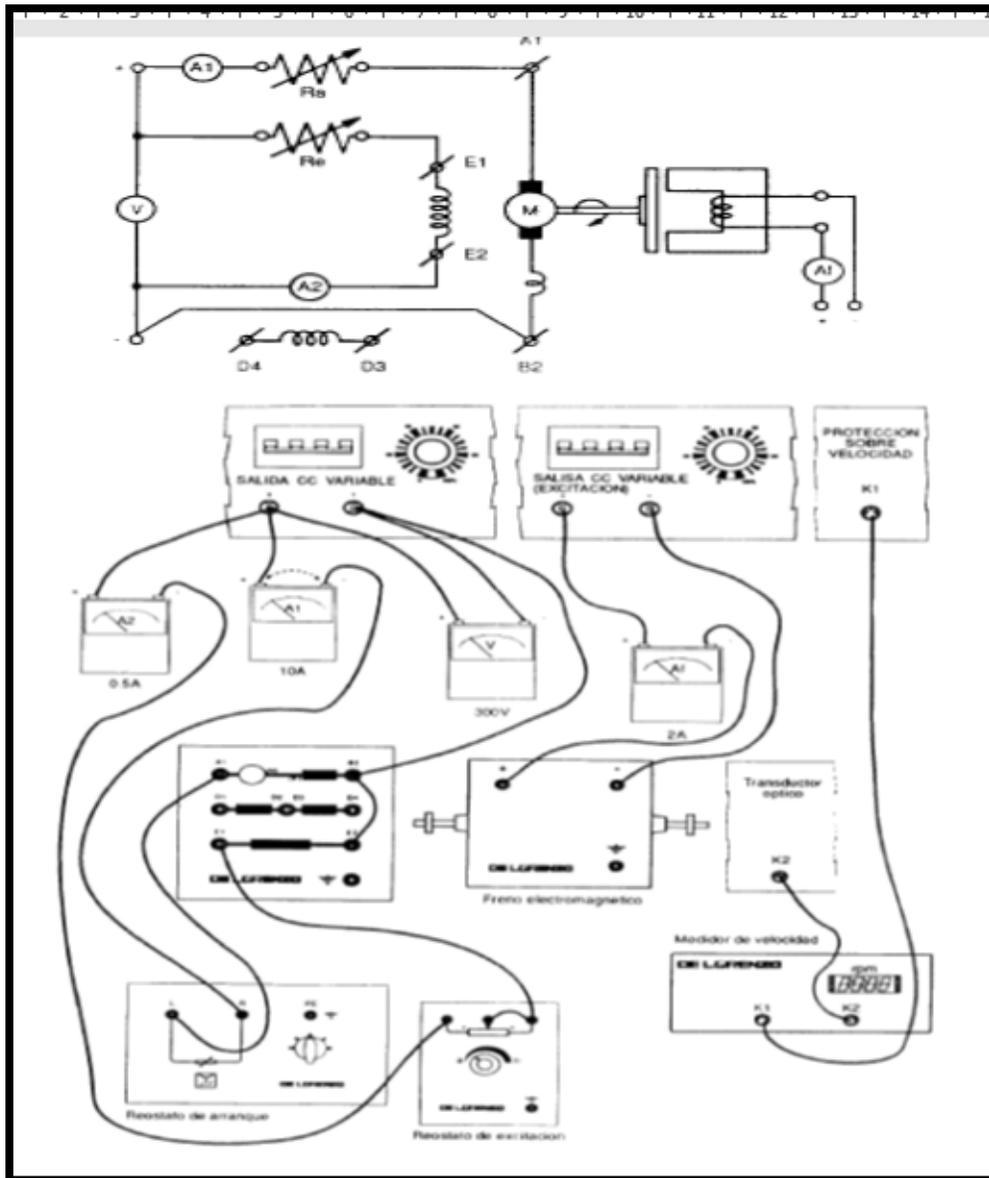
soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:



potencia) en un motor de corriente continua de excitación derivada DL 1024R.



ELABORADO POR:  
Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:  
soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación  
FECHA APROBACION:



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 197

DE 203

VERSIÓN: 01

### **3. Adquisición de datos de la variable de velocidad en generadores de corriente continua de excitación compuesta DL 1024R.**

ELABORADO POR:

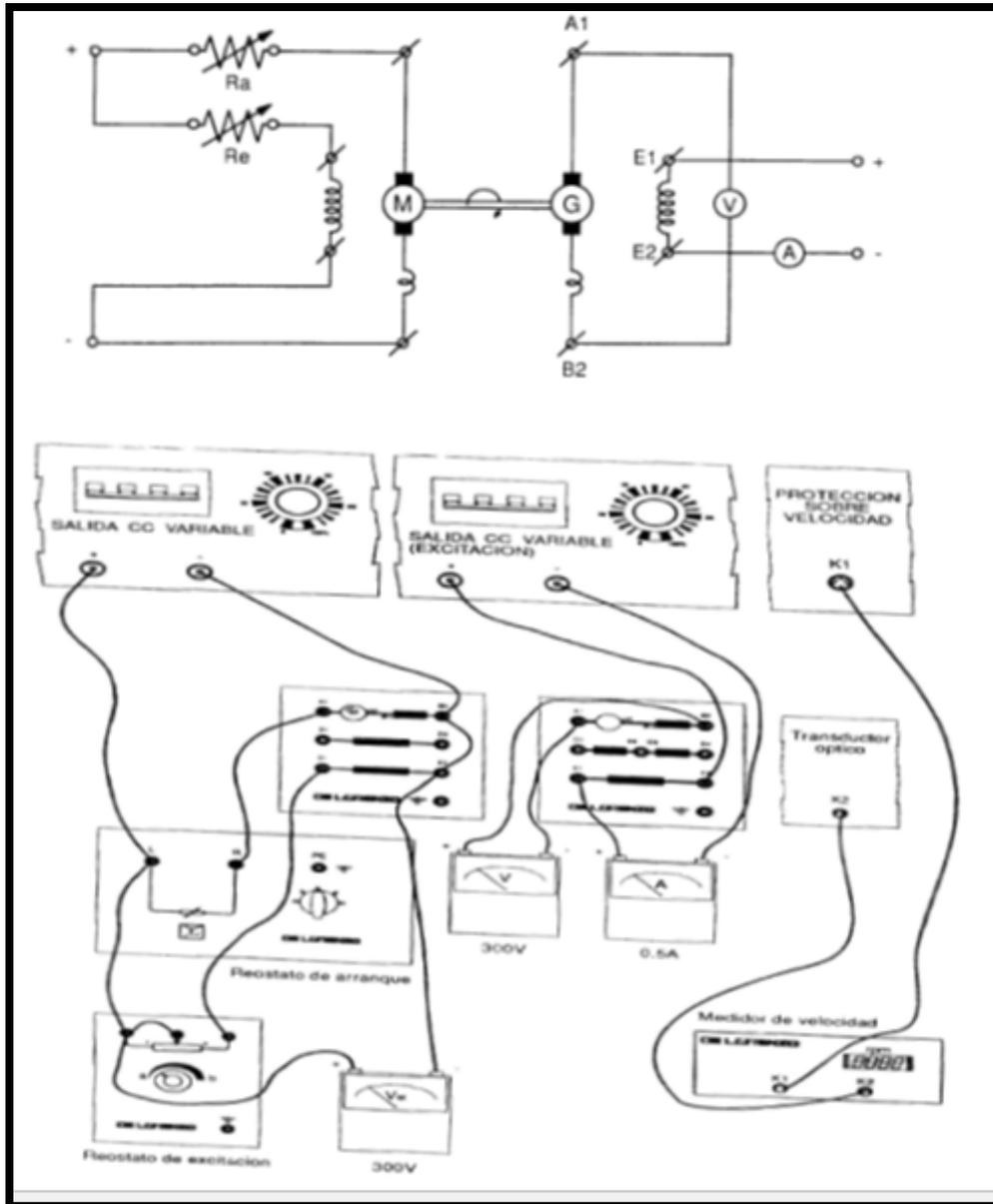
Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:



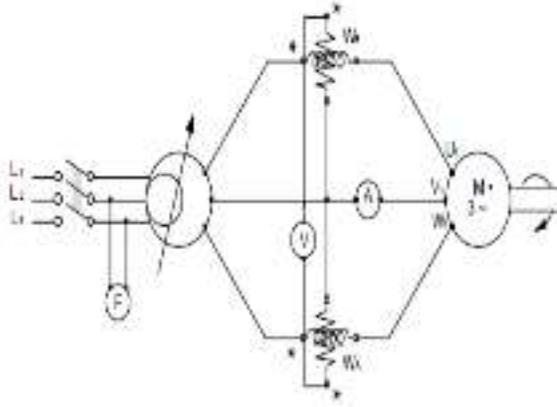
ELABORADO POR:  
Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:  
soporte al sistema integrado de gestión

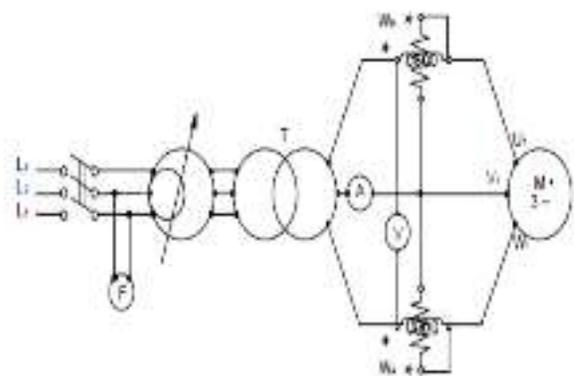
APROBADO POR : Asesor de planeación  
FECHA APROBACION:

**4. Adquisición de datos del arranque de un motor trifásico jaula de ardilla en conexión estrella y en conexión triángulo. (Esquemas eléctrico y topográfico):**

**1. Conexión del devanado del estator en estrella. Prueba en vacío:**



**2. Conexión del devanador del estator en triángulo. Prueba en corto circuito:**



ELABORADO POR:

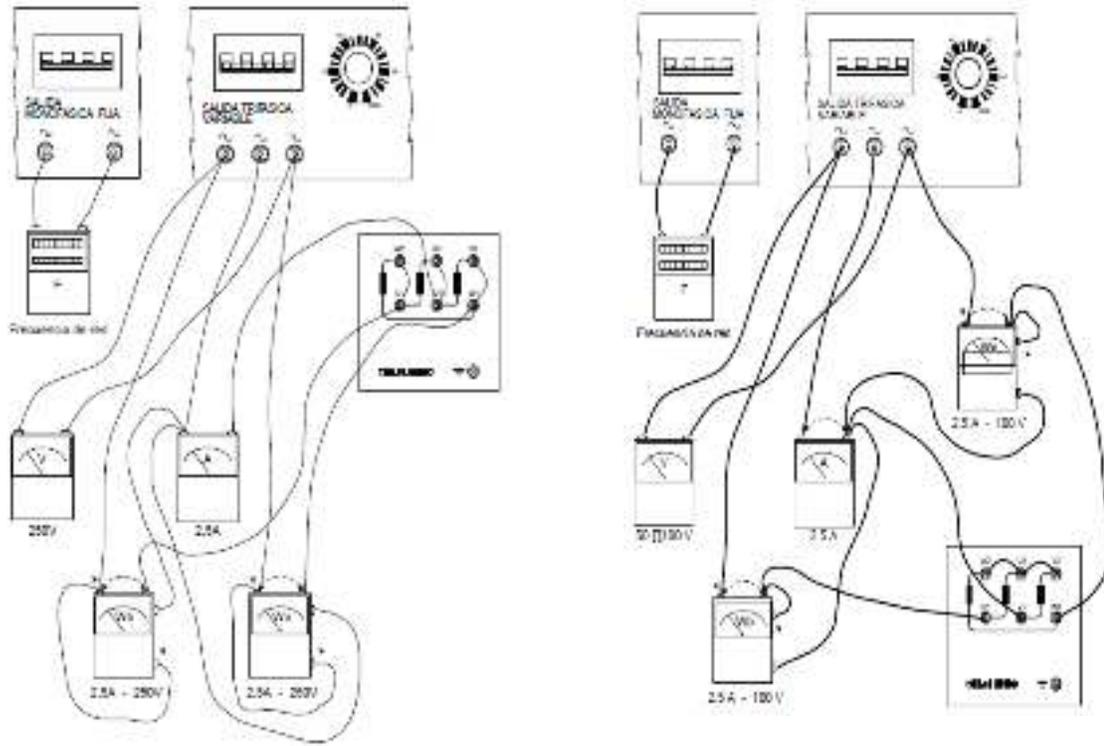
Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:



**Anexo C. Formato de pre informe de laboratorio.**

ELABORADO POR:  
Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:  
soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación  
FECHA APROBACION:

IDENTIFICACION		
PRACTICA N°: NOMBRE DE LA PRÁCTICA:		FECHA:
<b>INTEGRANTES</b>		
NOMBRE:		CÓDIGO:
NOMBRE:		CÓDIGO:
NOMBRE:		CÓDIGO:
PROGRAMA:	GRUPO: N° grupo:	DOCENTE:
RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
MARCO TEÓRICO		
MATERIALES Y EQUIPOS		
PROCEDIMIENTO (MONTAJE Y EJECUCION)		
NOTA DE SEGURIDAD		
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		

ELABORADO POR:  
Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:  
soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación  
FECHA APROBACION:



R-DC-95

## DOCENCIA

Implementación de un sistema de adquisición de datos para tres variables del laboratorio de máquinas eléctricas.

PÁGINA 202

DE 203

VERSIÓN: 01

### **Anexo D. Formato de informe de laboratorio**

ELABORADO POR:

Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:

soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación

FECHA APROBACION:

IDENTIFICACION		
PRACTICA N°: NOMBRE DE LA PRÁCTICA:		FECHA:
INTEGRANTES		CÓDIGO:
NOMBRE:		CÓDIGO:
NOMBRE:		CÓDIGO:
PROGRAMA:		DOCENTE:
GRUPO:		
N° grupo:		
RESUMEN		
TABLAS DE DATOS Y GRAFICAS		
EVALUACION Y CALCULOS		
ANALISIS DE RESULTADOS Y/O ANALISIS DE GRAFICAS		
OBSERVACIONES		
CONCLUSIONES		
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		

ELABORADO POR:  
Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:  
soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación  
FECHA APROBACION: