

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE INGENIERÍAS

**CARRERA:
INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**TEMA:
“MÓDULO DE ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE
PARÁMETROS ELECTROMECÁNICOS PARA EL
LABORATORIO DE MOTORES Y GENERADORES”**

**AUTORES:
ARAUJO ENRÍQUEZ DAVID ROBERTO
BAYAS SENISTERRA DANIEL SANTIAGO**

**DIRECTOR:
ING. OTTO W. ASTUDILLO ASTUDILLO MAE.**

GUAYAQUIL, MARZO DE 2015

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Los conceptos desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad de los autores; y el patrimonio intelectual de la misma a la **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**.

Guayaquil, Marzo de 2015

David Roberto Araujo Enríquez
C.I.: 0930364914

Daniel Santiago Bayas Senisterra
C.I.: 0917924300

CERTIFICACIÓN

Por medio de la presente doy constancia que los Sres. David Roberto Araujo Enríquez y Daniel Santiago Bayas Senisterra han desarrollado y elaborado satisfactoriamente el proyecto final de titulación, que se ajusta a las normas establecidas por la Universidad Politécnica Salesiana, por tanto, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

Ing. Otto W. Astudillo A. MAE.
DIRECTOR DEL PROYECTO

DEDICATORIA

A mis padres Dolores Enríquez
Maldonado y Santos Araujo
Alejandro por toda sus enseñanzas...

A Cindy Araujo E. y Verónica Araujo
E. por su constante apoyo...

Dedicatoria en especial a quien ha
sido mi luz, mi guía y mi camino para
seguir adelante, siendo la fuerza y el
valor para continuar.

David Araujo Enríquez

A mis padres Mariana Senisterra
Méndez y Adán Bayas Duarte, por ser
lo que son, el espíritu que me ayuda a
ser quien soy...

A mis hermanos Génesis, David y
Stalin Bayas Senisterra.

A Nicole Molina y Mishelle Tomalá,
quienes han sido una bella inspiración
para lograr alcanzar este objetivo tan
grande y a la vez tan satisfactorio.

Daniel Bayas Senisterra

AGRADECIMIENTO

Principalmente a Dios, que ha estado protegiéndome y guiándome en cada trayecto y etapa de mi vida, permitiéndome alcanzar los objetivos planteados.

Como eje fundamental para que todas mis metas y objetivos se conviertan en logros agradezco eternamente a mis padres y mis hermanas por el apoyo incondicional que me sostuvo en tiempos difíciles.

A mis compañeros de aula y de la vida que me han ayudado con sus consejos y ocurrencias a seguir con una mente positiva así como también a los docentes de la Universidad Politécnica Salesiana que me han compartido sus conocimientos y enseñanzas que me permitieron desarrollarme más como persona y profesional.

Al Ing. Otto W. Astudillo A. por su bondad y generosidad al brindarnos su apoyo y confianza de realizar este proyecto.

Gracias a la vida.

David Araujo Enríquez

Dios es todo en la vida de un ser humano, y gracias a ÉL he logrado luchar y conseguir las metas, es por eso que le agradezco todo lo que ha hecho y no solo por mí, sino por todos.

A mis padres porque son el motor que me han empujado siempre hacia adelante a ser una persona de bien, para y con todos los que me rodean.

A todos los docentes de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, que han pasado semestre a semestre, compartiendo conocimientos y experiencias profesionales, personales y morales.

A mis queridos amigos que han estado día a día, apoyándome incondicionalmente para lograr el objetivo presente.

Sobre todo un agradecimiento especial para el Ing. Otto W. Astudillo A., quien ha sido una guía llena de valores y virtudes, un amigo que ha compartido con nosotros momentos y experiencias grandiosas.

Daniel Bayas Senisterra

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD	II
CERTIFICACIÓN	III
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. EL PROBLEMA	2
1.1. Planteamiento del problema	2
1.2. Delimitación del problema	2
1.2.1. Delimitación temporal	2
1.2.2. Delimitación espacial.....	2
1.2.3. Delimitación académica.....	3
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Justificación	4
1.5. Hipótesis, Variables E Indicadores.....	4
1.5.1. Hipótesis:	4
1.5.2. Variables:.....	5
1.5.3. Indicadores.....	5
1.6. Metodología.....	6
1.6.1. Métodos.	6
1.6.2. Técnicas.	6
1.6.3. Instrumentos de Investigación y Recolección de datos.	6
1.6.3.1. Instrumentos de Investigación.....	6
1.6.3.2. Recolección de datos.....	7
1.7. Población y Muestra.	7
1.7.1. Población:	7
1.7.2. Muestra:	7
1.8. Descripción de la Propuesta.....	8
1.8.1. Beneficiarios.....	8
1.8.2. Impacto.	8
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	10
2.1. Principio de la Adquisición de Parámetros Electromecánicos.	10
2.1.1. Adquisición de datos analógicos.....	10
2.1.2. Sensores/Transductores.	12
2.1.3. Dispositivo/Equipo de DAQ (Data Adquisition).....	13
2.1.3.1. PLC.	14

2.1.4. Procesador de información	15
2.2. Esquema de la adquisición de parámetros electromecánicos	17
CAPÍTULO 3. MÓDULO DE ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE PARÁMETROS ELECTROMECÁNICOS PARA EL LABORATORIO DE MOTORES Y GENERADORES. (M.A.P.P.E.)	19
3.1. Finalidad del Módulo.....	19
3.2. Diseño del M.A.P.P.E.....	19
3.2.1. Diseño del Módulo. Descripción.	19
3.2.2. Diseño del Módulo en el software AutoCAD 2014.....	21
3.2.3. Diseño del Módulo. Finalizado.....	33
CAPÍTULO 4. DISPOSITIVOS INSTALADOS. DESCRIPCIÓN	46
4.1. Transductor de Voltaje DC (CR5320-150).....	46
4.2. Transductor de Corriente AC (CR4120-5)	47
4.3. Transductor de Voltaje AC (CR4520-250).....	48
4.4. Transductor de Corriente DC (CR5220-5)	49
4.5. Transductor de Corriente DC (CR5220-2)	50
4.6. Transductor de Frecuencia (CR6622-100)	51
4.7. Transductor de Potencia (CR6221-250-5).....	52
4.8. Transductor de Potencia (CR6220-250-5).....	53
4.9. Transductor de Corriente DC (CR5220-10)	54
4.10. Transductor de Corriente DC (CR5220-20)	55
4.11. Transductor de Corriente DC (CR5220-30)	56
4.12. Fusible Base RT8-32	57
4.13. PLC SIMATIC S7-1200 / CPU 1214C	57
4.14. Expansiones Analógicas SM 1231	58
4.15. Breaker C60N.....	58
4.16. Fusibles.....	59
4.17. Fuentes de Alimentación	59
4.18. Transformadores de Corriente	60
CAPÍTULO 5. MANEJO Y MANTENIMIENTO DEL MÓDULO DE ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE PARÁMETROS ELECTROMECÁNICOS PARA EL LABORATORIO DE MOTORES Y GENERADORES	61
5.1. Encendido, Apagado y Mantenimiento del Módulo de adquisición y procesamiento de parámetros electromecánicos.	61
5.2. Manipulación y Mantenimiento de las Fuentes de Alimentación.....	62
5.3. Manipulación y Mantenimiento de los Transductores DC y AC.....	64

CAPÍTULO 6. PRÁCTICAS DEL MÓDULO DE ADQUISICIÓN DE PARÁMETROS ELECTROMECAÑICOS	69
6.1. Práctica #1:	69
6.1.1. Delimitación.	69
6.1.2. Objetivos.....	69
6.1.2.1. Objetivos generales	69
6.1.2.2. Objetivos específicos	69
6.1.3. Marco procedimental.	70
6.1.4. Anexos.....	70
6.1.5. Normativa para el correcto uso del módulo.....	70
6.1.6. Módulo de adquisición de parámetros electromecánicos	71
6.1.6.1. Frontal Interior y posterior	71
6.1.6.2. Lateral Izquierda y Lateral Derecha.....	72
6.2. Práctica #2	73
6.2.1. Datos informativos.....	73
6.2.2. Objetivos.....	73
6.2.2.1. Objetivo general	73
6.2.2.2. Objetivos específicos	73
6.2.3. Recursos utilizados (equipos y accesorios).	73
6.2.4. Declaración	73
6.2.5. Anexos	74
6.2.6. Comunicación PLC.....	74
6.2.6.1. Cable UTP.....	74
6.2.6.2. Configuración IPv4	75
6.2.7. Programación del PLC.....	80
6.2.8. NI OPC Server	89
6.2.9. Sistema de adquisición de datos y visualización del tablero en LabView	90
6.2.10. Funcionamiento.....	92
6.3. Práctica #3	93
6.3.1. Datos informativos.....	93
6.3.2. Objetivos.....	93
6.3.2.1. Objetivo general	93
6.3.2.2. Objetivos específicos	93
6.3.3. Desarrollo	93
6.3.3.1. Marco Teórico.....	93
6.4. Práctica #4	97
Tema: Demostración Global de las Variables Electromecánicas del Banco de Pruebas para máquinas síncronas.	97

6.4.1. Datos informativos.....	97
6.4.2. Objetivos.....	97
6.4.2.1. Objetivo general.....	97
6.4.2.2. Objetivos específicos	97
6.4.3. Desarrollo	97
6.4.3.1. Marco procedimental	97
CONCLUSIONES	100
RECOMENDACIONES	101
CRONOGRAMA.....	103
PRESUPUESTO	104
BIBLIOGRAFÍA	105
ANEXOS	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil	7
Figura 2: Imagen de los Estudiantes de las Carreras de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica.	8
Figura 3: Estructura de Adquisición de Datos Electromecánicos.	11
Figura 4: Etapas Del Procesamiento De Los Datos Electromecánicos.	11
Figura 5: Cable de Comunicación Profinet.....	14
Figura 6: Esquema de Programación de LabView.....	16
Figura 7: Panel Frontal de Programación en LabView.	16
Figura 8: Esquema Descriptivo el procesamiento de parámetros electromecánicos.	17
Figura 9: Esquema Descriptivo el procesamiento de parámetros electromecánicos.	18
Figura 10: Estructura Metálica Tipo Gabinete. Estado Inicial.....	20
Figura 11: M.A.P.P.E. Diseño y distribución de las perforaciones a realizarse en el lado AC.	22
Figura 12: M.A.P.P.E. Diseño y distribución de las perforaciones a realizarse en el lado DC.	23
Figura 13: M.A.P.P.E. Diseño de la distribución y posicionamiento de los riel din y canaletas en la placa central del módulo.	24
Figura 14: M.A.P.P.E. Diseño de la distribución y posicionamiento de cada elemento en la placa central del módulo.	25
Figura 15: M.A.P.P.E. Distribución de los transductores. Hilera 1	26
Figura 16: M.A.P.P.E. Distribución de los transductores. Hilera 2	26
Figura 17: M.A.P.P.E. Distribución del PLC (CPU y Módulos de Expansión). Hilera 3	27
Figura 18: M.A.P.P.E. Distribución de los Transductores de Corriente DC y de Frecuencia. Hilera 4.....	27
Figura 19: M.A.P.P.E. Distribución de los Transductores de Corriente. Hilera 5.....	28
Figura 20: M.A.P.P.E. Distribución de las Fuentes de alimentación. Placa Inferior del Módulo.....	28
Figura 21: M.A.P.P.E. Diseño Para La Colocación De Los TCs.....	29
Figura 22: M.A.P.P.E. Diseño del posicionamiento de los TCs.	29
Figura 23: M.A.P.P.E. Diseño de la posición del Plug de Alimentación del Módulo. Lateral Izquierdo Inferior.....	30
Figura 24: M.A.P.P.E. Diseño de la Base y las Ruedas Garruchas del Módulo. Vista Frontal.....	30
Figura 25: M.A.P.P.E. Diseño de la Base y las Ruedas Garruchas del Módulo. Vista Lateral Izquierda y Lateral Derecha.	30
Figura 26: M.A.P.P.E. Diseño de la Serigrafía de lado de AC. Vista lateral izquierda.	31
Figura 27: M.A.P.P.E. Diseño de la Serigrafía de lado de DC. Vista Lateral Derecha.	32
Figura 28: M.A.P.P.E. Diseño del Módulo Finalizado.	33
Figura 29: M.A.P.P.E. Diseño del Módulo Finalizado. Vista Posterior.	33

Figura 30: M.A.P.P.E. Perforación de los respectivos orificios para las borneras. Vista lateral derecha y Vista lateral izquierda, respectivamente.	34
Figura 31: M.A.P.P.E. Proceso de lijado de la estructura.	35
Figura 32: M.A.P.P.E. Preparación de la pintura color marfil.	35
Figura 33: M.A.P.P.E. Proceso de pintado del módulo.	36
Figura 34: M.A.P.P.E. Proceso de Pintado del lado lateral del módulo.	36
Figura 35: M.A.P.P.E. Proceso de pintado de la puerta abatible	37
Figura 36: M.A.P.P.E. Proceso de pintado de la puerta abatible	37
Figura 37: M.A.P.P.E. Proceso de soldadura de la base antivuelco.	38
Figura 38: M.A.P.P.E. Proceso de colocación de las ruedas garruchas.	38
Figura 39: M.A.P.P.E. Distribución y colocación de las borneras y de las canaletas, rial din y los equipos.	39
Figura 40: M.A.P.P.E. Cableado de todo los equipos.	39
Figura 41: M.A.P.P.E. Cableado de todo los equipos. Parte 3.	40
Figura 42: M.A.P.P.E. Vista Lateral del Módulo terminado.	41
Figura 43: M.A.P.P.E. Vista Superior del módulo terminado. Parte 1.	42
Figura 44: M.A.P.P.E. Vista superior del módulo terminado. Parte 2.	42
Figura 45: Vista interior del módulo terminado. Parte 2.	43
Figura 46: M.A.P.P.E. Vista Posterior del módulo terminado.	44
Figura 47: M.A.P.P.E. Vista Posterior del módulo terminado.	45
Figura 48: CR5320-150	46
Figura 49: Configuración CR5320-150	46
Figura 50: CR4120-5	47
Figura 51: Configuración CR4120-5	47
Figura 52: CR4520-250	48
Figura 53: Configuración CR4220-250	48
Figura 54: CR5220-5	49
Figura 55: Configuración CR5220-5	49
Figura 56: CR5220-2	50
Figura 57: Configuración CR5220-2	50
Figura 58: CR6622-100	51
Figura 59: Configuración CR6622-100	51
Figura 60: CR6221-250-5	52
Figura 61: Configuración CR6221-250-5	52
Figura 62: CR6220-250-5	53
Figura 63: Configuración CR6220-250-5	53
Figura 64: CR5220-10	54
Figura 65: Configuración CR5220-10	54
Figura 66: CR5220-20	55
Figura 67: Configuración CR5220-20	55
Figura 68: CR5220-30	56
Figura 69: Configuración CR5220-30	56
Figura 70: Fusible Base RT18-32	57
Figura 71: PLC SIMATIC S7-1200 / CPU 1214C	57

Figura 72: Expansiones Analógicas SM 1231	58
Figura 73: Breaker C60N	58
Figura 74: Fusibles	59
Figura 75: Fuente de Alimentación	59
Figura 76: Transformadores de Corriente	60
Figura 77: Fuentes de Alimentación de 12V – 10A / 24V – 10A	62
Figura 78: Prueba de Consumo de Corriente de los Transductores de 12VDC y 24VDC	63
Figura 79: Fuente de Alimentación, Borneras y sus Simbologías de especificación.	64
Figura 80: Fuente Variable DC	65
Figura 81: Comprobación de los valores de entrada del transductor en el TIA PORTAL	65
Figura 82: Fuente variable AC	66
Figura 83: Amperímetro de Gancho DC y AC	67
Figura 84: Carga Resistiva Variable	67
Figura 85: Analizador de Red Monofásico	68
Figura 86: Carga Inductiva Variable	68
Figura 87: Vistas del Frontal y Posterior del Módulo	71
Figura 88: Vista lateral izquierda y derecha del Módulo	72
Figura 89: Tipos de Configuración del Terminal RJ-45	74
Figura 90: Configuración IPv4 del PLC	75
Figura 91: Visualización de las direcciones IP que reconoce el sistema operativo de la computadora	75
Figura 92: Panel de Control	76
Figura 93: Designación de dirección IPv4 al PLC desde el TIA PORTAL	77
Figura 94: Networks Connections (Conexiones de Red)	77
Figura 95: Local Area Networks Properties (<i>Propiedades de la Red de Área Local</i>)	78
Figura 96: Networks Connections (Conexiones de Red)	78
Figura 97: Networks Connections (Conexiones de Red)	79
Figura 98: Propiedades del PLC S7-1200	79
Figura 99: Designación de dirección IPv4 al PLC desde el TIA PORTAL	80
Figura 100: Comprobación de Comunicación entre la computadora y el PLC	80
Figura 101: Bloques de Programación en el TIA PORTAL	81
Figura 102: Segmentos de Programación en el TIA PORTAL	83
Figura 103: Procesamiento Voltaje AC	84
Figura 104: Procesamiento Corrientes AC	85
Figura 105: Procesamiento Voltaje DC	85
Figura 106: Procesamiento Potencia Activa	86
Figura 107: Procesamiento Potencia Reactiva	86
Figura 108: Procesamiento Frecuencia	87
Figura 109: Procesamiento Corrientes DC	88
Figura 110: Lista de Variables ingresadas en el NI OPC	90
Figura 111: Panel Frontal y Panel de Programación de la práctica en LabView	91
Figura 112: Panel Frontal de la práctica en LabView	91

Figura 113: Estructura Programación	92
Figura 114: Botón ON / OFF	92
Figura 115: Correcta conexión de Voltajes AC	94
Figura 116: Correcta conexión de Corrientes DC 5A.....	95
Figura 117: Selección variables a utilizar	95
Figura 118: Botón para comenzar a muestrear	95
Figura 119: Botón para comenzar a muestrear	96
Figura 120: Fuentes a ser medidas del banco de pruebas para máquina síncrona.	98
Figura 121: Medidores de Corriente.	98
Figura 122: Señales de activación de transductores.....	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Nombres de las Entradas del PLC.....	82
Tabla 2: Marcas utilizadas en el procesamiento de las entradas del PLC.....	83
Tabla 3: Cronograma del Desarrollo del presente proyecto.....	103
Tabla 4: Presupuesto del Proyecto.	104

RESUMEN

AÑO	ALUMNOS	DIRECTOR DE TESIS	TEMA DE TESIS
2015	DAVID ROBERTO ARAUJO ENRÍQUEZ DANIEL SANTIAGO BAYAS SENISTERRA	ING. OTTO W. ASTUDILLO A. MAE.	“MÓDULO DE ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE PARÁMETROS ELECTROMECÁNICOS PARA EL LABORATORIO DE MOTORES Y GENERADORES”

La presente tesis: **“MÓDULO DE ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE PARÁMETROS ELECTROMECÁNICOS PARA EL LABORATORIO DE MOTORES Y GENERADORES”**, se basó en aplicaciones de monitoreo de señales. Las prácticas establecidas son: Adquisición y procesamiento de señales de motores síncronos y gráficas, características del sincronismo de generadores.

El objetivo fue optimizar los tiempos de análisis y de muestreo de datos de los parámetros electromecánicos de los motores, ayudando a los estudiantes de Ingenierías Eléctrica y Electrónica a fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje y a cubrir en un mismo lapso de tiempo, mayor cantidad de conocimientos que los que se realiza al hacer muestreo de datos de manera manual.

La adquisición de los datos comprende en el uso de transductores, dispositivos DAQ y equipos de procesamiento de datos, a través de software adaptador de señas y desde la plataforma NI LabView 2013, se complementó el proyecto con gráficas y sistemas de monitoreo de todos los parámetros. La eficiencia y precisión de la toma de datos de los equipos de recaudación y también de los equipos convertidores, depende de la resolución que tienen dichos equipos (Variables de Voltaje, Corriente, Pot. Activa, Pot. Reactiva y Frecuencia), los cuales han sido adquiridos con una resolución de 13 bits para entregar una exactitud en su medida de $\pm 2.4\mu\text{A}$ (microamperios).

PALABRAS CLAVES. Diseño y construcción de un módulo para la adquisición de parámetros/fenómenos electromecánicos / software LabView 2013 / Monitoreo / Procesamiento / Transductores.

ABSTRACT

YEAR	STUDENTS	THESIS DIRECTOR	THESIS TOPIC
2015	DAVID ROBERTO ARAUJO ENRÍQUEZ DANIEL SANTIAGO BAYAS SENISTERRA	ENG. OTTO W. ASTUDILLO A. MBA.	“MODULE ACQUISITION AND PROCESSING OF ELECTRO MECHANICAL PARAMETERS FOR LABORATORY MOTORS AND GENERATORS”

This thesis: “MODULE ACQUISITION AND PROCESSING OF ELECTRO MECHANICAL PARAMETERS FOR LABORATORY MOTORS AND GENERATORS”, is based on signal monitoring applications. Established practices are: Acquisition and Signal Processing and Graphics synchronous motors, characteristics of synchronous generators.

The objective was to optimize the time of analysis and data sampling of electromechanical engine parameters, helping students of Electrical Engineering and Electronics to strengthen the teaching-learning process and cover in the same period of time as much knowledge which is done when sampling data manually.

The data acquisition includes the use of transducers, DAQ devices and data processing equipment, through signs adapter software and platform NI LabView 2013, the project was supplemented with graphic and monitoring systems for all parameters. The efficiency and accuracy of data collection equipment collection and converters equipment (Variable Voltage, Current, Pot. Active Pot. Reactive and Frequency), depends on the resolution to have such equipment, which have been acquired with a resolution of 13 bits to deliver accurate in its measurement + / - 2.4μA (micro amps).

KEYWORDS

Design and construction of a module for Adquisition of parameters/ phenomena electro mechanical / software LabView 2013 / Monitoring / Process / transducers.

INTRODUCCIÓN

En el laboratorio de Motores y Generadores donde se encuentran diferentes tipos de motores, se encuentra la limitante al momento de obtener información de los distintos parámetros electromecánicos que se encuentran en los motores, al ser estos medidos visualmente se crea un campo de inexactitud lo cual conlleva a realizar un análisis de los comportamientos cuya precisión no es la óptima.

Por medio de la adquisición de datos se desarrolló un módulo capaz de obtener dichas medidas en tiempo real y sobre todo recopilar hasta 42 parámetros electromecánicos al mismo tiempo permitiendo que toda la información necesaria para realizar gráficas y tablas sobre el comportamiento de los motores sea almacenada de manera real y en el mismo lapso de tiempo, aumentando la precisión y la exactitud , ya que varias gráficas para ser desarrolladas necesitan de uno o más fenómenos eléctricos medidos a la vez.

También permite realizar históricos donde se almacenan los datos obtenidos para un posterior análisis del funcionamiento de los motores generando tablas de adquisición de datos en el que se especifica el tiempo y fecha de muestreo para así poder generar una gráfica con respecto al tiempo del uso de los motores o generadores, estos archivos nos facilitan el análisis cuando algún motor o generador sufre un desperfecto creando el respectivo historial.

Los desarrollos están orientados a facilitar el aprendizaje de los estudiantes de la materia Máquinas Eléctricas II.

CAPÍTULO 1. EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

En el Laboratorio de Motores y Generadores, no existe un módulo en el cual haya la posibilidad de adquirir y procesar parámetros electromecánicos, provenientes de los diferentes equipos existentes en el laboratorio, por lo cual la asignatura Máquinas Eléctricas II, carece de las herramientas necesarias para visualizar los conceptos teóricos de una manera práctica, precisa y eficiente, lo cual imposibilita a los estudiantes, poder conceptualizar de una manera adecuada los temas tratados. El mismo que facilitara la comprensión teórico-práctico para el desempeño profesional de los Ingenieros Electrónicos.

1.2. Delimitación del problema

1.2.1. Delimitación temporal

La propuesta para el diseño e implementación de un módulo didáctico para el entrenamiento de Máquinas DC y AC (Síncronas y Asíncronas), fue tomando forma desde el tiempo en que aprobamos la materia Máquinas Eléctricas II (Marzo 2011), realizando desde entonces pruebas preliminares e investigaciones necesarias que llevan a plantear un esquema de proyecto de graduación con la certeza de alcanzar los objetivos que más adelante se presentarán.

Determinar el diseño y posteriormente la implementación de este tipo de módulo de entrenamiento se considera realizable para un periodo no mayor a seis meses a partir de la aprobación de este proyecto. Mayores detalles lo presentan en el respectivo cronograma de actividades.

1.2.2. Delimitación espacial

Este módulo de entrenamiento se ha diseñado e implementado para Máquinas DC, Máquinas Síncronas y Máquinas Asíncronas, y puede trabajar con cualquier motor y generador que se encuentre en el Laboratorio de Motores y Generadores de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, Laboratorio ubicado en el edificio Bloque “B” 3er piso.

1.2.3. Delimitación académica

El trabajo investigativo optimiza el desarrollo de la asignatura “Máquinas Eléctricas II”, en el ámbito experimental, llevando a la práctica todos los conceptos teóricos que los docentes demuestren por medio de datos reales para un mejor entendimientos de los estudiantes hacia la materia.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar e Implementar un módulo de adquisición y procesamiento de parámetros electromecánicos para el “Laboratorio de Motores y Generadores” de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil.

1.3.2. Objetivos específicos

- Adquirir los diferentes parámetros electromecánicos por medio de transductores de aplicación industrial.
- Diseñar el módulo en un armario metálico resistente al uso didáctico y de fácil movilización
- Instalar transductores, transformadores de corriente, PLC, módulos analógicos, cable PROFINET, fuentes de voltaje en el armario metálico.
- Utilizar un PLC S7-1200 para la adquisición de los parámetros electromecánicos y como interfaz entre los transductores y el software “NI LabView”.
- Procesar los parámetros electromecánicos utilizando el software “NI LabView”, generando valores, tablas y gráficas.
- Desarrollar 4 prácticas, las cuales se realizaran en el módulo diseñado, las prácticas a realizarse son:
 - 1. Práctica N° 1:** Normas de Seguridad del Módulo.
 - 2. Práctica N° 2:** Prueba global de funcionamiento del PLC y todos los transductores instalados.
 - 3. Práctica N° 3:** Demostración grafica de la Curva de Magnetización de una máquina síncrona.
 - 4. Práctica N° 4:** Demostración Global de las Variables Electromecánicas del Banco de Pruebas para máquinas síncronas.

1.4. Justificación

La asignatura “Máquinas Eléctricas II”, se encarga del estudio de motores y generadores que se encuentran en el “Laboratorio de Motores y Generadores”, su estudio comprende el análisis del funcionamiento de máquinas DC, Síncronas y Asíncronas los mismos, por lo cual se necesita del muestreo de parámetros electromagnéticos característicos y gráficas representativas.

El estudio de los diferentes tipos de máquinas DC y AC es de carácter fundamental para el desarrollo académico de estudiantes de las carreras de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica.

La adquisición de los distintos valores de forma real es realizada manualmente, realizando tablas y generando rangos de muestreo, con los cuales se realizan las gráficas de funcionamiento. El muestreo tomado no es sinónimo de exactitud ya que son valores oscilantes que se toman visualmente con un medidor digital (multímetro).

El tiempo utilizado para realizar dichos muestreos dependen de la cantidad de datos a tomar y de la precisión de cada uno de ellos, esto significa un gasto considerable de tiempo que se puede utilizar para avanzar en la cátedra.

El uso del “Módulo de adquisición y procesamiento de parámetros electromagnéticos para el laboratorio de motores y generadores” ayudaría en la optimización de los tiempos utilizados en muestreo de dichos datos, pudiendo así también proporcionar valores en tiempo real y de mayor precisión emitiendo según sea la necesidad y en tiempo real gráficas características de las diferentes máquinas.

1.5. Hipótesis, Variables e Indicadores.

1.5.1. Hipótesis:

El módulo desarrollado para el entrenamiento de Máquinas AC (Síncronas y Asíncronas) aumentará el nivel de entendimiento de los estudiantes ya que pondrán en práctica lo aprendido en la materia Máquinas Eléctricas II.

1.5.2. Variables:

Voltaje DC (VDC).

Voltaje AC (VAC).

Corriente DC (ADC).

Corriente AC (AAC).

Potencia Activa (W).

Potencia Reactiva (VAR).

Frecuencia (Hz).

1.5.3. Indicadores

Las variables electromecánicas “VDC” y “VAC”, efectos producidos por las fuentes de alimentación y al momento de poner en marcha motores y generadores. Para poder visualizar estas variables, se utiliza multímetros, el hecho es, que al utilizar estos instrumentos de medición, se muestra un valor estático dependiendo de la variación, esto quiere decir que no se podría realizar registro alguno.

Para poder adquirir y procesar estas variables electromecánicas virtualmente, se emplea Transductores de VDC y VAC, los cuales tienen características específicas, permiten medir señales de entrada de 0 hasta 150VDC y 0 hasta 250VAC, y convertir esta señal a una de salida de 4 hasta 20mA.

Las variables electromecánicas “ADC”, “AAC”, efectos producidos al momento de alimentar con las fuentes del laboratorio de motores y generadores, a las respectivas cargas posibles a usar, tales como son, resistencias, inductancia, capacitancias, motores y generadores.

Para poder adquirir y procesar estas variables electromecánicas virtualmente, se emplea Transductores de ADC y AAC, los cuales tienen características específicas, permiten medir señales de entrada de 0 hasta 2ADC, 0 hasta 5ADC, 0 hasta 10ADC, 0 hasta 20ADC, 0 hasta 30ADC y de 0 hasta 5AAC, y convertir esta señal a una de salida de 4 hasta 20mA.

Las variables electromecánicas “W”, “VAR” y “Hz”, efectos que se producen a partir del funcionamiento de motores o generadores, incluso en cargas resistivas, inductivas y capacitivas.

Para adquirir y procesar estas variables, se emplea Transductores de Potencia Activa (W), Potencia Reactiva (VAR) y Frecuencia (Hz), los cuales con características específicas, permiten medir señales de entrada de 0 hasta 5AAC y de 0 hasta 250VAC en el caso de los transductores de potencia activa y reactiva, y en el caso de los transductores de frecuencia, de 0 hasta 100Hz y de 0 hasta 250VAC.

Los datos técnicos con más detalles de cada transductor, se los puede ver en anexos, hojas técnicas de los transductores.

1.6. Metodología.

1.6.1. Métodos.

El método deductivo, se aplicó en el presente proyecto, ya que al presenciar las clases de máquinas eléctricas II, se analizó la dificultad de comprensión de la materia de una manera eficiente, por lo cual se dedujo una manera de mejorar dicha comprensión al diseñar el presente módulo, el cual facilita lo antes mencionado.

1.6.2. Técnicas.

La observación como técnica, se la utilizó para analizar el desarrollo de la materia de Máquinas Eléctricas II, en la cual se evidenciaba la dificultad al poder visualizar los datos electromecánicos de una manera rápida y eficiente.

La parte experimental como técnica, fue usada para corroborar lo expuesto en la técnica de observación, al realizar pruebas experimentales en el laboratorio, evidenciando lo propuesto, se logró acelerar el proceso y elevar la eficiencia en la distribución de conocimiento en la materia de Máquinas Eléctricas II.

1.6.3. Instrumentos de Investigación y Recolección de datos.

1.6.3.1. Instrumentos de Investigación.

Uno de los instrumentos para el desarrollo del proyecto, ha sido el laboratorio de motores y generadores, como también los equipos que lo conforman, ya que de esta

manera se pudo realizar pruebas para lograr realizar el diseño y reestructuración del módulo.

Libro de prácticas de máquinas eléctricas, un instrumento muy importante para poder realizar el desarrollo de las prácticas para la adquisición de datos.

1.6.3.2. Recolección de datos.

Los datos se recolectaron en el laboratorio de motores y generadores, en el cual se realizaron pruebas para determinar los datos necesarios para el comportamiento de las variables electromecánicas.

También se logró recolectar datos a partir de las clases de máquinas eléctricas II, analizando y desarrollando las prácticas manualmente, para así poder diseñar una manera de agilizar las prácticas.

1.7. Población y Muestra.

1.7.1. Población:

Los estudiantes que cursan las carreras de Ingeniería Eléctrica y Electrónica en la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil.



Figura 1: Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil

Fuente: Los Autores

1.7.2. Muestra:

Los estudiantes que cursan la materia de Máquinas Eléctricas II de las carreras de Ingeniería Eléctrica y Electrónica en la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil.



Figura 2: Imagen de los Estudiantes de las Carreras de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica.

Fuente: Los Autores

1.8. Descripción de la Propuesta.

Se Diseñó e implementó un módulo de entrenamiento de adquisición y procesamiento de parámetros electromecánicos, utilizando LabView como herramienta informática para visualizar, adquirir y procesar información tomada del sistema.

Mediante este módulo se beneficiará a todos los estudiantes de la asignatura “Máquinas Eléctricas II”, de las carreras de Ingeniería Electrónica y Eléctrica.

1.8.1. Beneficiarios.

Las personas que resultarán beneficiadas con este proyecto serán los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil que cursen la materia de:

- Máquinas Eléctricas II. Ingeniería Electrónica. Sistemas Industriales
- Máquinas Eléctricas II. Ingeniería Electrónica. Telecomunicaciones
- Máquinas Eléctricas II. Ingeniería Eléctrica

Además, laboratoristas, docentes, investigadores, etc., sobre el estudio de Máquinas DC y AC (Síncronas y Asíncronas).

1.8.2. Impacto.

Al realizar el presente proyecto, se logra obtener un desarrollo de mayor eficiencia en la enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, al lograr analizar y adquirir datos de parámetros electromecánicos, tales como voltaje, corriente, potencia activa, potencia reactiva y frecuencia. Así de esta manera

el estudiante logrará captar mucha más información eficientemente, logrando así, abarcar más temas de carácter profesional mismo de un ingeniero.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Principio de la Adquisición de Parámetros Electromecánicos.

2.1.1. Adquisición de datos analógicos.

La adquisición de datos se basa principalmente en obtener valores en tiempo real de fenómenos del entorno que nos rodea sean estos fenómenos físicos o eléctricos, tales como temperatura, sonido, intensidad lumínica, voltajes, corrientes, frecuencia, etc. y poder manipularlos para generar controles, realizar análisis y emitir acciones según la información obtenida de lo que sucede en nuestro medio. (National Instruments, 2015)

Para lograr acondicionar una señal análoga en una señal digital se utiliza un CAD o ADC (*Conversor Analógico Digital; Analog to Digital Converter*), dispositivos capaces de convertir una señal de Voltaje o de Corriente en una señal binaria o digital. Se utiliza señales de referencia para determinar el rango de trabajo de la señal de entrada. (National Instruments, 2015)

La resolución de estos dispositivos está dada por la cantidad de información que puede almacenar según los bits de su salida, ejemplo:

Considerando una entrada de 10VDC y una resolución de salida de 8 bits, se tendrá:

Resolución= Voltaje Entrada/Salida de bits en números digitales

Resolución= $[10V / (2^8)]$

Resolución= $[10V / 256]$

Resolución= 0.0390625

Resolución $\approx$ 39.06mV

Si se aumenta la resolución en bits de la lectura se tendrá una mayor resolución, para efectos de comprobación utilizaremos los valores propuestos en los módulos analógicos.

Considerando una entrada de 10VDC y una resolución de salida de 13 bits, se tendrá:

Resolución= Voltaje Entrada/Salida de bits en números digitales

Resolución= $[20\text{mA} / (2^{13})]$

Resolución= $[20\text{mA} / 8192]$

Resolución= 0.00244170430960810645830789891344

Resolución $\approx 2.44\mu\text{A}$

La adquisición de datos utiliza tres etapas establecida por NATIONAL INSTRUMENTS que permiten transformar la información obtenida y procesarla de una manera eficiente (Figura 3).



Figura 3: Estructura de Adquisición de Datos Electromecánicos.

Fuente: National Instruments. Título Recuperado de: <http://www.ni.com/data-acquisition/what-is/esa/>

Adaptando este modelo a las necesidades y funcionalidades del tablero se estableció la estructura base (Figura 4). Se remplazó los sensores por los transductores ya que la adquisición es de fenómenos eléctricos, para convertir las señales analógicas en digitales se utiliza como dispositivo de adquisición de datos al PLC y como software controlador y visualizador se utilizó el NI LABVIEW 2013. (National Instruments, 2015)



Figura 4: Etapas Del Procesamiento De Los Datos Electromecánicos.

Fuente: Los autores

2.1.2. Sensores/Transductores.

Los sensores permiten leer fenómenos físicos del medio (entorno) y producir señales eléctricas estándar y no afecta las propiedades de los parámetros a medir, se utilizan los sensores para obtener valores sin influenciar en su valor de medida.

En el medio podemos encontrar una gran variedad de sensores que nos permiten medir muchos tipos de fenómenos físicos, se los puede solicitar según su rango de operación, precisión, tiempo de muestreo, tipo de salida sea digital o analógica, resistencia, costo, etc. (Pallas Areny Ramon, 2003)

Entre los fenómenos físicos más comunes que un sensor puede medir se encuentran:

- Temperatura
- Distancia, posición y desplazamiento
- Presión y fuerza
- Caudal
- Velocidad lineal y rotativa
- Luz
- Sonido
- Humedad
- Humo
- pH

A diferencia de los sensores los transductores convierten un tipo de energía en otra, de esta manera utilizan una pequeña cantidad de las propiedades a adquirir. Los transductores se emplean en fenómenos eléctricos utilizando una pequeña parte de ellos para la conversión de los mismos, por ejemplo para determinar cuanta corriente pasa por un cable, se utiliza el campo electromagnético que dicho cable produce en un anillo de láminas de hierro, este pequeño campo produce una corriente que puede ser medida mediante un circuito electrónico y convertirla en una de las salidas estándar. (Pallas Areny Ramon, 2003)

Los fenómenos eléctricos que los transductores pueden medir son:

- Voltaje AC y DC (V)
- Corriente AC y DC (A)
- Potencia Activa (W)
- Potencia Reactiva (VAR)
- Factor de Potencia
- Frecuencia (Hz)

Alguno de estos fenómenos se puede deducir mediante fórmulas matemáticas sin necesidad de emplear un transductor, pero se aconseja emplear uno para corroborar la medida.

Para entregar la información se utiliza señales eléctricas industriales comunes en la salida de los transductores que se encuentran a nivel comercial de:

- 0..5 VDC
- 0..10VDC
- 0..20mADC
- 4..20mADC

2.1.3. Dispositivo/Equipo de DAQ (Data Adquisition).

Estos dispositivos permiten leer la información tanto de sensores como de transductores por medio de señales eléctricas estándar, sea en voltaje como en corriente continua.

Los equipos DAQ tienen como referencia la posibilidad de lectura de varios sensores o transductores en tiempos en el orden de los micro segundos, logrando un muestreo muy rápido el cual es considerado tiempo real y también recibiendo la mayor cantidad de información al instante. Según el dispositivo empleado será la precisión del dato obtenido.

Entre estos dispositivos se encuentra el PLC (*Programmable Logic Controller: Controlador Lógico Programable*), que en la industria es muy utilizado por su precisión, versatilidad, potencia y rentabilidad. (National Instruments, 2015)

2.1.3.1. PLC.

Dispositivos utilizados en la automatización de procesos electromecánicos, en los que se incluyen la adquisición de señales digitales o analógicas provenientes de sensores o entradas discretas que se procesa para generar una acción dependiendo del funcionamiento del proceso.

Consta de una interfaz estandarizada de comunicación Profinet que está basada y trabaja con el protocolo de comunicación TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol; Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet*).

El protocolo TCP/IP permite la comunicación de la computadora con el PLC configurando la Ipv4 de ambos dispositivos. Por default la Ip del dispositivo automático es 192.168.0.1, si las configuraciones de las IP de ambos dispositivos no coinciden no se podrá establecer una comunicación y generara un error entre PLC-PC.

Las comunicaciones de los PLC están expuestas a interferencias electromagnéticas en su cable de conexión, para esto el fabricante SIEMENS ha desarrollado una mejora en el cable multipar y lo llamó PROFINET. Este cable posee doble apantallamiento; en cada par de cables y en los 4 grupos de cables y conectores mucho más eficientes, además de esto posee una capucha resistente a altas temperaturas y auto extingible al fuego característica de color verde. Aun así se recomienda no acercar los cables de comunicación cerca de cables o dispositivos que puedan generar un campo electromagnético. (Viloria, J. R., 2009)



Figura 5: Cable de Comunicación Profinet
Fuente: Siemens-Profinet

Los autómatas tienen como opción aumentar sus salidas o entradas siendo capaces de manejar distintos tipos de datos al mismo tiempo y en un solo equipo. Además poseen la facilidad de ser programables a conveniencia del usuario que los empleen en algún proceso.

Para programar los PLC Siemens se debe utilizar el software TIA PORTAL (Totally Integrated Automation Portal) el mismo que cuenta con 3 lenguajes de programación según la norma DIN EN 61131-3 que son:

- Awl: Anweisungsliste; STL; Lista de instrucciones
- Kop: Kontaktplan; LD o LAD Ladder, Diagrama de Contactos
- FBS: Funktionsbausteinsprache; FUP Funktionsplan; Diagrama de funciones

Este software crea el firmware con el cual el PLC va a ser gobernado y el mismo que una vez descargado en el dispositivo no necesita de la Computadora para su funcionamiento. (Viloria, J. R., 2009)

2.1.4. Procesador de información

Los equipos que procesan información y que además de ello pueden realizar otras operaciones, son los que obtienen la información ya convertida de un valor en magnitudes y que puede almacenarlas, visualizarlas y manipularlas para poder tener un conocimiento.

Los computadores de hoy en día tienen la funcionalidad de cumplir con todos los parámetros que se necesitan para procesar los datos obtenidos y emitir gráficas, tablas, históricos y crear SCADA'S de los distintos procesos industriales por medio de un software de procesamiento de datos, que además de ser intuitivo y de fácil comprensión, cuenta con la mayor cantidad de alternativas para el procesamiento y visualización de los datos.

El software de interfaz para la comunicación entre PLC-LabView es el OPC NI SERVER, este mismo permite crear los archivos donde las señales se van a guardar los datos y serán los registros que el LabView podrá reconocer para ser utilizados como datos guardados en variables.

El software de procesamiento de los datos obtenido es el SOFTWARE DE DESARROLLO DE SISTEMAS NI LABVIEW, el mismo que consta de múltiples herramientas que permiten crear procesos y tener información de cada una de las partes pues consta de la pantalla de visualización y de su respectiva programación en lenguaje de bloques.

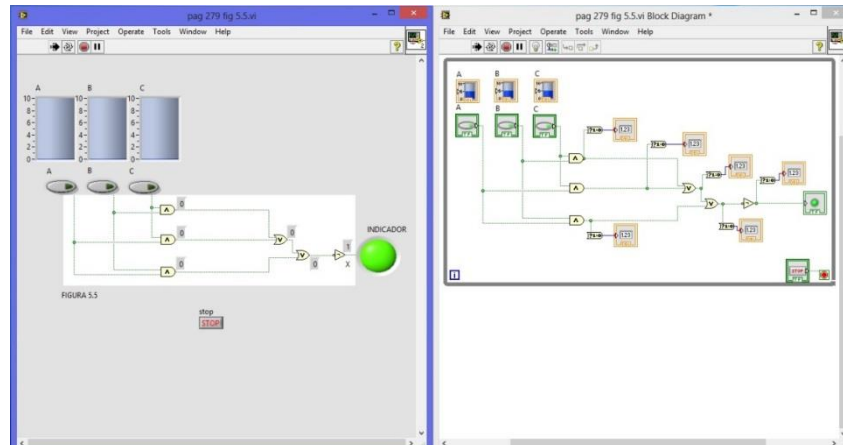


Figura 6: Esquema de Programación de LabView
Fuente: National Instruments

Este software permite crear gráficos en tiempo real de las señales que han sido obtenidas del entorno y a su vez generar registros históricos de los datos.

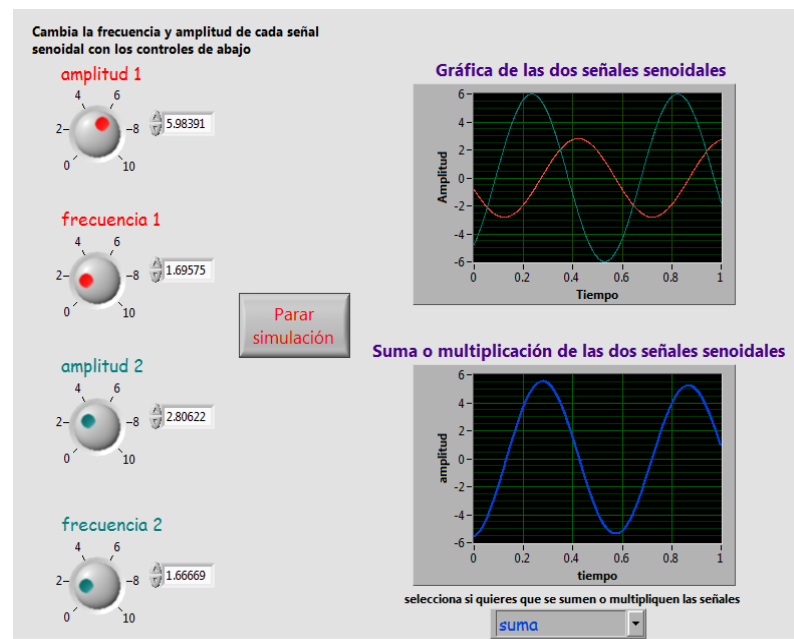


Figura 7: Panel Frontal de Programación en LabView.
Fuente: National Instruments

2.2. Esquema de la adquisición de parámetros electromecánicos

Siguiendo las tres etapas de la adquisición de datos se estableció la estructura de dos maneras a utilizar para los diferentes tipos de transductores empleados en el módulo de adquisición de parámetros electromecánicos.

Para los transductores de Voltaje Ac y Dc, Frecuencia y Corrientes continuas, se estableció la siguiente estructura:

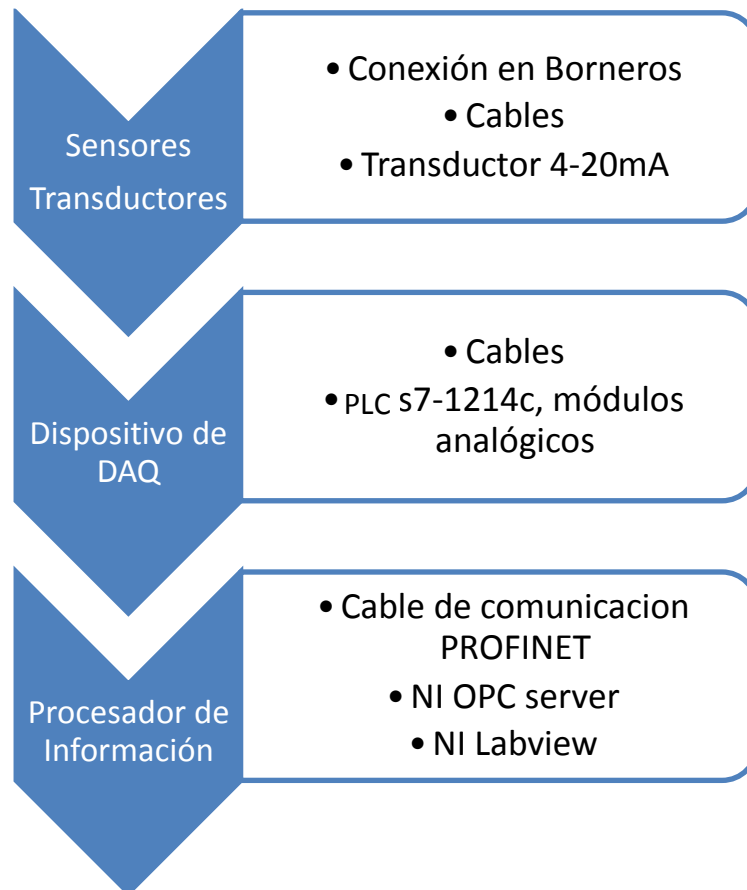


Figura 8: Esquema Descriptivo el procesamiento de parámetros electromecánicos.

Fuente: Los autores

Para los transductores de Corriente Ac, Potencia activa y Potencia reactiva se estableció la siguiente estructura:

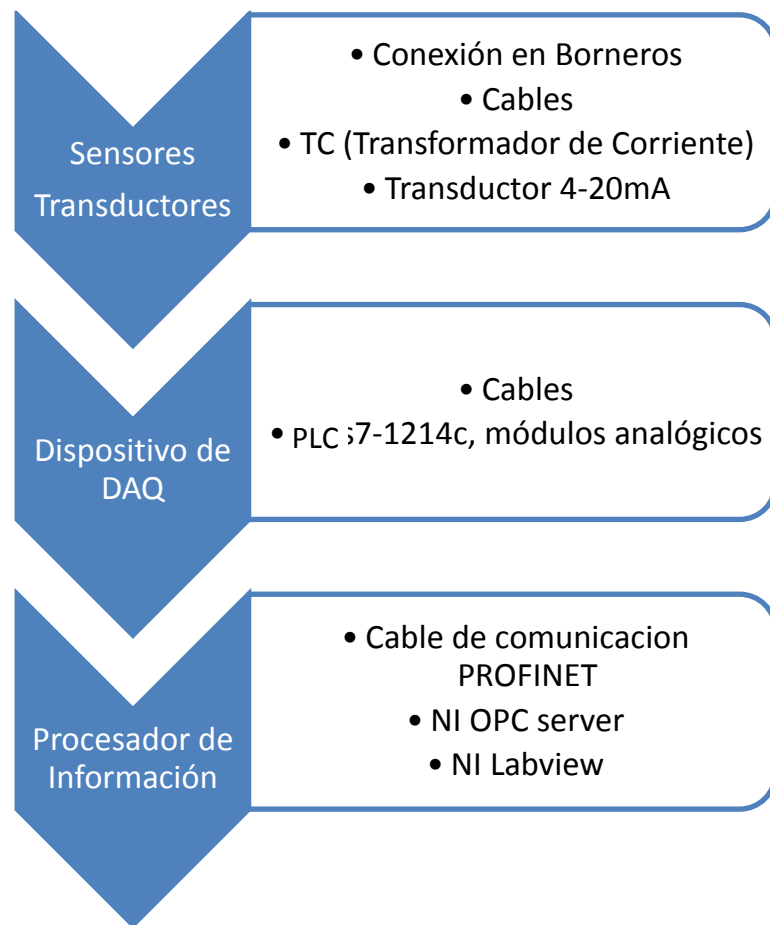


Figura 9: Esquema Descriptivo el procesamiento de parámetros electromecánicos.

Fuente: Los autores

CAPÍTULO 3. MÓDULO DE ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE PARÁMETROS ELECTROMECÁNICOS PARA EL LABORATORIO DE MOTORES Y GENERADORES. (M.A.P.P.E.)

3.1. Finalidad del Módulo.

El módulo ha sido diseñado con la finalidad de otorgar a los estudiantes de las materias de Máquinas Eléctricas II de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, la posibilidad de visualizar de manera práctica los conceptos teóricos de los diferentes parámetros electromecánicos, provenientes de los diferentes equipos existentes en el laboratorio de motores y generadores. Esto facilitará a los estudiantes comprender las diferentes prácticas a realizarse en dicho laboratorio de una manera precisa y eficiente.

3.2. Diseño del M.A.P.P.E.

3.2.1. Diseño del Módulo. Descripción.

Al analizar las necesidades que presenta la materia de Máquinas Eléctricas II y así mismo el Laboratorio de Motores y Generadores, para poder visualizar virtualmente las variables electromecánicas que presenta los diferentes equipos que se encuentran en el mismo, se resolvió, diseñar un módulo en base a una estructura metálica básica tipo gabinete, el módulo en su primera etapa de diseño, constaba de las siguientes características (Anexos, Diseño del Módulo):

- Dimensiones de la estructura metálica tipo gabinete: 160cm x 91cm x 30cm
- Puerta abatible con vidrio, con apertura de 180°.
 - Dimensiones: 118cm x 87.50cm
- Puertas Corredizas (Parte Inferior).

Tal y como se describió en la parte de “Indicadores, Capítulo I” cada una de las variables. Se analizó la cantidad de dispositivos a instalarse, y se procedió a reestructurar el módulo, sujeto a las dimensiones de cada elemento, de una manera que pueda contener los 95 dispositivos y las respectivas borneras como puertos de entradas.



Figura 10: Estructura Metálica Tipo Gabinete. Estado Inicial

Fuente: Los autores

Para poder realizar el diseño, distribución y posicionamiento, tanto de las perforaciones como de los equipos, a continuación se realiza una breve descripción de los elementos a utilizarse.

Los dispositivos a instalarse están distribuidos de la siguiente manera:

1. 42 Transductores (Td).
 - a. 6 Td VDC (Voltaje DC).
 - b. 4 Td AAC (Corriente AC).

- c. 4 Td VAC (Voltaje AC).
 - d. 17 Td ADC (Corriente DC).
 - e. 3 Td Frec. (Frecuencia).
 - f. 4 Td PQ (Potencia Reactiva).
 - g. 4 Td PA (Potencia Activa).
- 2. 31 Fusibles Base
- 3. 1 Breaker de Encendido del Módulo.
- 4. 1 PLC S7 1200
 - a. 1 CPU 1214C
 - b. 6 Módulos de Expansión SM de 8 Entradas Analógicas.
- 5. 2 Fuentes de Alimentación de 110V / 220V.
 - a. 1 Fuente de alimentación con una capacidad de suministrar 12VDC de 10 ADC.
 - b. 1 Fuente de alimentación con una capacidad de suministrar 24VDC de 10ADC.
- 6. 12 TC (Transformadores de Corriente).
- 7. 118 Borneras.
 - a. 18 Borneras Disponibles para expansión del módulo.
 - b. 100 Borneras designadas para cada transductor.
- 8. Plug Macho 110VAC para alimentación general del módulo.
- 9. Cable PROFINET

En el Capítulo 4, se detalla más información sobre cada elemento.

3.2.2. Diseño del Módulo en el software AutoCAD 2014.

A partir de la estructura metálica tipo gabinete en su estado inicial, se comienza a realizar el diseño, el cual se modificará y restructurará.

Primero se empezó a diseñar la distribución de las borneras. Como en el módulo se cuenta con dos tipos de corrientes, AC y DC, se decidió distribuir cada uno en cada lado del tablero (Figura 11 y Figura 12).

VISTA
LATERAL
IZQUIERDA

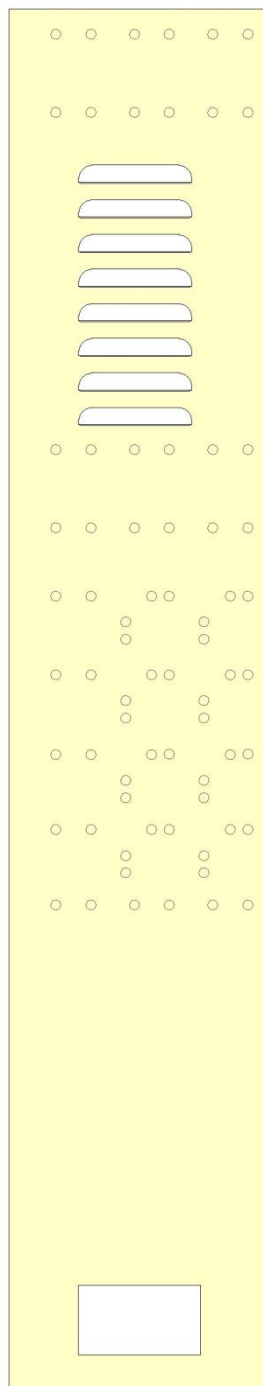


Figura 11: M.A.P.P.E. Diseño y distribución de las perforaciones a realizarse en el lado AC.

Fuente: Los Autores

VISTA
LATERAL
DERECHA

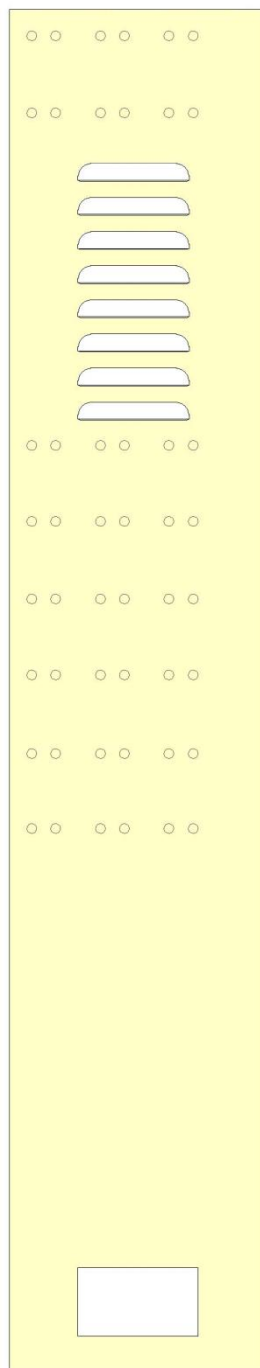


Figura 12: M.A.P.P.E. Diseño y distribución de las perforaciones a realizarse en el lado DC.

Fuente: Los Autores

Una vez realizado el diseño de cada lado del módulo, se procedió a diseñar la distribución y posicionamiento del ríal din y las canaletas en la placa central del módulo. Dado que son 42 transductores a colocarse y el PLC mas sus módulos de expansión analógicas, se distribuye en 5 partes aproximadamente iguales (Figura 13).

PLACA CENTRAL DEL MÓDULO

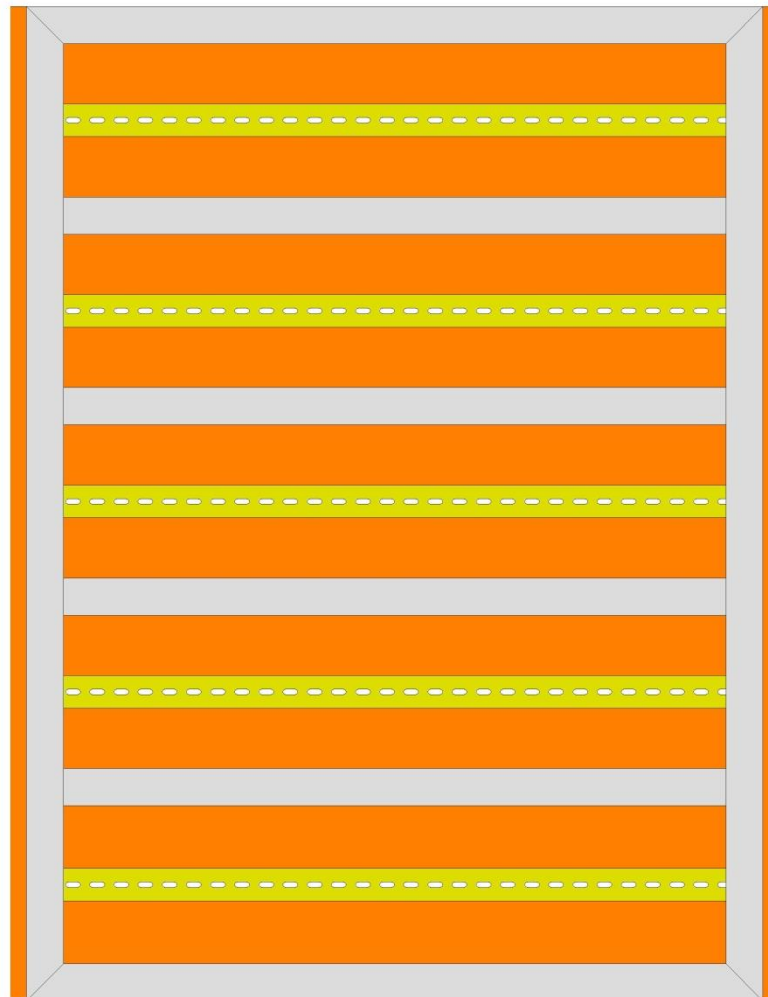


Figura 13: M.A.P.P.E. Diseño de la distribución y posicionamiento de los ríal din y canaletas en la placa central del módulo.

Fuente: Los Autores

A partir del diseño de la distribución del ríal din y las canaletas, se diseñó el posicionamiento de los elementos, con esto se refiere, a los Transductores, PLC, Módulos de expansión analógica, Fusibles Base y el Breaker principal.

El PLC más los módulos de expansión analógica se colocaron en la hilera de la mitad, con su respectiva protección (Fusible Base).

Los Transductores se distribuyeron dependiendo del espacio que utilizan cada uno, por ejemplo, un transductor de corriente tiene un espacio mayor al de un transductor de voltaje, dado que este, necesita medir corriente con el efecto hall, y para esto se necesita cruzar el cable a través del mismo (Figura 14).

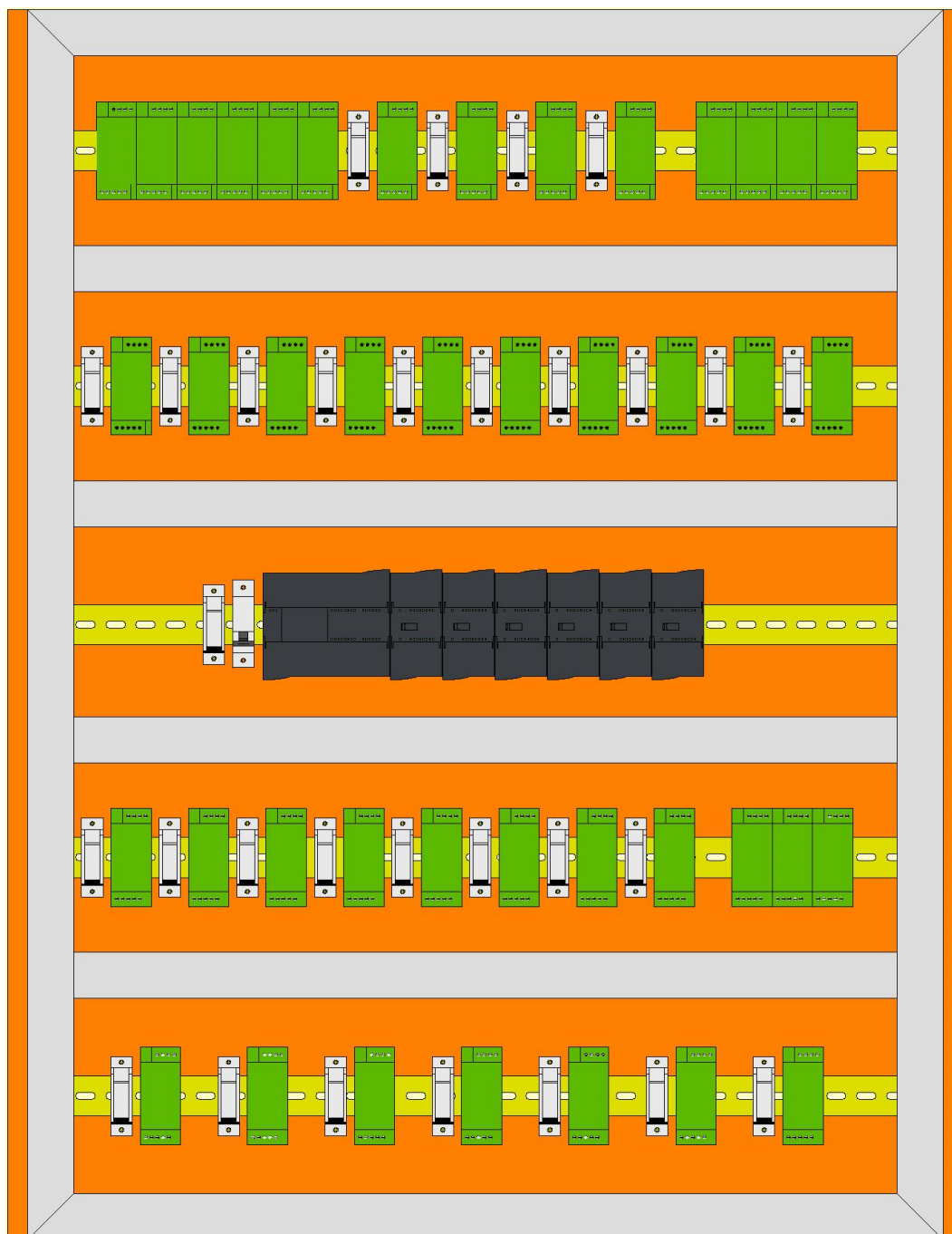


Figura 14: M.A.P.P.E. Diseño de la distribución y posicionamiento de cada elemento en la placa central del módulo.

Fuente: Los Autores

En la “hilera 1” se encuentran los transductores de voltaje AC, Corriente AC y Voltaje DC, con sus respectivos Fusible Base de Protección (Figura 15).

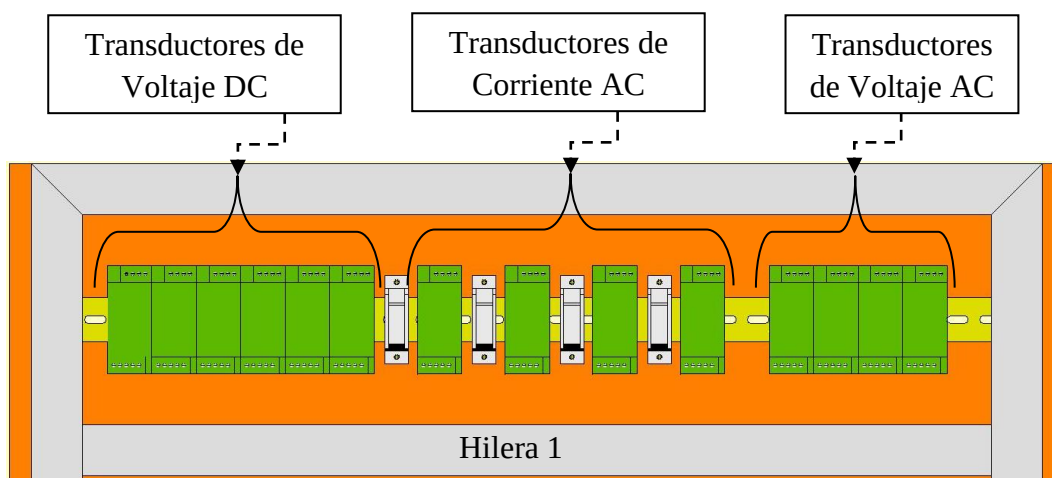


Figura 15: M.A.P.P.E. Distribución de los transductores. Hilera 1
Fuente: Los Autores

En la “hilera 2” se encuentran los transductores de Corriente DC, de 2A y 5A, con sus respectivos Fusible Base de protección (Figura 16).

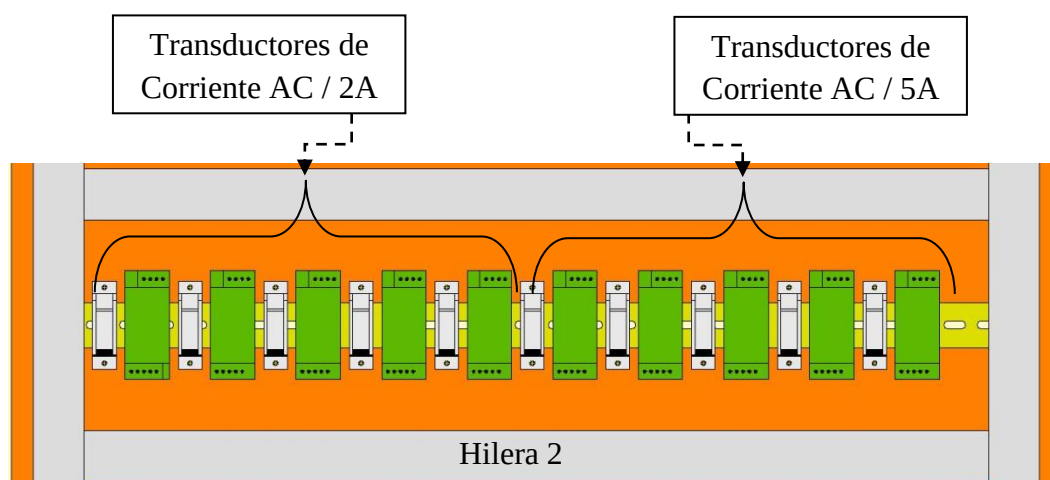


Figura 16: M.A.P.P.E. Distribución de los transductores. Hilera 2
Fuente: Los Autores

En la “hilera 3” se encuentra el PLC S7 1200 (CPU 1214C), con sus módulos de expansión analógica, con su respectivo Fusible Base de Protección y el Breaker general de Funcionamiento (Figura 17).

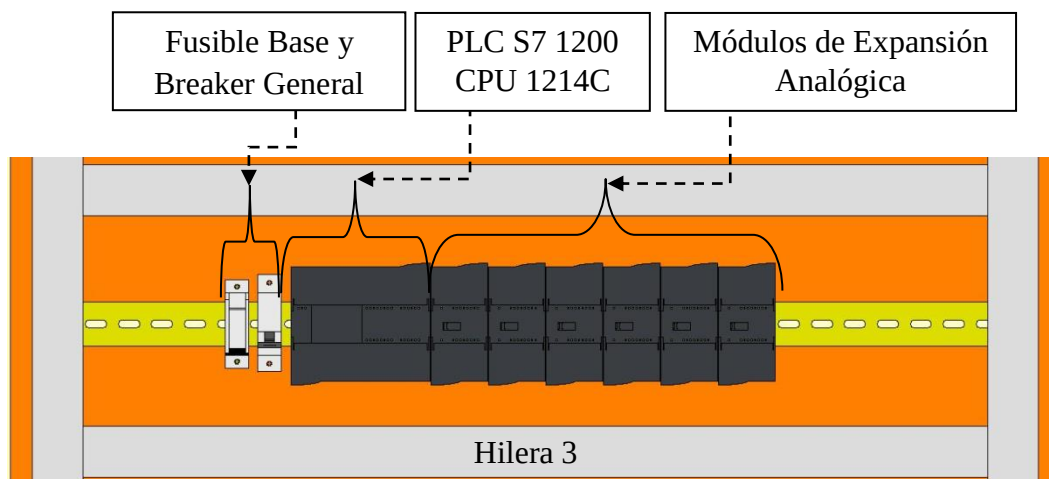


Figura 17: M.A.P.P.E. Distribución del PLC (CPU y Módulos de Expansión). Hilera 3

Fuente: Los Autores

En la “hilera 4” se encuentran los transductores de Corriente DC, de 5A, con sus respectivos Fusibles Base de Protección y los transductores de Frecuencia AC, de 0 hasta 100Hz (Figura 18).

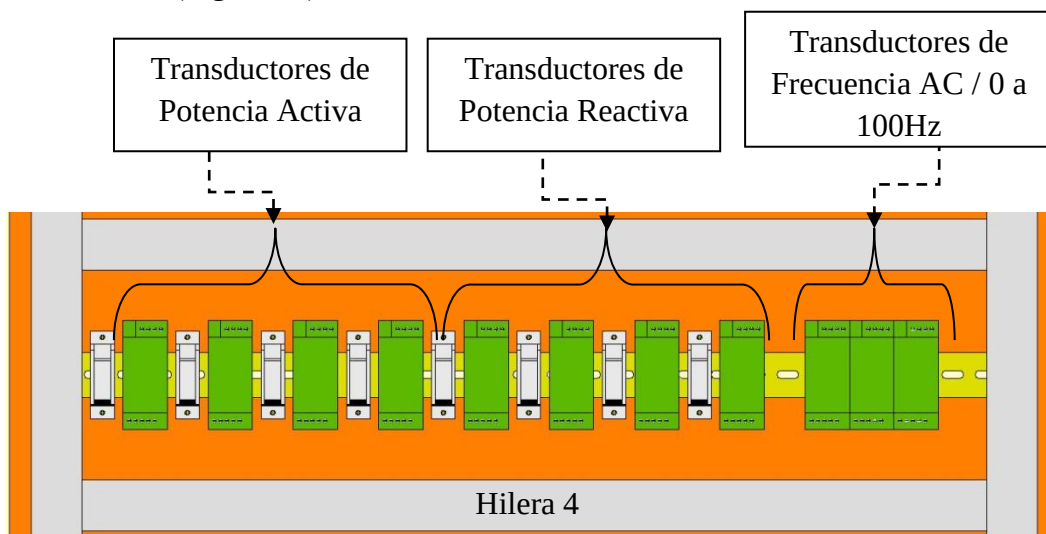


Figura 18: M.A.P.P.E. Distribución de los Transductores de Corriente DC y de Frecuencia. Hilera 4

Fuente: Los Autores

En la “hilera 5” se encuentran los transductores de Corriente DC, de 10A, 20A y 30A, con sus respectivos Fusibles Base (Figura 19).

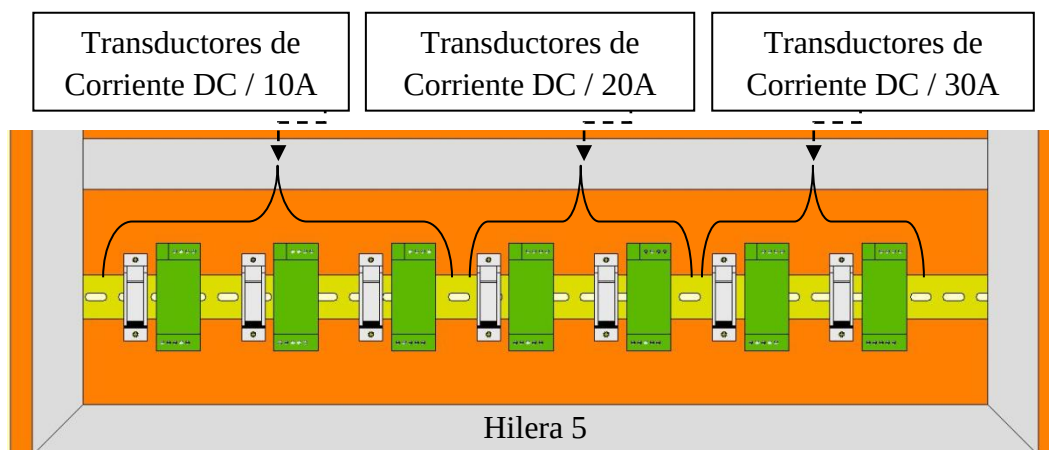


Figura 19: M.A.P.P.E. Distribución de los Transductores de Corriente. Hilera 5
Fuente: Los Autores

Una vez diseñada la distribución en la placa central, se procedió al diseño de la placa inferior (Figura 20), donde se colocaron las fuentes de alimentación para los transductores y el PLC.

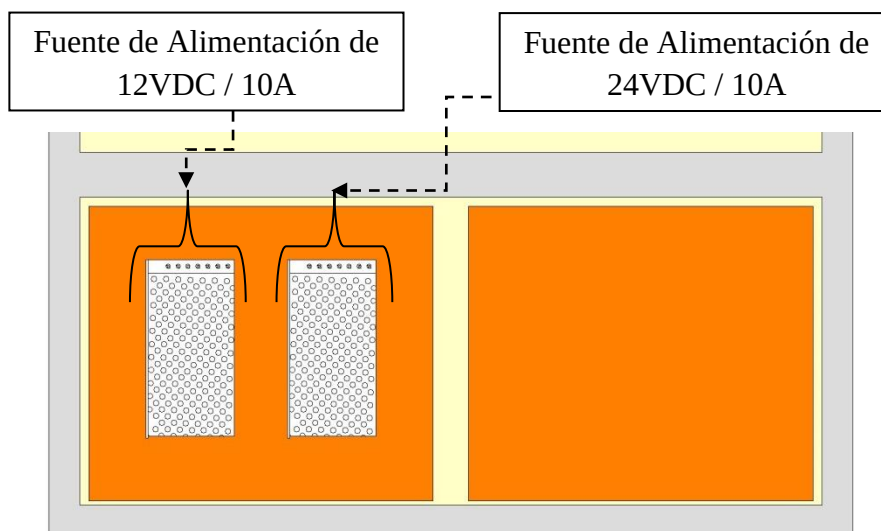


Figura 20: M.A.P.P.E. Distribución de las Fuentes de alimentación. Placa Inferior del Módulo.
Fuente: Los Autores

Como los transductores de Potencia Activa, Potencia Reactiva y Corriente AC, solamente aceptan como señal de entrada Corrientes de hasta 5A, se utilizó TCs (Transformadores de Corriente), ya que la corriente a medir como variable electromecánica podrá llegar hasta 10AAC, y con estos TCs se logra reducir la señal

de entrada para los transductores. A continuación se muestra el diseño, distribución y posicionamiento de los TCs.

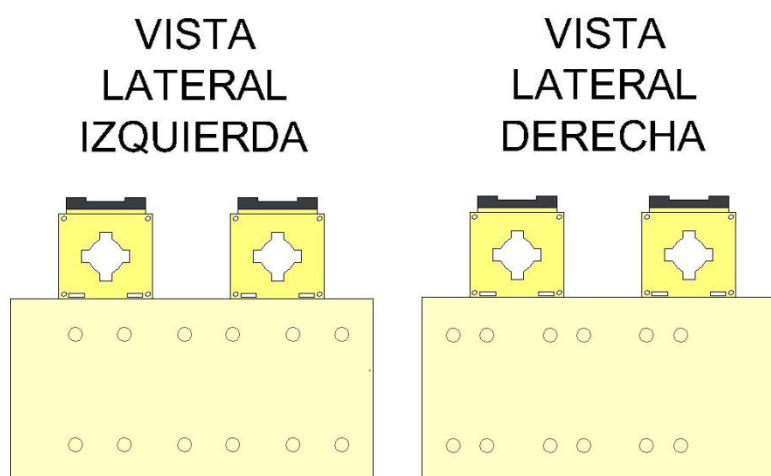


Figura 21: M.A.P.P.E. Diseño Para La Colocación De Los TCs.
Fuente: Los Autores

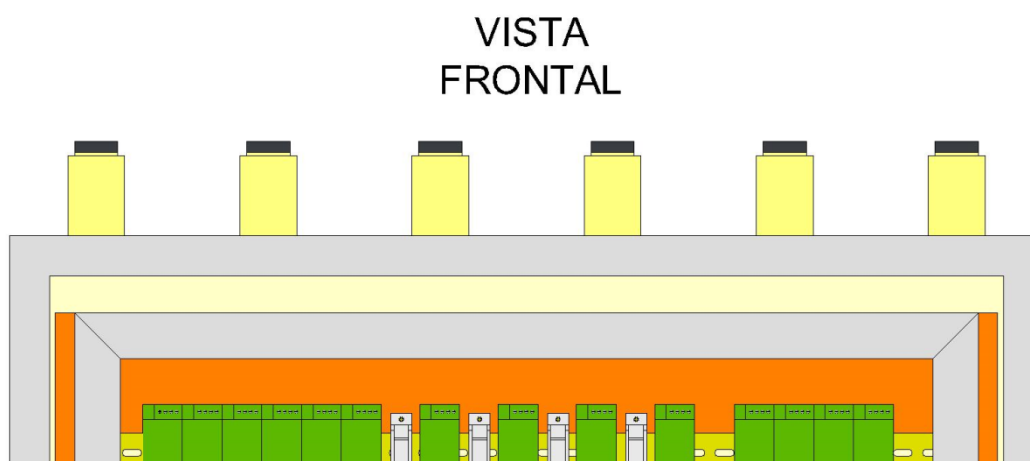


Figura 22: M.A.P.P.E. Diseño del posicionamiento de los TCs.
Fuente: Los Autores

El módulo se alimenta con una tensión de 110V, por lo cual se diseñó en la parte lateral izquierda del mismo, un puerto para colocar un plug macho de tres líneas (Fase, Neutro y Tierra) (Figura 23).

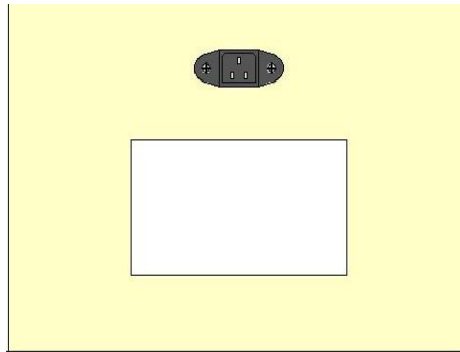


Figura 23: M.A.P.P.E. Diseño de la posición del Plug de Alimentación del Módulo. Lateral Izquierdo Inferior.

Fuente: Los Autores

Inicialmente la estructura metálica tipo gabinete, no contaba con una base fija que logre evitar volcamiento de la misma, debido a esto y también al peso que aumentaría al colocar cada elemento, se diseñó una estructura metálica base, con mayor dimensión que la base del módulo en sí, logrando estabilizar y al mismo tiempo movilizar en todas las direcciones sin ningún inconveniente alguno (Figura 24 y Figura 12).

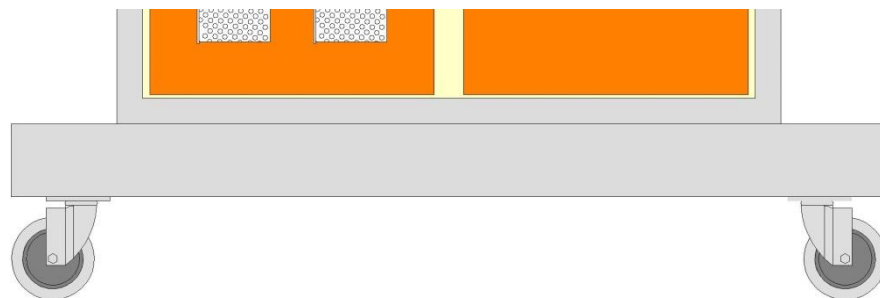


Figura 24: M.A.P.P.E. Diseño de la Base y las Ruedas Garruchas del Módulo. Vista Frontal

Fuente: Los Autores

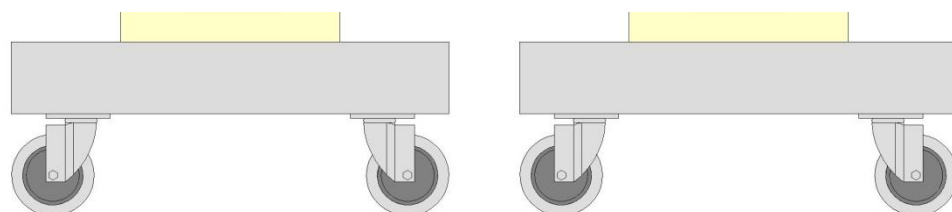


Figura 25: M.A.P.P.E. Diseño de la Base y las Ruedas Garruchas del Módulo. Vista Lateral Izquierda y Lateral Derecha.

Fuente: Los Autores

Finalmente se diseñó la serigrafía, la cual especifica el nombre de cada bornera a la cual pertenece con respecto al transductor que haya sido designado (Figura 26 y Figura 27).

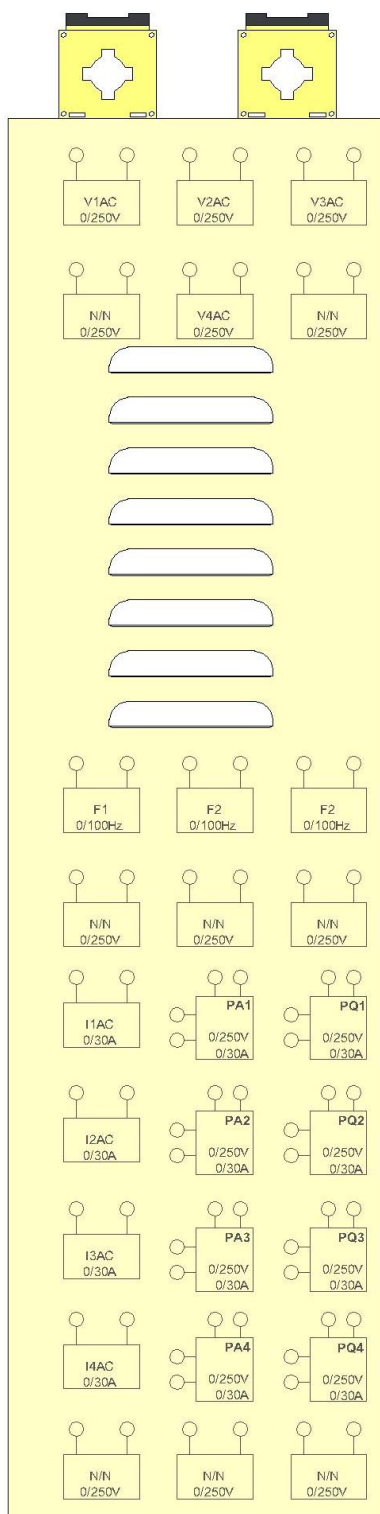


Figura 26: M.A.P.P.E. Diseño de la Serigrafía de lado de AC. Vista lateral izquierda.

Fuente: Los Autores

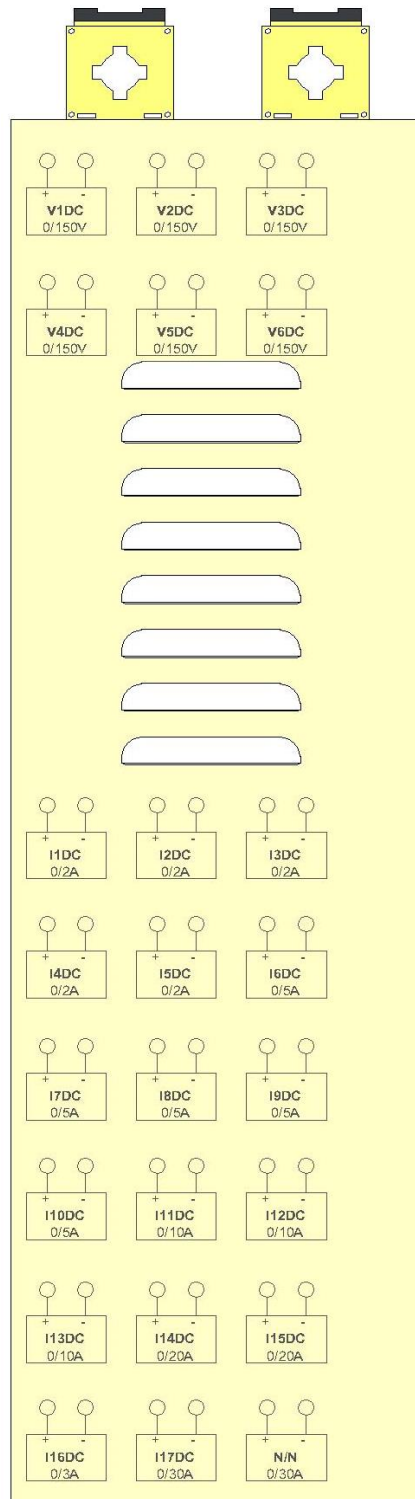


Figura 27: M.A.P.P.E. Diseño de la Serigrafía de lado de DC. Vista Lateral Derecha.

Fuente: Los Autores

3.2.3. Diseño del Módulo. Finalizado.

A continuación se presenta el diseño del módulo finalizado.

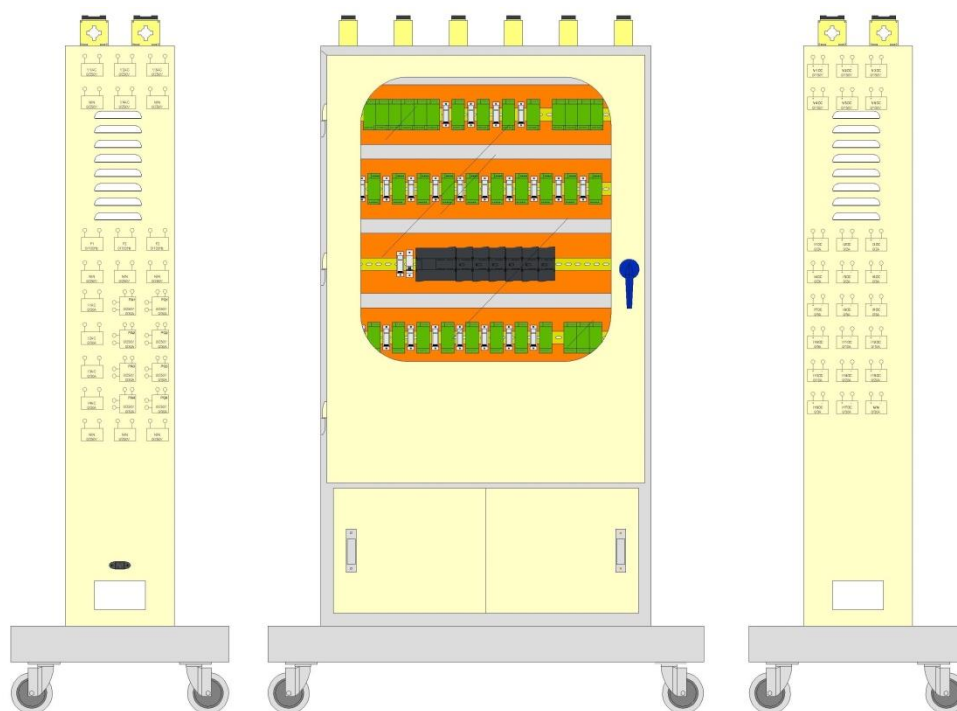


Figura 28: M.A.P.P.E. Diseño del Módulo Finalizado.
Fuente: Los Autores

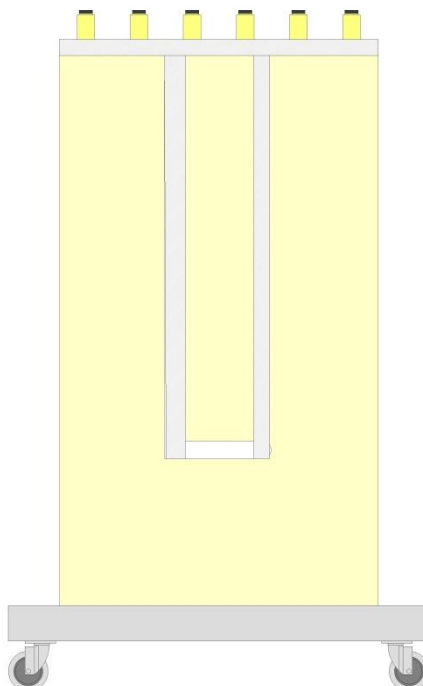


Figura 29: M.A.P.P.E. Diseño del Módulo Finalizado. Vista Posterior.
Fuente: Los Autores

3.3. Modificación y Reestructuración del Módulo.

A partir del diseño del módulo en el software AutoCAD, se procedió a realizar la reestructuración de todo el módulo.

Se empezó por realizar las perforaciones tanto en el lado de AC, en el lado de DC (Figura 30).



Figura 30: M.A.P.P.E. Perforación de los respectivos orificios para las borneras. Vista lateral derecha y Vista lateral izquierda, respectivamente.

Fuente: Los Autores

Después continuó el proceso de lijado de toda la estructura, para eliminar la pintura antigua.



Figura 31: M.A.P.P.E. Proceso de lijado de la estructura.
Fuente: Los Autores

Dado que el módulo es para el laboratorio de motores y generadores, se decidió pintar de color marfil, ya que los tableros que se encuentran en el laboratorio han sido pintados de igual manera.



Figura 32: M.A.P.P.E. Preparación de la pintura color marfil.
Fuente: Los Autores

Luego de la preparación de la pintura, se procedió a pintar el módulo.

Para poder dejar una buena textura al pintar, se utilizó un compresor de aire más su respectiva pistola presurizada para pintura.



Figura 33: M.A.P.P.E. Proceso de pintado del módulo.
Fuente: Los Autores

El módulo ha sido pintado en casi el 90% de toda su estructura, se conservaron los filos para pintarlos de otro color que haga contraste con el color marfil.



Figura 34:M.A.P.P.E. Proceso de Pintado del lado lateral del módulo.
Fuente: Los Autores



Figura 35: M.A.P.P.E. Proceso de pintado de la puerta abatible
Fuente: Los Autores



Figura 36: M.A.P.P.E. Proceso de pintado de la puerta abatible
Fuente: Los Autores



Figura 37: M.A.P.P.E. Proceso de soldadura de la base antivuelco.
Fuente: Los Autores

La base antivuelco esta sobre 4 ruedas garruchas industriales, para el soporte de toda la estructura metálica más los elementos instalados en el mismo.



Figura 38: M.A.P.P.E. Proceso de colocación de las ruedas garruchas.
Fuente: Los Autores

Una vez terminada la modificación de la estructura metálica, se procedió a realizar la distribución de las canaletas y riel din, incluso de los equipos a instalarse.



Figura 39: M.A.P.P.E. Distribución y colocación de las borneras y de las canaletas, riel din y los equipos.

Fuente: Los Autores



Figura 40: M.A.P.P.E. Cableado de todo los equipos.

Fuente: Los Autores



Figura 41: M.A.P.P.E. Cableado de todo los equipos. Parte 3.
Fuente: Los Autores

Finalmente después de la colocación de las borneras, los equipos, y el respectivo cableado de cada uno de ellos, a continuación se muestra el módulo terminado en su totalidad.



Figura 42: M.A.P.P.E. Vista Lateral del Módulo terminado.
Fuente: Los Autores



Figura 43: M.A.P.P.E. Vista Superior del módulo terminado. Parte 1.
Fuente: Los Autores

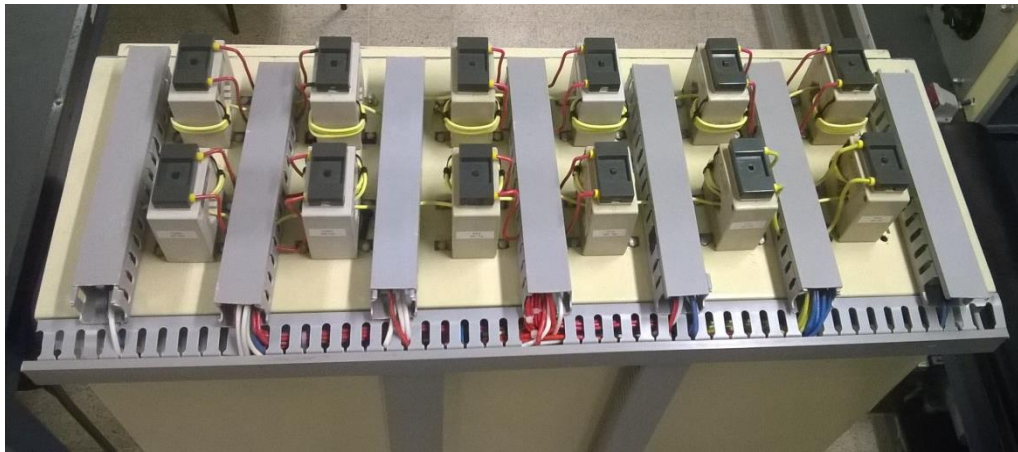


Figura 44: M.A.P.P.E. Vista superior del módulo terminado. Parte 2.
Fuente: Los Autores

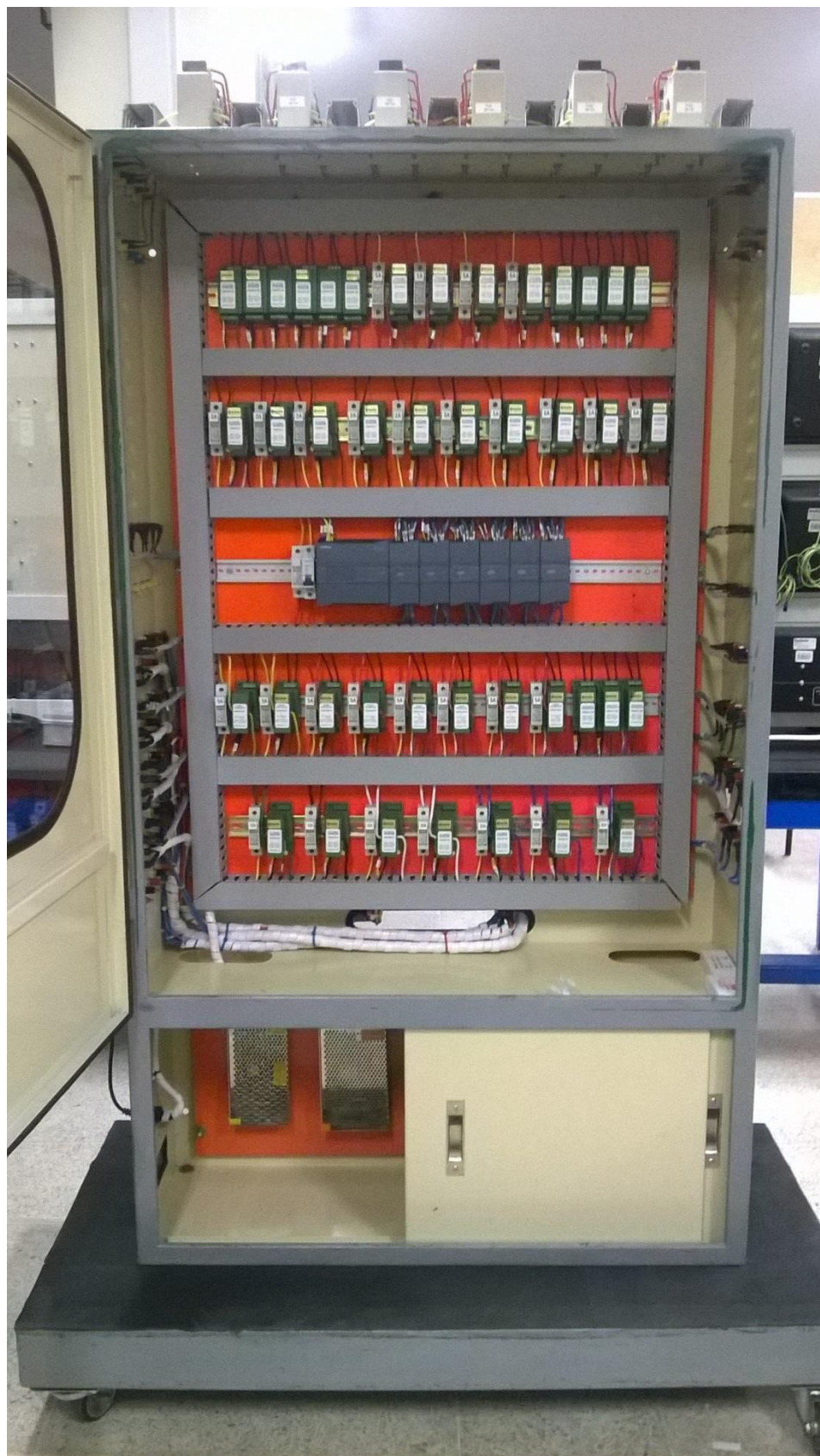


Figura 45: Vista interior del módulo terminado. Parte 2.
Fuente: Los Autores



Figura 46: M.A.P.P.E. Vista Posterior del módulo terminado.
Fuente: Los Autores



Figura 47: M.A.P.P.E. Vista Posterior del módulo terminado.

Fuente: Los Autores

Las medidas de cada parte de la estructura metálica tipo gabinete, y el plano de cableado se los puede observar en la parte de anexos.

CAPÍTULO 4. DISPOSITIVOS INSTALADOS. DESCRIPCIÓN

En este capítulo del proyecto, se especifica cada uno de los elementos instalados y las características correspondientes, como también la conexión de los mismos.

4.1. Transductor de Voltaje DC (CR5320-150)



Figura 48: CR5320-150

Fuente: Laboratorio de Motores y Generadores

El Transductor CR5320-150 es capaz de entregar una señal DC proporcional a la señal DC que recibe de entrada. En este caso el CR5320-150 permite convertir niveles de Voltaje DC de un rango desde 0 hasta 150V (voltios) en niveles de Corriente DC desde 4 hasta 20mA (miliamperios) con un alimentación de +24VDC.



Figura 49: Configuración CR5320-150

Fuente: Los Autores

La configuración del CR5320-150 posee los puertos 1 y 3 que pertenecen a la entrada de señal de Voltaje DC, mientras que los puertos 9 y 6 pertenecen a la salida de la señal convertida de 4 a 20mA. Los puertos 5 y 6 pertenecen a la alimentación del dispositivo (Figura 49).

4.2. Transductor de Corriente AC (CR4120-5)



Figura 50: CR4120-5

Fuente: Laboratorio de Motores y Generadores

El Transductor CR4120-5 entrega una señal DC proporcional a la señal AC que recibe en la entrada. En este caso el CR4120-5 permite transformar niveles de Corriente AC de un rango desde 0 hasta 5A (amperios) en Corriente DC desde 4 hasta 20mA (miliamperios) con un alimentación de +24VDC.

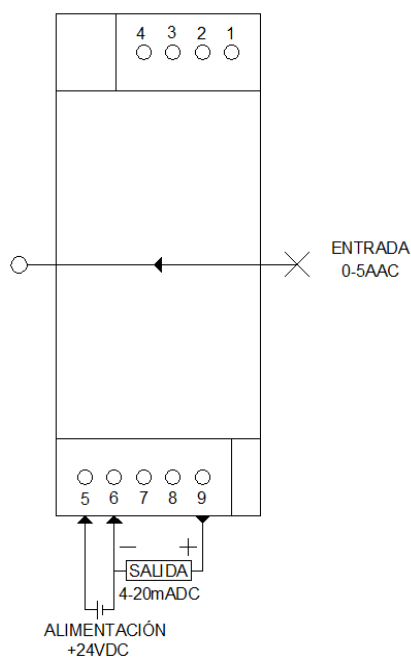


Figura 51: Configuración CR4120-5

Fuente: Los Autores

La configuración del CR4120-5 tiene los puertos 9 y 6 que pertenecen a la salida de la señal convertida de 4 a 20mA y los puertos 5 y 6 pertenecen a la alimentación del dispositivo. Como es un Transductor de Corriente, recibe la señal por medio del cable que cruza por el orificio del dispositivo (Efecto Hall), siguiendo la secuencia cruz – punto (Figura 51).

4.3. Transductor de Voltaje AC (CR4520-250)



Figura 52: CR4520-250

Fuente: Laboratorio de Motores y Generadores

El Transductor CR4520-250 entrega una señal DC proporcional a la señal AC que recibe en la entrada. En este caso el CR4520-250 permite transformar niveles de Voltaje AC de un rango desde 0 hasta 250V (voltios) en Corriente DC desde 4 hasta 20mA (miliamperios) con un alimentación de +24VDC.

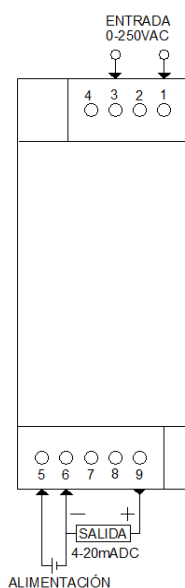


Figura 53: Configuración CR4220-250

Fuente: Los Autores

La configuración del CR4520-250 posee los puertos 1 y 3 los cuales pertenecen a la entrada de señal de Voltaje AC, mientras que los puertos 9 y 6 pertenecen a la salida de la señal convertida de 4 a 20mA. Los puertos 5 y 6 pertenecen a la alimentación del dispositivo (Figura 53).

4.4. Transductor de Corriente DC (CR5220-5)



Figura 54: CR5220-5

Fuente: Laboratorio de Motores y Generadores

El Transductor CR5220-5 entrega una señal DC proporcional a la señal DC que recibe en la entrada. En este caso el CR5220-5 permite transformar niveles de Corriente DC de un rango desde 0 hasta 5A (amperios) en Corriente DC desde 4 hasta 20mA (miliamperios) con un alimentación de +24VDC.

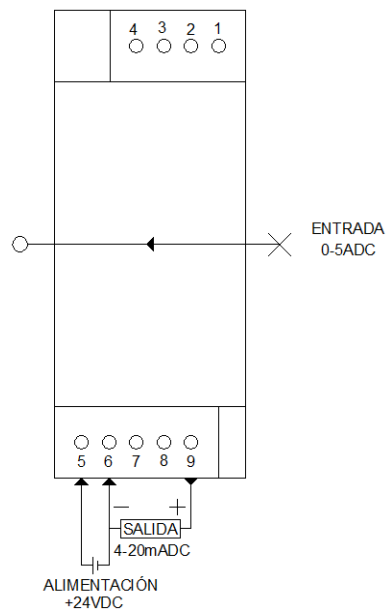


Figura 55: Configuración CR5220-5

Fuente: Los Autores

La configuración del CR5220-5 posee los puertos 9 y 6 que pertenecen a la salida de la señal convertida de 4 a 20mA. Los puertos 5 y 6 pertenecen a la alimentación del dispositivo. Como es un Transductor de Corriente, recibe la señal por medio del cable que cruza por el orificio del dispositivo (Efecto Hall), siguiendo la secuencia cruz – punto (Figura 55).

4.5. Transductor de Corriente DC (CR5220-2)



Figura 56: CR5220-2

Fuente: Laboratorio de Motores y Generadores

El Transductor CR5220-2 entrega una señal DC proporcional a la señal DC que recibe en la entrada. En este caso el CR5220-2 permite transformar niveles de Corriente DC de un rango desde 0 hasta 2A (amperios) en Corriente DC desde 4 hasta 20mA (miliamperios) con un alimentación de +24VDC.

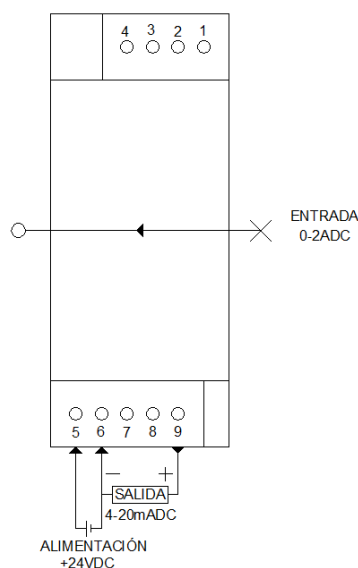


Figura 57: Configuración CR5220-2

Fuente: Los Autores

La configuración del CR5220-2 posee los puertos 9 y 6 que pertenecen a la salida de la señal convertida de 4 a 20mA. Los puertos 5 y 6 pertenecen a la alimentación del dispositivo. Como es un Transductor de Corriente, recibe la señal por medio del cable que cruza por el orificio del dispositivo (Efecto Hall), siguiendo la secuencia cruz – punto (Figura 57).

4.6. Transductor de Frecuencia (CR6622-100)



Figura 58: CR6622-100

Fuente: Laboratorio de Motores y Generadores

El Transductor CR6622-100 entrega una señal DC proporcional a un valor de Frecuencia de entrada. En este caso el CR6622-100 permite transformar niveles de Frecuencia de un rango desde 0 hasta 100Hz (hertz) en Corriente DC desde 4 hasta 20mA (miliamperios) con un alimentación de +24VDC.

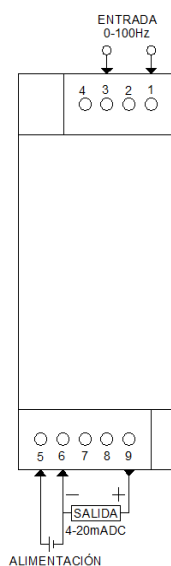


Figura 59: Configuración CR6622-100

Fuente: Los Autores

La configuración del CR6622-100 posee los puertos 1 y 3 que pertenecen a la entrada de señal de Frecuencia, mientras que los puertos 9 y 6 pertenecen a la salida de la señal convertida de 4 a 20mA. Los puertos 5 y 6 pertenecen a la alimentación del dispositivo (Figura 59).

4.7. Transductor de Potencia (CR6221-250-5)



Figura 60: CR6221-250-5

Fuente: Laboratorio de Motores y Generadores

El Transductor CR6221-250-5 entrega una señal controlada DC proporcional a la Potencia promedio que recibe a la entrada en niveles de Voltaje y Corriente. En este caso el CR6221-250-5 permite transformar niveles de Voltajes y Corrientes de un rango desde 0 hasta 250V (voltios) y 0 a 5A (amperios) respectivamente, en Voltaje DC desde 0 hasta 5V (voltios) con un alimentación de +12VDC.

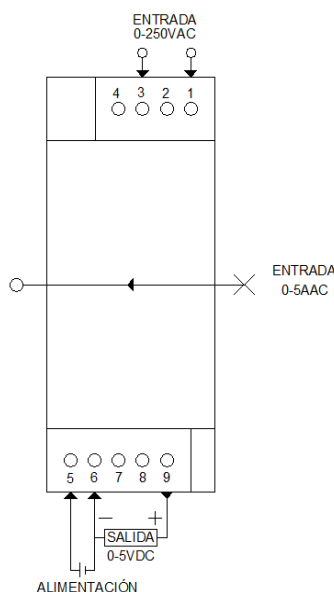


Figura 61: Configuración CR6221-250-5

Fuente: Los Autores

La configuración del CR6221-250-5 posee los puertos 9 y 6 que pertenecen a la salida de la señal convertida de 4 a 20mA. Los puertos 5 y 6 pertenecen a la alimentación del dispositivo. Como es un Transductor de Potencia y necesita 2 señales diferentes en su entrada, la señal de Voltaje es recibida por los terminales 1 y 3 mientras que la señal de Corriente es recibida por medio del cable que cruza por el orificio del dispositivo (Efecto Hall), siguiendo la secuencia cruz – punto. (Figura 61)

4.8. Transductor de Potencia (CR6220-250-5)



Figura 62: CR6220-250-5

Fuente: Laboratorio de Motores y Generadores

El Transductor CR6220-250-5 entrega una señal controlada DC proporcional a la Potencia promedio que recibe a la entrada en niveles de Voltaje y Corriente. En este caso el CR6220-250-5 permite transformar niveles de Voltajes y Corrientes de un rango desde 0 hasta 250V (voltios) y 0 a 5A (amperios) respectivamente, en Corriente DC desde 4 hasta 20 mA (miliamperios) con un rango de alimentación desde +12VDC hasta +24VDC.

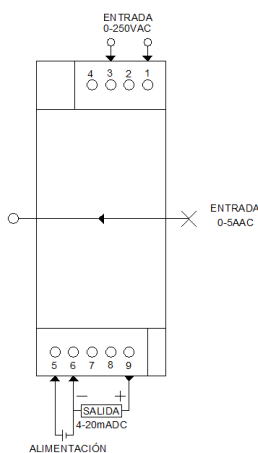


Figura 63: Configuración CR6220-250-5

Fuente: Los Autores

La configuración del CR6220-250-5 posee los puertos 9 y 6 que pertenecen a la salida de la señal convertida de 4 a 20mA. Los puertos 5 y 6 pertenecen a la alimentación del dispositivo. Como es un Transductor de Potencia y necesita 2 señales diferentes en su entrada, la señal de Voltaje es recibida por los terminales 1 y 3 mientras que la señal de Corriente es recibida por medio del cable que cruza por el orificio del dispositivo (Efecto Hall), siguiendo la secuencia cruz – punto (Figura 63).

4.9. Transductor de Corriente DC (CR5220-10)



Figura 64: CR5220-10

Fuente: Laboratorio de Motores y Generadores

El Transductor CR5220-10 entrega una señal DC proporcional a la señal DC que recibe en la entrada. En este caso el CR5220-10 permite transformar niveles de Corriente DC de un rango desde 0 hasta 10A (amperios) en Corriente DC desde 4 hasta 20mA (miliamperios) con un alimentación de +24VDC.

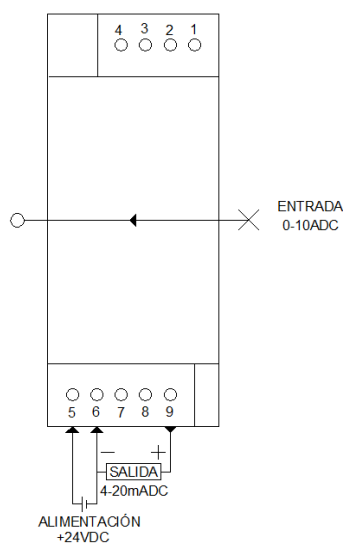


Figura 65: Configuración CR5220-10

Fuente: Los Autores

La configuración del CR5220-10 posee los puertos 9 y 6 que pertenecen a la salida de la señal convertida de 4 a 20mA. Los puertos 5 y 6 pertenecen a la alimentación del dispositivo. Como es un Transductor de Corriente, recibe la señal por medio del cable que cruza por el orificio del dispositivo (Efecto Hall), siguiendo la secuencia cruz – punto (Figura 65).

4.10. Transductor de Corriente DC (CR5220-20)



Figura 66: CR5220-20

Fuente: Laboratorio de Motores y Generadores

El Transductor CR5220-20 entrega una señal DC proporcional a la señal DC que recibe en la entrada. En este caso el CR5220-20 permite transformar niveles de Corriente DC de un rango desde 0 hasta 20A (amperios) en Corriente DC desde 4 hasta 20mA (miliamperios) con un alimentación de +24VDC.

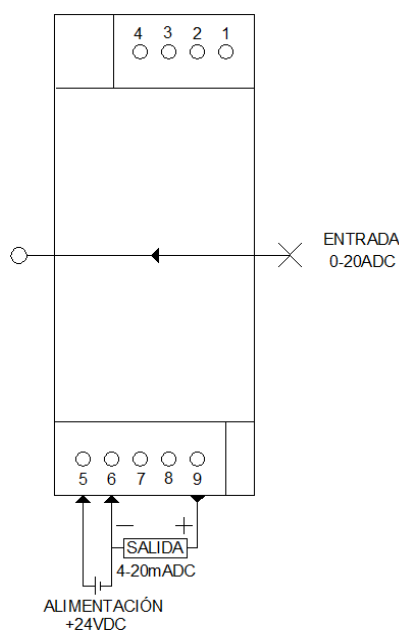


Figura 67: Configuración CR5220-20

Fuente: Los Autores

La configuración del CR5220-20 posee los puertos 9 y 6 que pertenecen a la salida de la señal convertida de 4 a 20mA. Los puertos 5 y 6 pertenecen a la alimentación del dispositivo. Como es un Transductor de Corriente, recibe la señal por medio del cable que cruza por el orificio del dispositivo (Efecto Hall), siguiendo la secuencia cruz – punto (Figura 67).

4.11. Transductor de Corriente DC (CR5220-30)



Figura 68: CR5220-30

Fuente: Laboratorio de Motores y Generadores

El Transductor CR5220-30 entrega una señal DC proporcional a la señal DC que recibe en la entrada. En este caso el CR5220-30 permite transformar niveles de Corriente DC de un rango desde 0 hasta 30A (amperios) en Corriente DC desde 4 hasta 20mA (miliamperios) con un alimentación de +24VDC.

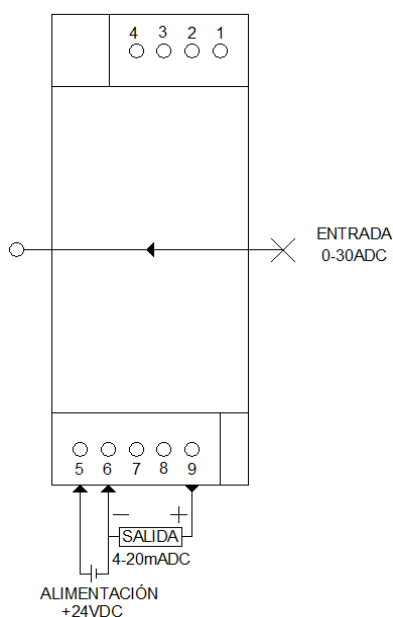


Figura 69: Configuración CR5220-30

Fuente: Los Autores

La configuración del CR5220-30 posee los puertos 9 y 6 que pertenecen a la salida de la señal convertida de 4 a 20mA. Los puertos 5 y 6 pertenecen a la alimentación del dispositivo. Como es un Transductor de Corriente, recibe la señal por medio del cable que cruza por el orificio del dispositivo (Efecto Hall), siguiendo la secuencia cruz – punto (Figura 69)

4.12. Fusible Base RT8-32



Figura 70: Fusible Base RT18-32

Fuente: Laboratorio de Motores y Generadores

El Fusible Base RT18-32 permite mantener la debida protección de los equipos que se encuentran en el tablero. Sabiendo que dicho fusible base trabaja en conjunto con un fusible y que ambos permiten el paso de una corriente menor a los 32A (amperios) y un voltaje AC de hasta 500V (voltios).

4.13. PLC SIMATIC S7-1200 / CPU 1214C



Figura 71: PLC SIMATIC S7-1200 / CPU 1214C

Fuente: Laboratorio de Motores y Generadores

El PLC SIMATIC S7-1200 CPU 1214C – Modelo 214-1BG31-0XB0, con la capacidad de recibir y entregar diferentes tipos de señales, tiene la posibilidad de recibir en su entrada de alimentación una Corriente de hasta 100mA (miliamperios) y un Voltaje que oscila desde 120 hasta 240VAC (voltios).

Posee una memoria interna de 50KB, con opción de colocar hasta 8 módulos de expansión, un puerto de comunicación RJ-45 Ethernet 10/100mbps, además de una fuente interna de +24VDC.

4.14. Expansiones Analógicas SM 1231



Figura 72: Expansiones Analógicas SM 1231
Fuente: Laboratorio de Motores y Generadores

Los Módulos de Expansión (6 Módulos en Total) – Modelo 6ES-7231-4HF32-0XB0 tiene una capacidad de recibir 8 entradas analógicas configurables en los siguientes rangos: 0 a 20mA y 0 a 10V. Tiene una resolución de 13Bits, permitiendo una variación de lectura de 4mA. Se alimenta a +24VDC que son suministrados por la fuente interna del CPU PLC con un consumo de 45mA por cada módulo.

4.15. Breaker C60N



Figura 73: Breaker C60N
Fuente: Laboratorio de Motores y Generadores

El Breaker C60N permite la protección de los elementos que conforman los diferentes circuitos evitando daños a los mismos; siendo estos a su vez, protegidos contra corrientes de cortocircuito y contra corrientes de sobrecarga al momento que se desactivan instantáneamente en cualquiera de ambos casos. Opera a una tensión de hasta 400V (voltios) y una corriente de hasta 16A (amperios).

4.16. Fusibles



Figura 74: Fusibles
Fuente: Los Autores

Los fusibles tipo cartucho de cerámica con dimensiones 10x38mm, forman parte de la protección de los diferentes equipos instalados en el proyecto, los cuales varían en su capacidad de respuesta ante cualquier sobrecarga en el sistema siendo estos de: 2A, 5A, 10A, 20A y 30A en DC, además de 5A en AC. Con la posibilidad de ser reemplazados en el caso de algún imperfecto en el sistema o funcionamiento del módulo.

4.17. Fuentes de Alimentación



Figura 75: Fuente de Alimentación
Fuente: Laboratorio de Motores y Generadores

Siendo dichas fuentes las encargadas de transformar los niveles de Corriente Alterna que le ingresan a niveles menores en DC para de esta manera alimentar los diferentes Transductores que se encuentran en el módulo; se usan 2 fuentes las cuales poseen una entrada de 110V / 220V, una proporcionando salida de +12VDC a 10A y otra que proporcionando una salida de +24VDC a 10A.

Cada transductor requiere una alimentación de +12VDC y +24VDC, por dicha razón se utilizan las dos fuentes mencionadas anteriormente.

4.18. Transformadores de Corriente



Figura 76: Transformadores de Corriente
Fuente: Laboratorio de Motores y Generadores

Los Transformadores de Corriente tienen la capacidad de cambiar ciertos niveles de Corriente que recibe en su entrada a niveles menores o mayores a la salida dependiendo de su relación las cuales pueden ser: elevador o reductor. Existiendo 2 tipos de transformadores en el módulo, uno de 40/5A el cual tienen la capacidad de recibir 40A en su entrada y entregar hasta 5A a su salida, y otro de 30/5A el cual tiene la capacidad de recibir 30A en su entrada y entregar hasta 5A a su salida.

CAPÍTULO 5. MANEJO Y MANTENIMIENTO DEL MÓDULO DE ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE PARÁMETROS ELECTROMECAÑICOS PARA EL LABORATORIO DE MOTORES Y GENERADORES

En esta parte se logra detallar el manejo y mantenimiento que se debe realizar para cada elemento instalado en el módulo, con el fin de llegar a mantener la vida útil de cada uno de ellos.

La prioridad es tener una manipulación correcta al momento de utilizar el módulo al realizar cada una de las prácticas que se vayan a proponer, de esta manera se conseguirá mantener en buen estado cada elemento, y más que todo, el módulo en sí.

5.1. Encendido, Apagado y Mantenimiento del Módulo de adquisición y procesamiento de parámetros electromecánicos.

El presente módulo, consta de un Plug de entrada como alimentación, de 120VAC, de tres pines, los pines estándares de Fase y Neutro, y el pin de Tierra para la protección de sobrecargas del módulo, se debe conectar siempre por protección, un cable de alimentación de tres líneas a 120VAC, el cual tiene una de sus líneas para tierra.

Antes de proceder a conectar el módulo a la línea de 120VAC, primero se verifica que no se encuentre ninguna herramienta u objeto, tanto metálico como de plástico, se debe de verificar que no exista pedazos de cable esparcidos, sobre todo en las fuentes de alimentación, las cuales se encuentran en la parte inferior del módulo, para así lograr evitar un corto circuito en las fuentes, ya que son la parte fundamental para el funcionamiento del módulo; se debe hacer el mismo procedimiento mencionado anteriormente en las aberturas del CPU del PLC, y cada uno de los módulos de expansión (SM).

Es recomendable revisar el módulo cada mes, inspeccionando cada elemento, que estén sujetos a los rail din, como también verificar que los tornillos y tuercas estén bien ajustados, quitar las tapas de las canaletas para verificar que los cables estén en buen estado, y sujetos con sus respectivas amarras, de tal forma podemos evitar daños tanto en los terminales de los elementos, hasta evitar un posible corto circuito.

Una vez revisado que todo esté en buen estado y libre de peligro, se podrá empezar con las prácticas en el módulo.

Para empezar a realizar las respectivas prácticas, se debe de energizar el módulo por medio del cable de alimentación de 120V, tal y como se mencionó anteriormente, luego se debe de activar el Breaker principal, que se encuentra a un lado del PLC-CPU, el cual está en serie con un Fusible Base, y en su interior un Fusible de 2A para la protección tanto de las fuentes como del PLC y sus módulos de Expansión. Una vez encendido el módulo, se deberá cerrar la puerta abatible y proceder a realizar las prácticas.

Cuando se conecte las borneras macho de los cables a las respectivas borneras hembra, ya sean del lado de corriente directa o del lado de corriente alterna, se deberá insertar bien los Jack sin dejar espacios, o flojo, esto podría causar una falla en la práctica, como en los equipos, hasta podría producirse un corto circuito.

Una vez finalizada la práctica, se debe desconectar cada cable que se encuentre en el tablero, luego se desactiva el Breaker principal, llegando así, a des energizar al módulo completamente.

5.2. Manipulación y Mantenimiento de las Fuentes de Alimentación.



Figura 77: Fuentes de Alimentación de 12V – 10A / 24V – 10A
Fuente: Los Autores

Las fuentes de alimentación cuentan con un potenciómetro de regulación de voltaje (+V ADJ) (Figura 77), para poder establecer los 12VDC y los 24VDC que se necesitan suministrar a los transductores. Cada Fuente tiene una Capacidad de 10A, un poco sobredimensionada, ya que el consumo total de los transductores de 12VDC

es tan solo de 0.16A, y el consumo total de los transductores de 24VDC de tan solo 0.98A. Llegando a consumir todos los transductores, un total de 1.14A. Pruebas realizadas con una Fuente conmutada industrial de precisión (GW INSTEK) la cual funciona como patrón de voltaje y así también para la visualización del consumo de corriente (Figura 78).



Figura 78: Prueba de Consumo de Corriente de los Transductores de 12VDC y 24VDC

Fuente: Los Autores. Laboratorio de Motores y Generadores

Para el mantenimiento de las fuentes de alimentación, se debe desconectar todos los cables que están conectados en sus respectivas borneras, sin olvidar la posición de los mismo, verificar que no existe algún trozo de metal o cobre en medio de la carcasa, luego alimentar las fuentes con 120VAC, y con un multímetro se procede a medir la señal de salida en los bornes de +V y COM, que debería de ser de 12VDC en una fuente, y 24VDC en la otra, si por algún motivo, no se dan esos valores, se procede a manipular el potenciómetro (+V ADJ) que se encuentra en la parte superior izquierda (Figura 79), hasta lograr la señal de salida exacta y precisa, al final se vuelve a conectar los cables, y se vuelve a encender las fuentes, y se comprueba por última vez que la señal sea la correcta, sino se da el caso, se deberá desconectar la fuente y revisar externamente.

Nota: Percatarse que el switch de 110V / 220V, se encuentre en la posición de 110V, si el switch está en el lado de 220V y la fuente se conecta a 110V, se producirá una caída de tensión en la misma, al momento de conectar los transductores.



Figura 79: Fuente de Alimentación, Borneras y sus Simbologías de especificación
Fuente: Los Autores

5.3. Manipulación y Mantenimiento de los Transductores DC y AC.

En los transductores se debe verificar que estén bien colocados a los ríal din, así también debe estar ajustado cada tornillo que se encuentran en los borneros, así se logra impedir que los cables, tanto de alimentación, como los de señal de salida, se puedan desconectar, o enviar señales erróneas hacia el PLC.

Para el mantenimiento de los transductores, se debe realizar una prueba en conjunto con el PLC, y el programa de TIA PORTAL.

Para los transductores de voltaje DC, se debe utilizar una fuente de alimentación DC que se encuentra en el laboratorio, específicamente en el Banco de Pruebas para Máquina Síncrona (Figura 80), se activa el Breaker de encendido, se espera a que el PLC y sus módulos SM, se activen correctamente, luego se conecta la laptop por medio del cable Profinet al PLC, y nos dirigimos a ejecutar el programa del TIA PORTAL, y abrimos el archivo de programación, donde está parametrizado cada transductor.

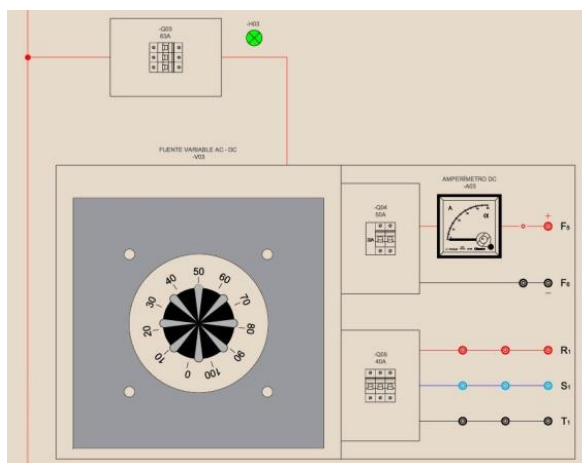


Figura 80: Fuente Variable DC

Fuente: Tesis de Banco de Pruebas Para Máquina Síncrona. Laboratorio de Motores y Generadores

La primer opción para verificar que el transductor está en buen estado es, ejecutando el programa de parametrización, y verificar el bloque en el cual se estableció la marca de entrada que está conectada a la salida de señal del transductor, se encuentre entre un valor de 5000 a 6000, este valor es un dato en el programa que equivale a una señal de entrada de 4mA, cuando la señal de tensión está a 0V.

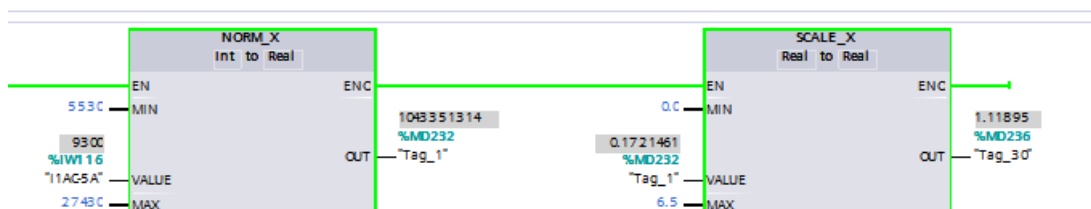


Figura 81: Comprobación de los valores de entrada del transductor en el TIA PORTAL

Fuente: Los Autores

Si en el programa se muestra un valor de 0, esto quiere decir que hay dos inconvenientes, uno puede ser que el transductor este averiado y no logre enviar la señal de 4mA, o también podría ser que el cable este desconectado tanto a la salida del transductor, como a la entrada del módulo SM analógico.

En casos extremos, se puede dar que el módulo SM analógico, este averiado.

Nota: Si el módulo SM esta averiado, se podría verificar fácil y rápidamente al momento de encender el módulo, debería de mostrar una luz roja de falla.

En el caso de averiarse el transductor o el módulo SM, se recomienda cambiarlos por unos nuevos.

Segunda opción para verificar si el transductor está en buen estado, es utilizando un multímetro como patrón.

Encendemos la fuente, verificamos que en el multímetro se visualice la tensión de la misma, y comprobamos que la señal se reproduzca en el programa de TIA PORTAL. Si los valores no son los mismos, se deberá verificar el bloque de programación en el cual se encuentra la linealización de los parámetros y actualizarlos, para así lograr el valor deseado (Figura 81).

Para los transductores de frecuencia, su comprobación se la realiza con una fuente variable AC del Banco de Pruebas para Máquina Síncrona (Figura 83), se conecta un multímetro como patrón de comprobación, se elige la opción de frecuencia, y se enciende la fuente y se regula hasta que sobrepase los 13V, debido a que el transductor empieza a detectar y procesar la señal a esa magnitud de voltaje, si se regula la fuente, hasta antes de los 13V, el Transductor no actuara, y por consiguiente no se mostrara en el programa de parametrización del TIA PORTAL.

La forma de comprobar el funcionamiento de los transductores de frecuencia es el mismo que se utilizó en los transductores de voltaje.

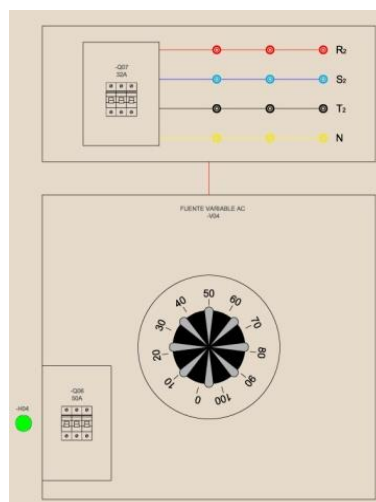


Figura 82: Fuente variable AC

Fuente: Tesis de Banco de Pruebas de Máquina Síncrona. Laboratorio de Motores y Generadores

En el caso de los transductores de corriente, se utiliza una fuente DC o AC del Banco de Pruebas para Máquina Síncrona, dependiendo del tipo de transductor, con una carga resistiva variable para poder tener consumo de corriente, como patrón de medición se utilizara un amperímetro de gancho que se encuentra en el laboratorio (Figura 83).



Figura 83: Amperímetro de Gancho DC y AC
Fuente: Laboratorio de Motores y Generadores

Se conecta la carga resistiva a la fuente, y conectamos cables de la carga hacia las borneras del Transductor de Corriente, se enciende la fuente y se regula hasta tener una corriente prudencial, verificando que no sobrepase los valores límites de cada transductor. Se realiza la misma comparación que se ha realizado en los anteriores transductores.



Figura 84: Carga Resistiva Variable
Fuente: Laboratorio de Motores y Generadores

En los transductores de potencia activa y de potencia reactiva, se necesita de corriente y voltaje, por esta razón se utiliza cargas resistivas y cargas inductivas.

En este proceso de comprobación se necesita de un analizador de red monofásico el cual puede medir y mostrar la Potencia Activa y Reactiva, así como algunas otras variables (Figura 85).



Figura 85: Analizador de Red Monofásico
Fuente: Laboratorio de Motores y Generadores

En este proceso se conecta las cargas a una fuente AC del Banco de Pruebas Para Máquina Síncrona, y se conectan los cables de las cargas hacia las borneras de los transductores, se enciende la fuente, y con el analizador de red se procederá a verificar el funcionamiento del transductor.



Figura 86: Carga Inductiva Variable
Fuente: Laboratorio de Motores y Generadores

CAPÍTULO 6. PRÁCTICAS DEL MÓDULO DE ADQUISICIÓN DE PARÁMETROS ELECTROMECAÑICOS

Las prácticas han sido desarrolladas para optimizar el aprendizaje de los estudiantes de la materia de Máquinas Eléctrica II:

6.1. Práctica #1:

Tema: Normas de seguridad del módulo de adquisición de parámetros electromecánicos

6.1.1. Delimitación.

- a. Asignatura:** Máquinas Eléctricas II
- b. Lugar:** Laboratorio de Motores y Generadores
- c. Tiempo estimado:** 2 horas

6.1.2. Objetivos

6.1.2.1. Objetivos generales

- Conocer las normas y reglas de seguridad que se deben tener en cuenta cuando se manipule el módulo de adquisición de parámetros electromecánicos.

6.1.2.2. Objetivos específicos

- Establecer las normas de seguridad para energizar el módulo de adquisición de parámetros electromecánicos.
- Aprender a reconocer simbologías y nomenclaturas del módulo de adquisición de parámetros electromecánicos.
- Determinar las normas para conectar los cables en los bornes del módulo de adquisición de parámetros electromecánicos evitando accidentes por electrocución.
- Acordar las normas para conectar Voltajes y Corrientes en los bornes.

6.1.3. Marco procedimental.

- Conocer las nomenclaturas de los borneros.
- Reconocer los borneros utilizados para Voltaje o Corriente.
- Conocer los elementos instalados en el módulo.
- Antes de energizar el tablero cerciorarse que el Breaker principal este en modo Off.
- No realizar maniobras ni colocar cables en la parte superior del módulo.
- Analizar los cables de conexión y verificar que no presenten daños en su aislamiento, confirmar que los terminales Plug banana se encuentren correctamente asegurados y no presenten el cobre a la intemperie, así como también revisar la protección del jag este recubriendo adecuadamente cuando no se lo utiliza.
- Comprobar que los fusibles tengan continuidad antes de energizar el módulo, y que su socket se encuentre debidamente cerrado.
- Revisar que la alimentación donde se conecta el módulo se encuentre habilitada y con voltaje en sus terminales.
- Energizar el tablero y cerciorarse que no presente cambios de temperatura en los elementos del módulo ni chisporroteo por cortocircuito.
- Si se da la situación de un cortocircuito o flagelación desconectar inmediatamente el módulo, alejarse del mismo e informarle al encargado del laboratorio.

6.1.4. Anexos

- Reporte para analizar el estado de todos los elementos del módulo que se encuentren funcionando correctamente.

6.1.5. Normativa para el correcto uso del módulo

- a. No manipular el módulo descalzo o con manos húmedas
- b. Evitar abrir el armario y no dejar objetos en su interior
- c. No destapar ni quitar las canaletas del armario
- d. No intervenir en el cableado del módulo bajo ningún motivo
- e. No mover el módulo mientras se tenga cables conectados

- f. No utilizar cables que presenten laceraciones, plugs mal conectados o con averías
- g. Antes de energizar el módulo verificar que todo se encuentre correctamente conectado y el Breaker este desactivado
- h. No utilizar el potenciómetro de calibración de las fuentes de alimentación
- i. No apoyarse en la estructura antivuelco del módulo
- j. No intervenir en el cableado de los TC que se encuentran situados en la parte superior del armario
- k. Verificar con un Multímetro la continuidad de los fusibles antes de conectarlos
- l. Mientras el módulo esté en funcionamiento NO DESCONECTAR por ninguna razón los cables conectados.
- m. De darse el caso en que se dé un cortocircuito interno, cortar la energía del tablero inmediatamente.

6.1.6. Módulo de adquisición de parámetros electromecánicos

6.1.6.1. Frontal Interior y posterior

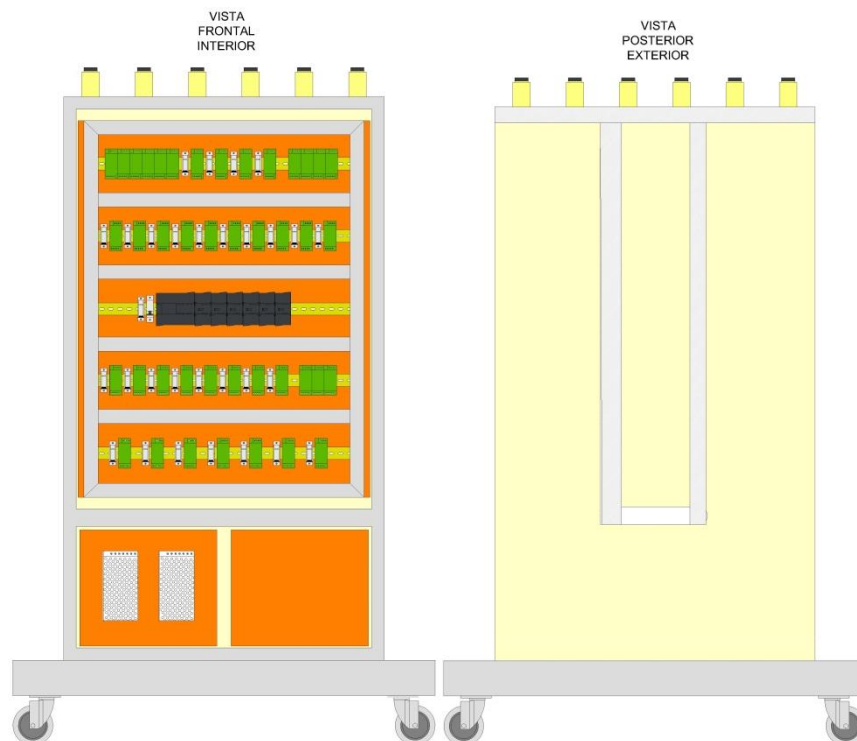


Figura 87: Vistas del Frontal y Posterior del Módulo

Fuente: Los Autores

6.1.6.2. Lateral Izquierda y Lateral Derecha

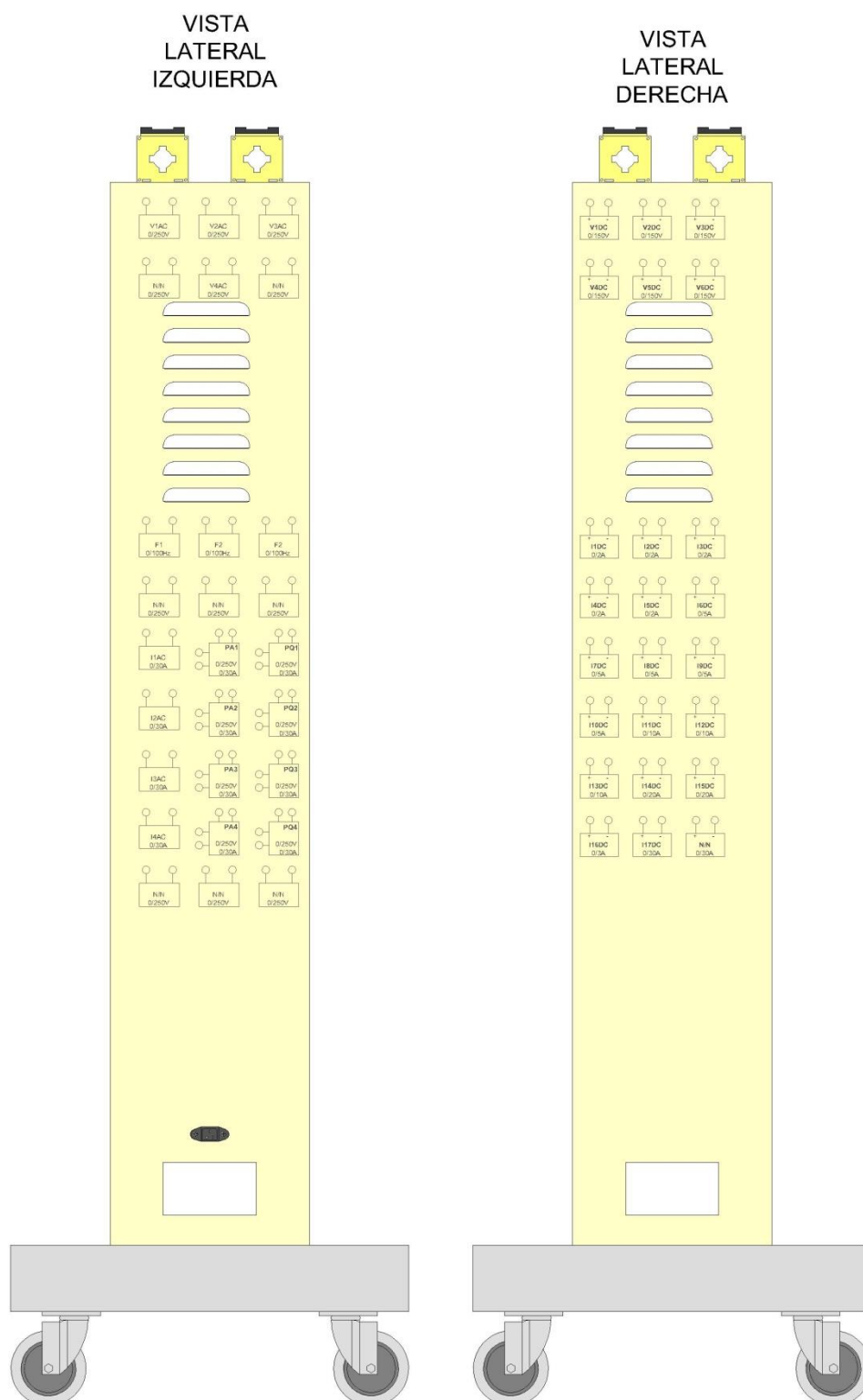


Figura 88: Vista lateral izquierda y derecha del Módulo
Fuente: Los Autores

6.2. Práctica #2

Tema: Programación y comunicación PLC

6.2.1. Datos informativos.

- **Software Programador:** SIMATIC Step 7 Tia Portal v13.0
- **Dispositivo:** PLC S7-1200 CPU 1214C, SM 1231 8IA 13 Bits
- **Tiempo estimado:** 2 horas

6.2.2. Objetivos

6.2.2.1. Objetivo general

- Conocer el entorno de programación del PLC y su comunicación con la computadora.

6.2.2.2. Objetivos específicos

- Crear el firmware que gobierne la adquisición de datos
- Comunicar el PLC con la Computadora
- Generar variables para cada uno de los transductores

6.2.3. Recursos utilizados (equipos y accesorios).

- Transductores de Voltaje, Corriente, Potencia Activa, potencia Reactiva y Frecuencia
- PLC s7-1200 CPU 1214c
- Cable Profinet
- Computadora con software Tia Portal v13.0

6.2.4. Declaración

El Software cargado en el PLC no debe ser cambiado bajo ningún motivo ya que esto repercutiría en el correcto funcionamiento en la lectura de los transductores.

Uno de los posibles errores al cargar nuevamente programas en el PLC es la pérdida de la calibración de los transductores según sus salidas independientes uno del otro.

Por lo tanto NO SE DEBE REPROGRAMAR el PLC, esta práctica está destinada al conocimiento de cómo se realizó y de aprender a realizar la comunicación del PLC con el ordenador.

6.2.5. Anexos

Se anexa la tabla de calibración de los sensores según su tipo y rango, en el caso de que sea necesario calibrar nuevamente los transductores, esta tabla se realizó como medida cautelar ante posibles errores humanos.

6.2.6. Comunicación PLC

6.2.6.1. Cable UTP

La comunicación entre el PLC y una computadora se lleva a cabo mediante la conexión de un cable de red hecho de cable UTP (Unshield Twister Pair; Par trenzado) que en la industria Siemens lo llamó PROFINET, el mismo que consta de dos conectores RJ-45 que se deben conectar en los respectivos puertos Ethernet del dispositivo y de la computadora.

Para que exista comunicación sin inconvenientes se debe utilizar el protocolo de ubicación de los pares dentro del conector sea según la norma EIA/TIA que tiene dos formas de configuración la T568A y T568B, se deben realizar cualquiera de los dos tipos en ambos lados del cable realizando la configuración DIRECTA que sirve para comunicar equipos o dispositivos de distinto tipo.

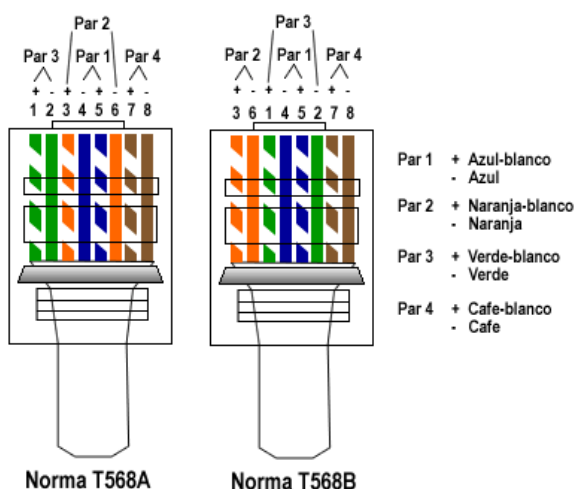


Figura 89: Tipos de Configuración del Terminal RJ-45
Fuente: Normas EIA/TIA 568

6.2.6.2. Configuración IPv4

El dispositivo debe mantener una misma IPv4 al igual que una máscara de Subnet para que pueda ser reconocido por el la computadora y pueda establecer la comunicación.

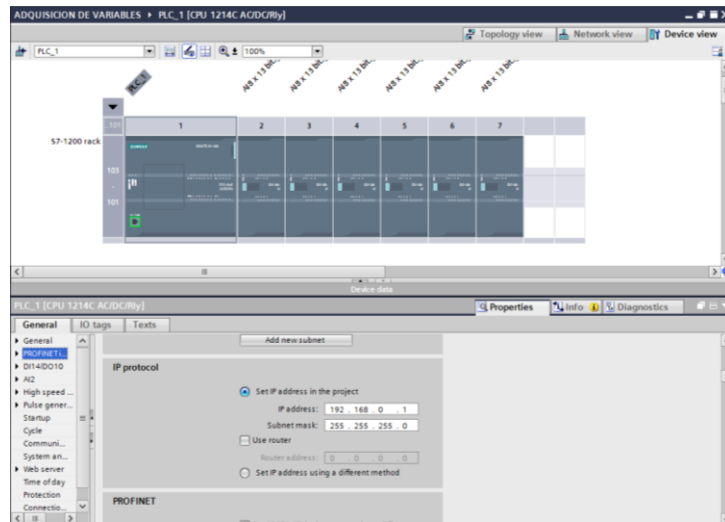


Figura 90: Configuración IPv4 del PLC

Fuente: Los autores

Para confirmar que el dispositivo mantiene una comunicación estable con el computador se puede establecer un envío de paquetes de datos de prueba llamados PING que se los realiza mediante el Command Prompt, en este mismo programa del sistema se puede verificar la IPv4 que utiliza la computadora, para esto debemos digitar IPCONFIG.

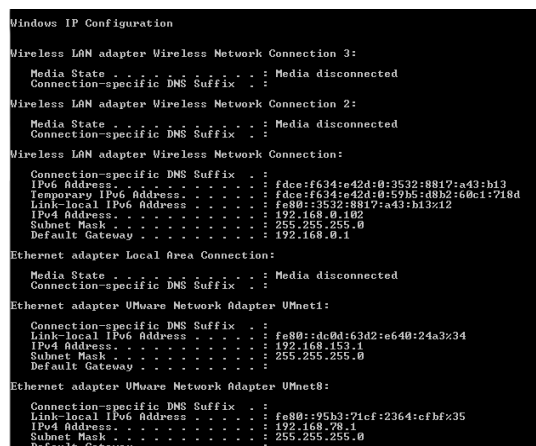


Figura 91: Visualización de las direcciones IP que reconoce el sistema operativo de la computadora

Fuente: Los autores

Al realizar una comunicación automática por medio del software TIA PORTAL el PLC añade una dirección IP al computador para poder establecer la comunicación que por defecto será 192.068.0.102, la cual si se requiere que se reconozca el PLC sin necesidad de ingresar al programa Tia Portal se deberá reemplazar la IP de la PC a una IP que este dentro del rango 192.168.0.XXX, se utilizó la IP que el software usa por default.

Como se indicó anteriormente las direcciones IPv4 no deben coincidir para que mantengan una comunicación por lo cual se deberá sustituir la IPv4 del PLC para que coincida con 192.168.0.102

Para poder cambiar una IP en la tarjeta de Red se debe seguir los siguientes pasos representados en imágenes:

- a. Ingresar al Panel de control de la PC y seleccionar Networks and Sharing Center (*Centro de Redes y uso Compartido*).

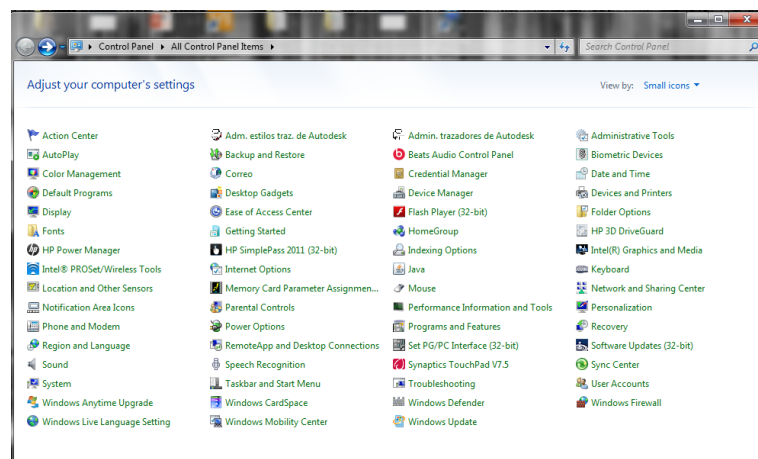


Figura 92: Panel de Control

Fuente: Los autores

- b. Ingresar a Change Adapter Settings (*Cambiar la configuración del adaptador*).

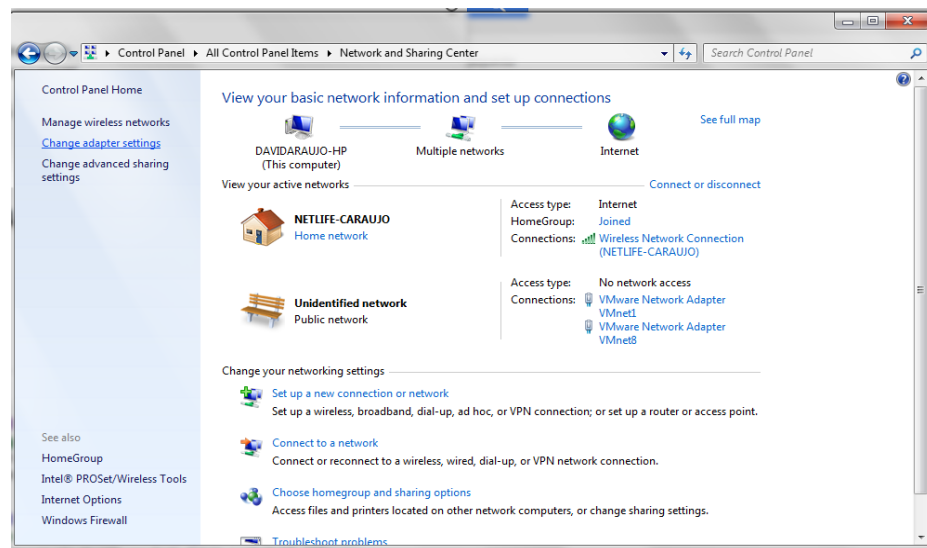


Figura 93: Designación de dirección IPv4 al PLC desde el TIA PORTAL
Fuente: Los autores

- c. Click derecho en el icono de Local Area Network (Red Local) y elegir Properties (Propiedades).

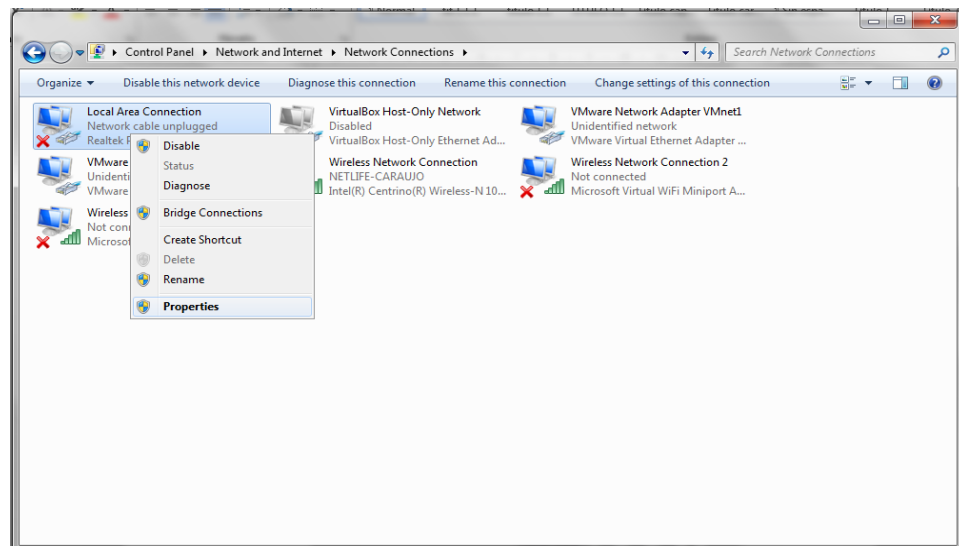


Figura 94: Networks Connections (Conexiones de Red)
Fuente: Los autores

- d. Buscar y seleccionar Internet Protocol Versión 4 (TCP/IPv4), luego elegir Properties.

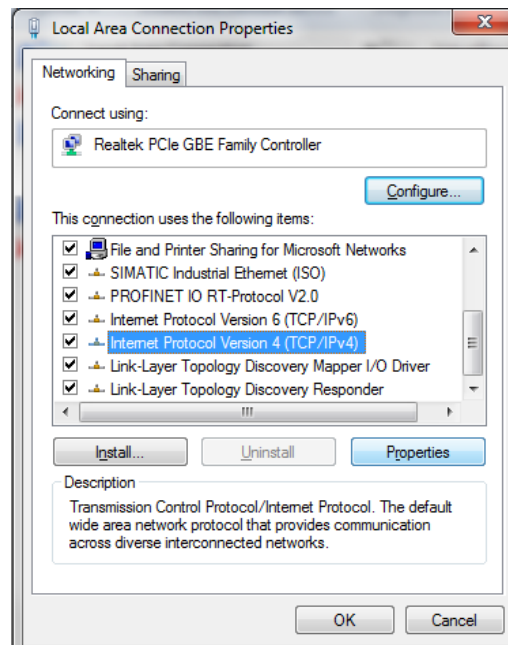


Figura 95: Local Area Networks Properties (*Propiedades de la Red de Área Local*)

Fuente: Los autores

- e. Por default se tendrá seleccionado “Obtain an Ip address automatically”.

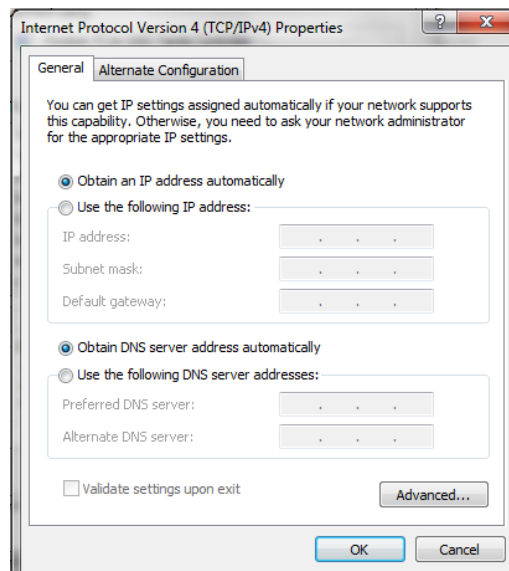


Figura 96: Networks Connections (*Conexiones de Red*)

Fuente: Los autores

- f. Se debe seleccionar “Use the following Ip adress” en donde ubicaremos la nueva IP con su máscara de subred (Subnet Mask) que deberá ser 255.255.255.0. dando click en el botón OK aceptamos todos los cambios realizados.

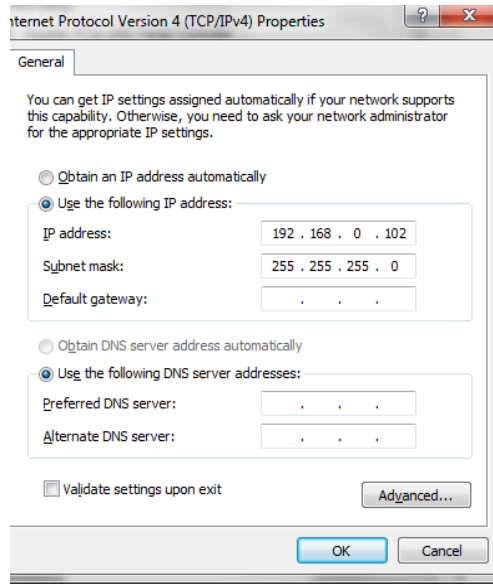


Figura 97: Networks Connections (Conexiones de Red)

Fuente: Los autores

La IP del PLC también se puede modificar en las propiedades del CPU eligiendo la opción PROFINET.

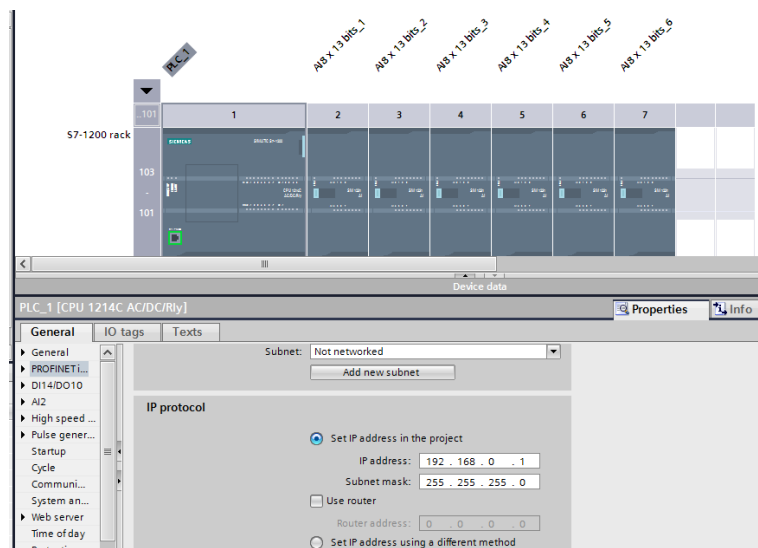


Figura 98: Propiedades del PLC S7-1200

Fuente: Los autores

En las propiedades de Profinet encontraremos “IP Protocol” donde se puede modificar la IP Address con la que se va a comunicar el PLC con el PC.

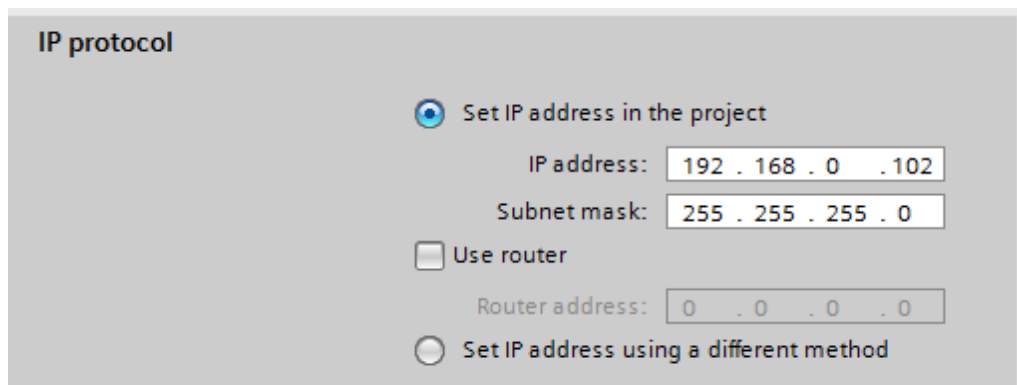


Figura 99: Designación de dirección IPv4 al PLC desde el TIA PORTAL

Fuente: Los autores

Se deberá cargar nuevamente el programa al PLC y por medio del PING se deberá comprobar la conexión del mismo.

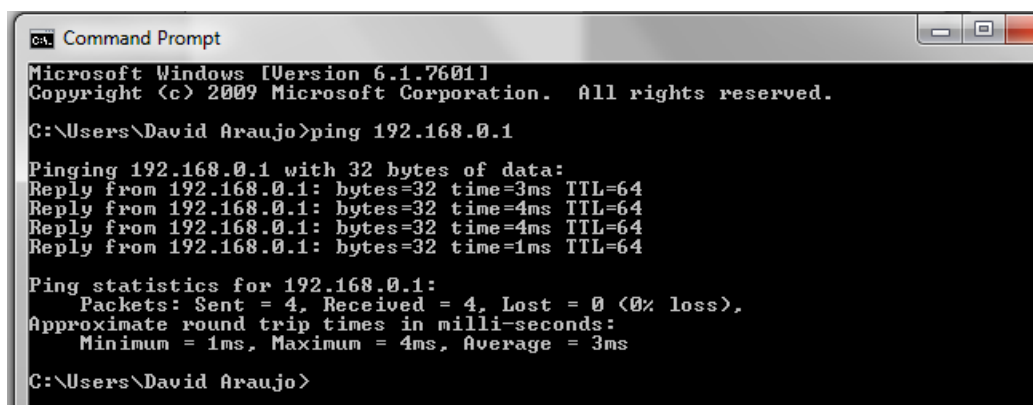


Figura 100: Comprobación de Comunicación entre la computadora y el PLC

Fuente: Los autores

6.2.7. Programación del PLC

La programación que ha sido cargada al PLC es puntual y se enfoca solo en obtener la señal de entrada y convertirla en un valor legible y correspondiente al rango del transductor.

Para esto se realizó muestreos de los valores máximos y mínimos que cada transductor entrego para así poder calibrar la conversión se utilizó los bloques NORM_X y SCALE_X, los mismos que se muestran en la Figura 101. En donde se

aprecia la entrada ya calibrada y los rangos máximos y mínimos que se debe utilizar para que el PLC entregue una señal acorde a la que se está midiendo.

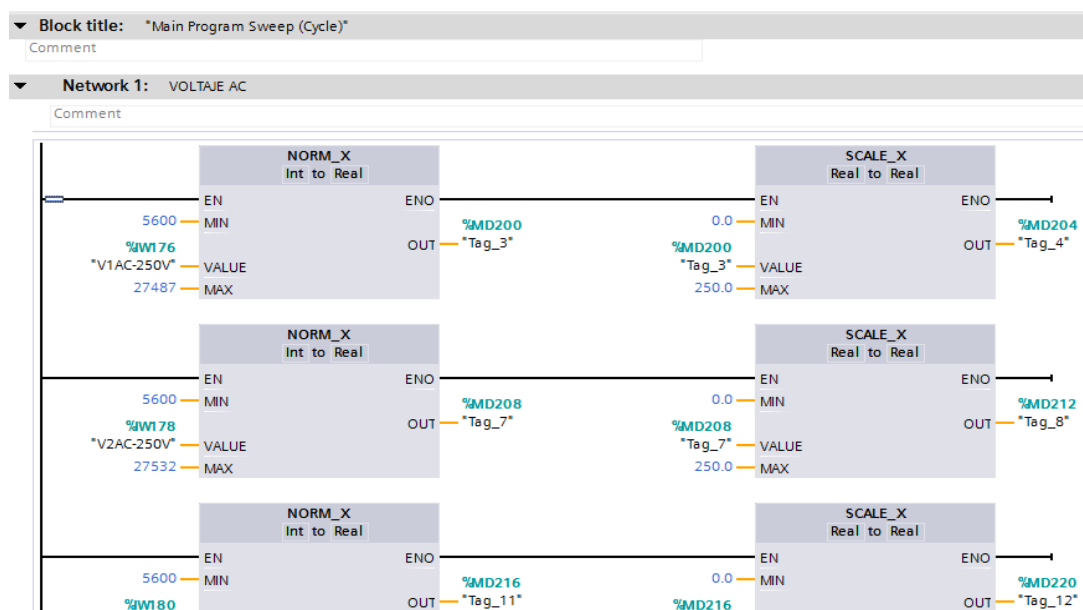


Figura 101: Bloques de Programación en el TIA PORTAL

Fuente: Los Autores

El bloque NORM_X tiene la función de convertir una señal de entrada en valores desde 0...1 siendo 0 el valor más bajo y 1 el valor máximo de entrada del PLC.

El bloque SCALE_X obtiene los datos del NORM_X y siguiendo las escala configurada los convierte en valores correspondiente al rango de medición que se desea obtener (suele siempre ser el rango de medición del transductor).

Se realizó la configuración de cada uno de los 42 transductores organizándolos por tipo de Parámetro electromecánico. Para obtener la señal de cada transductor se debe conocer que nombre tiene la entrada del módulo analógico donde el Transductor está conectado. La siguiente tabla muestra los nombre de las 42 entradas que han sido conectadas (el uso de los módulos está dispuesto a conveniencia de la disposición de los transductores en el armario metálico).

Tabla 1. Nombres de las Entradas del PLC.

NO.	NOMBRE	UBICACIÓN	ETIQUETA PLC
1	V1AC-250V	8AI6-13BITS	IW176
2	V2AC-250V	8AI6-13BITS	IW178
3	V3AC-250V	8AI6-13BITS	IW180
4	V4AC-250V	8AI6-13BITS	IW182
5	I1AC-5A	8AI2-13BITS	IW116
6	I2AC-5A	8AI2-13BITS	IW118
7	I3AC-5A	8AI5-13BITS	IW164
8	I4AC-5A	8AI5-13BITS	IW166
9	V1DC-150V	8AI1-13BITS	IW96
10	V2DC-150V	8AI1-13BITS	IW98
11	V3DC-150V	8AI1-13BITS	IW100
12	V4DC-150V	8AI1-13BITS	IW102
13	V5DC-150V	8AI2-13BITS	IW112
14	V6DC-150V	8AI2-13BITS	IW114
15	PA1-250V/5A	8AI1-13BITS	IW104
16	PA2-250V/5A	8AI1-13BITS	IW106
17	PA3-250V/5A	8AI1-13BITS	IW108
18	PA4-250V/5A	8AI1-13BITS	IW110
19	PQ1-250V/5A	8AI2-13BITS	IW120
20	PQ2-250V/5A	8AI2-13BITS	IW122
21	PQ3-250V/5A	8AI2-13BITS	IW124
22	PQ4-250V/5A	8AI2-13BITS	IW126
23	F1-100HZ	8AI3-13BITS	IW140
24	F2-100HZ	8AI3-13BITS	IW142
25	F3-100HZ	8AI3-13BITS	IW138
26	I1DC-2A	8AI3-13BITS	IW128
27	I2DC-2A	8AI3-13BITS	IW130
28	I3DC-2A	8AI3-13BITS	IW132
29	I4DC-2A	8AI3-13BITS	IW134
30	I5DC-2A	8AI4-13BITS	IW144
31	I6DC-5A	8AI4-13BITS	IW146
32	I7DC-5A	8AI4-13BITS	IW148
33	I8DC-5A	8AI4-13BITS	IW150
34	I9DC-5A	8AI5-13BITS	IW160
35	I10DC-5A	8AI5-13BITS	IW162
36	I11DC-10A	8AI3-13BITS	IW136
37	I12DC-10A	8AI4-13BITS	IW152
38	I13DC-10A	8AI5-13BITS	IW168
39	I14DC-20A	8AI4-13BITS	IW154
40	I15DC-20A	8AI4-13BITS	IW156
41	I16DC-30A	8AI4-13BITS	IW158
42	I17DC-30A	8AI5-13BITS	IW170

Fuente: Los Autores

En la programación del PLC se organizó los segmentos por tipo de medición obteniendo así se conforman 7 segmentos.

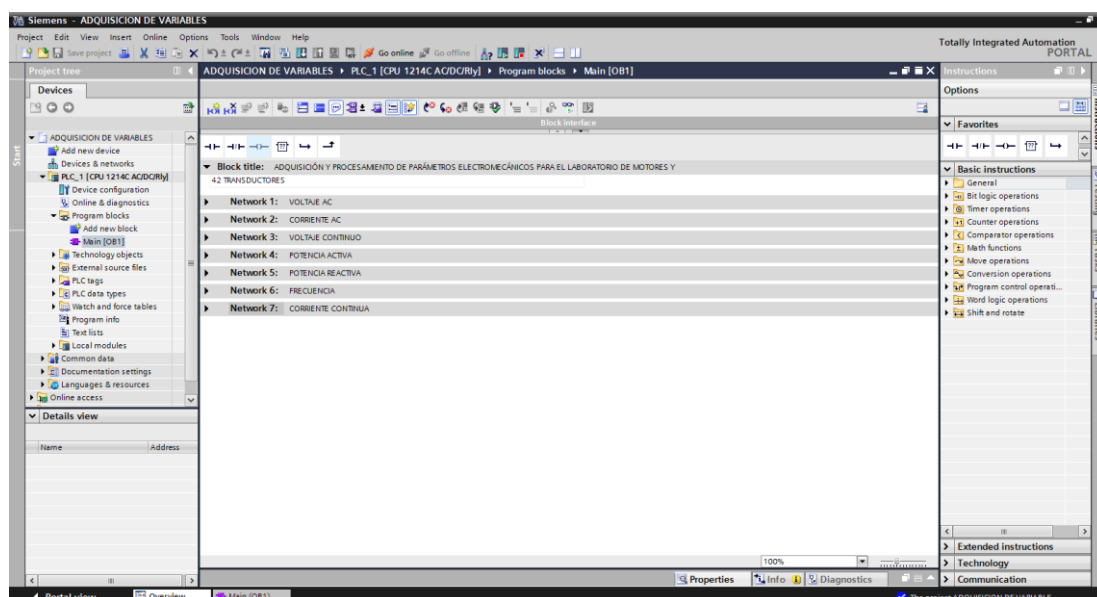


Figura 102: Segmentos de Programación en el TIA PORTAL

Fuente: Los Autores

El uso de marcas para contener la información a ser procesada se muestra en la Tabla #2.

Tabla 2: Marcas utilizadas en el procesamiento de las entradas del PLC.

NO.	NOMBRE	ETIQUETA PLC	MARCAS	
1	V1AC-250V	IW176	MD200	MD204
2	V2AC-250V	IW178	MD208	MD212
3	V3AC-250V	IW180	MD216	MD220
4	V4AC-250V	IW182	MD224	MD228
5	I1AC-5A	IW116	MD232	MD236
6	I2AC-5A	IW118	MD240	MD244
7	I3AC-5A	IW164	MD248	MD252
8	I4AC-5A	IW166	MD256	MD260
9	V1DC-150V	IW96	MD264	MD268
10	V2DC-150V	IW98	MD272	MD276
11	V3DC-150V	IW100	MD280	MD284
12	V4DC-150V	IW102	MD288	MD292
13	V5DC-150V	IW112	MD296	MD300
14	V6DC-150V	IW114	MD304	MD308
15	PA1-250V/5A	IW104	MD312	MD316
16	PA2-250V/5A	IW106	MD320	MD324
17	PA3-250V/5A	IW108	MD328	MD332
18	PA4-250V/5A	IW110	MD336	MD340
19	PQ1-250V/5A	IW120	MD344	MD348
20	PQ2-250V/5A	IW122	MD352	MD356

21	PQ3-250V/5A	IW124	MD360	MD364
22	PQ4-250V/5A	IW126	MD368	MD372
23	F1-100HZ	IW140	MD376	MD380
24	F2-100HZ	IW142	MD384	MD388
25	F3-100HZ	IW138	MD392	MD396
26	I1DC-2A	IW128	MD400	MD404
27	I2DC-2A	IW130	MD408	MD412
28	I3DC-2A	IW132	MD416	MD420
29	I4DC-2A	IW134	MD424	MD428
30	I5DC-2A	IW144	MD432	MD436
31	I6DC-5A	IW146	MD440	MD444
32	I7DC-5A	IW148	MD448	MD452
33	I8DC-5A	IW150	MD456	MD460
34	I9DC-5A	IW160	MD464	MD468
35	I10DC-5A	IW162	MD472	MD476
36	I11DC-10A	IW136	MD480	MD484
37	I12DC-10A	IW152	MD488	MD492
38	I13DC-10A	IW168	MD496	MD500
39	I14DC-20A	IW154	MD504	MD508
40	I15DC-20A	IW156	MD512	MD516
41	I16DC-30A	IW158	MD520	MD524
42	I17DC-30A	IW170	MD528	MD532

Fuente: Los autores

En el firmware que se utiliza en el PLC se muestra a continuación presentando la calibración, nombre de entrada, marcas utilizadas y bloques de procesamiento para cada uno de los transductores.

a. Segmento 1: Voltaje Ac

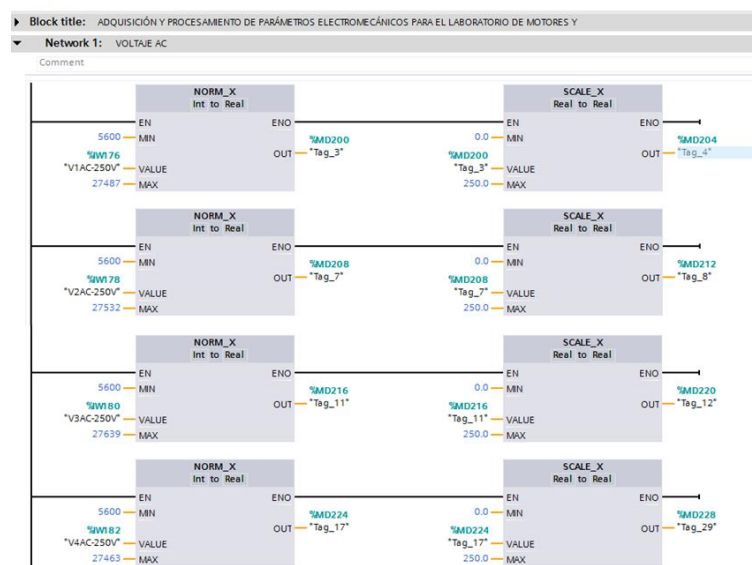


Figura 103: Procesamiento Voltaje AC

Fuente: Los Autores

b. Segmento 2: Corrientes AC

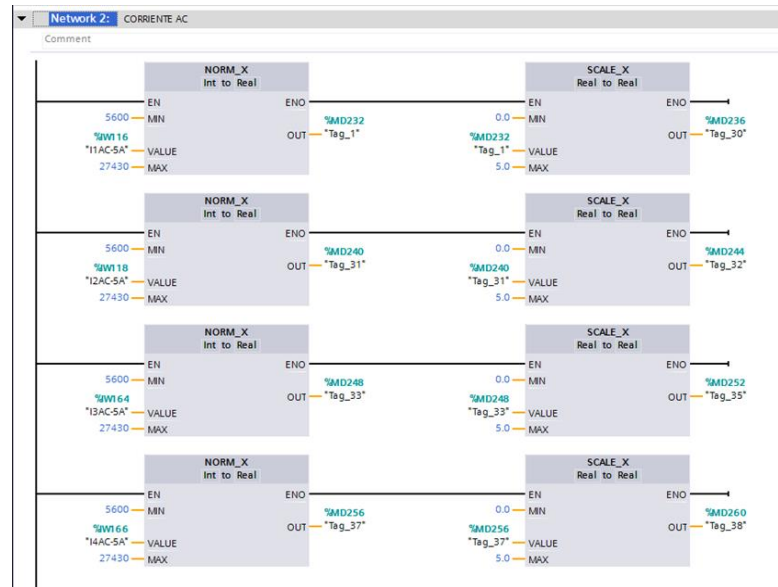


Figura 104: Procesamiento Corrientes AC

Fuente: Los Autores

c. Segmento 3: Voltajes DC

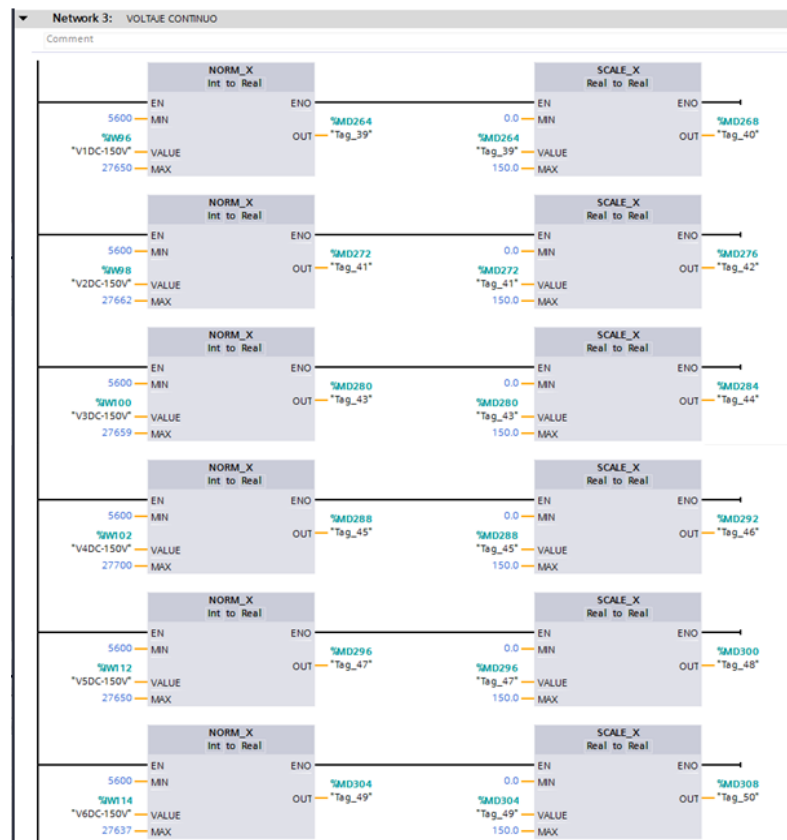


Figura 105: Procesamiento Voltaje DC

Fuente: Los Autores

d. Segmento 4: Potencia Activa

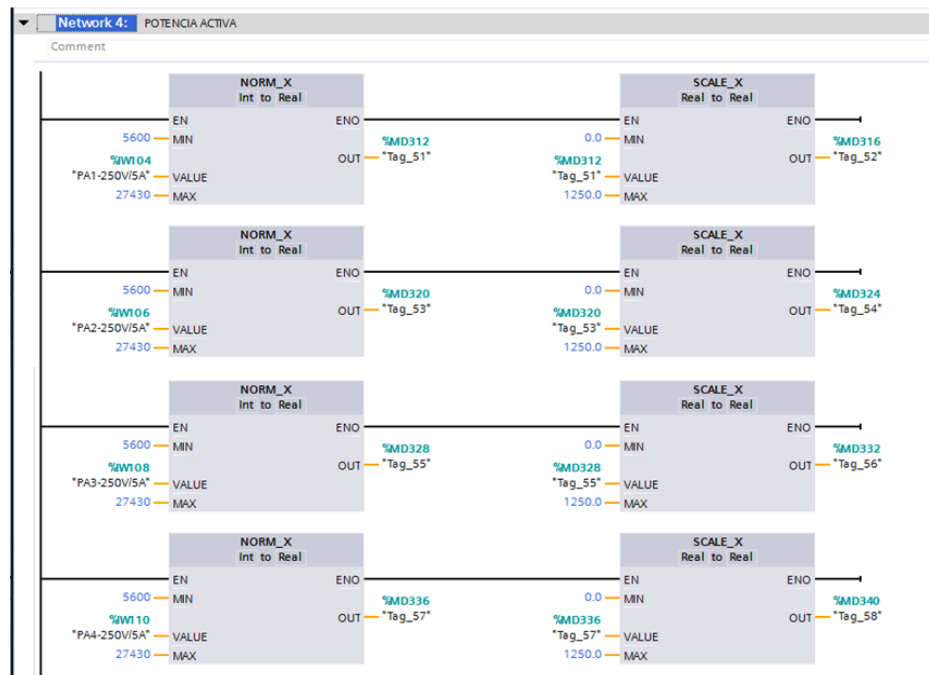


Figura 106: Procesamiento Potencia Activa

Fuente: Los Autores

e. Segmento 5: Potencia Reactiva

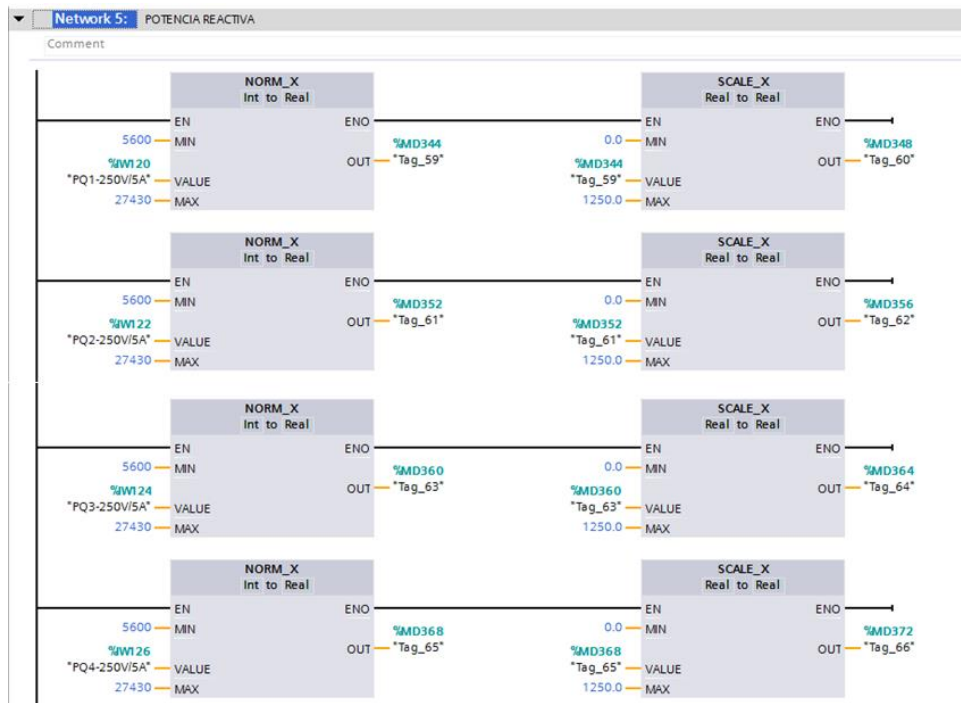


Figura 107: Procesamiento Potencia Reactiva

Fuente: Los Autores

f. Segmento 6: Frecuencia

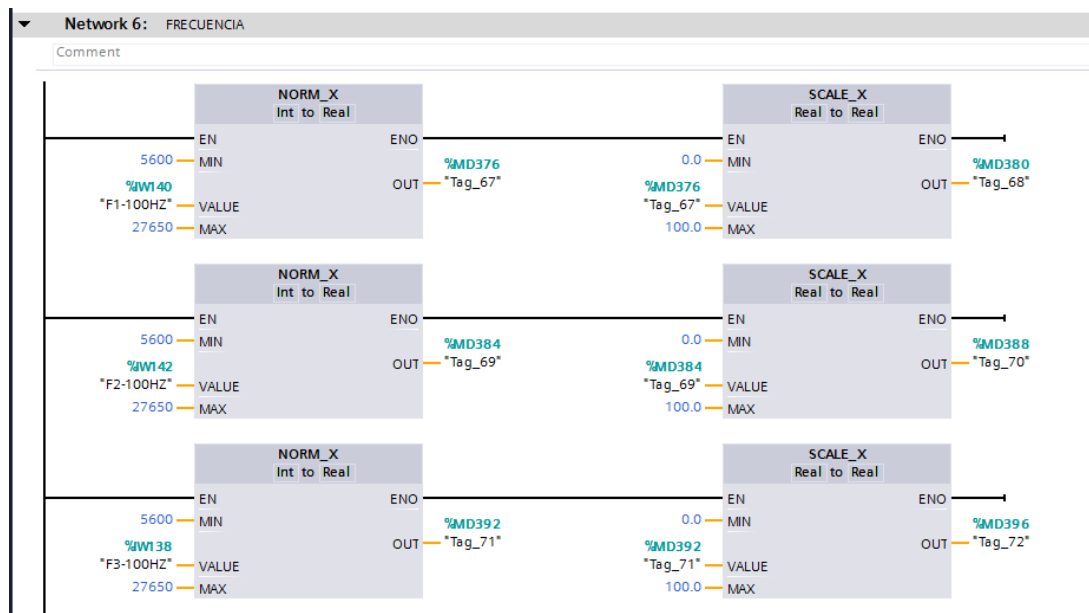
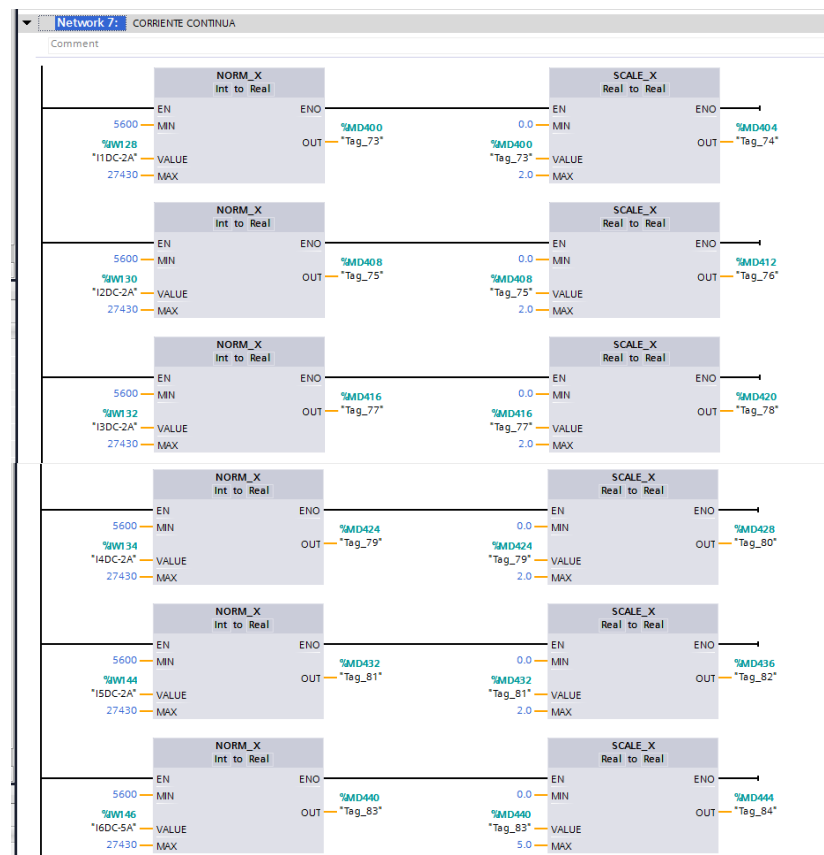


Figura 108: Procesamiento Frecuencia

Fuente: Los Autores

g. Segmento 7: Corrientes DC



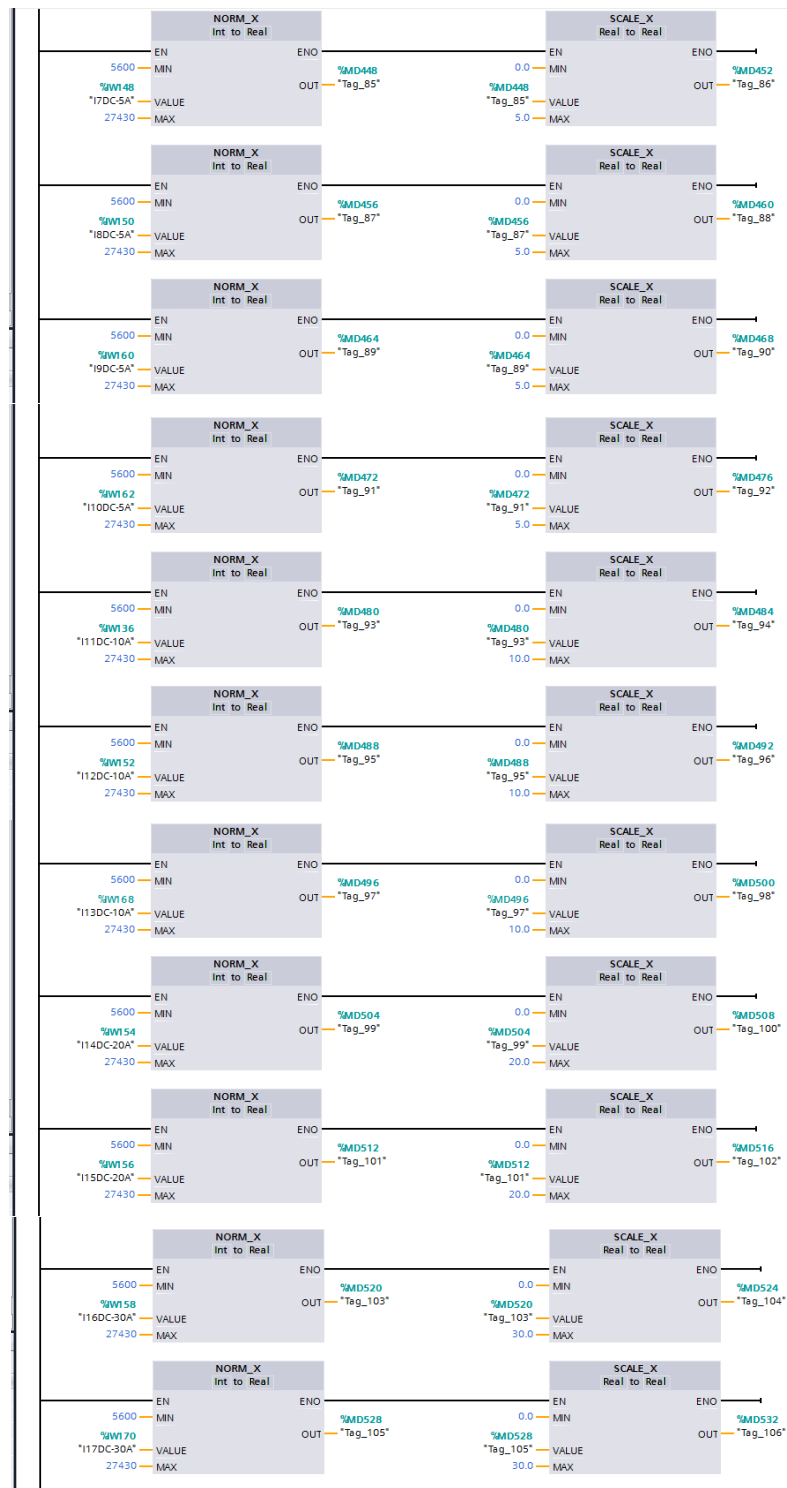


Figura 109: Procesamiento Corrientes DC

Fuente: Los Autores

6.2.8. NI OPC Server

El OPC es un sistema diseñado para servir de interfaz entre el servidor y el cliente que les permite comunicarse entre sí. Este programa sirve para obtener todos los datos del dispositivo DAQ y enviarlos al Software controlador. (*National Instruments*)

Según National Instruments el OPC Server consta de 3 divisiones que son:

- **Servidor:** Contiene todos los objetos de grupo
- **Grupo:** Mantiene la información sobre sí mismo y contiene y organiza los elementos OPC
- **Tema:** Contiene un identificador único celebrado dentro del grupo. El identificador actúa como una referencia para la fuente de datos individual, así como el valor, la calidad, y la información de marca de tiempo. El valor es los datos de la fuente. El estado de la calidad da información sobre el dispositivo. La marca de tiempo es el tiempo que se recuperan los datos. (*National Instruments*)

En el OPC se puede correr un RUNTIME que permite visualizar los valores de cada una de las variables antes de procesarlas con el Software controlador.

En la Figura: 87 Se puede apreciar las 42 entradas ya configuradas en el OPC Server que datos tipo Float, que permiten manejar números con decimales. En la misma figura se visualiza también el nombre del dato y la marca que usa

Tag Name	Address	Data Type	Scan Rate	Scaling	Description
F1-100HZ	MD380	Float	100	None	FRECUENCIA
F2-100HZ	MD388	Float	100	None	FRECUENCIA
F3-100HZ	MD396	Float	100	None	FRECUENCIA
I1AC-5A	MD236	Float	100	None	INTENSIDAD AC
I2AC-5A	MD244	Float	100	None	INTENSIDAD AC
I3AC-5A	MD252	Float	100	None	INTENSIDAD AC
I4AC-5A	MD260	Float	100	None	INTENSIDAD AC
I10DC-5A	MD476	Float	100	None	INTENSIDAD DC
I11DC-10A	MD484	Float	100	None	INTENSIDAD DC
I12DC-10A	MD492	Float	100	None	INTENSIDAD DC
I13DC-10A	MD500	Float	100	None	INTENSIDAD DC
I14DC-20A	MD508	Float	100	None	INTENSIDAD DC
I15DC-20A	MD516	Float	100	None	INTENSIDAD DC
I16DC-30A	MD524	Float	100	None	INTENSIDAD DC
I17DC-30A	MD532	Float	100	None	INTENSIDAD DC
I1DC-2A	MD404	Float	100	None	INTENSIDAD DC
I2DC-2A	MD412	Float	100	None	INTENSIDAD DC
I3DC-2A	MD420	Float	100	None	INTENSIDAD DC
I4DC-2A	MD428	Float	100	None	INTENSIDAD DC
I5DC-2A	MD436	Float	100	None	INTENSIDAD DC
I6DC-5A	MD444	Float	100	None	INTENSIDAD DC
I7DC-5A	MD452	Float	100	None	INTENSIDAD DC
I8DC-5A	MD460	Float	100	None	INTENSIDAD DC
I9DC-5A	MD468	Float	100	None	INTENSIDAD DC
PA1-250...	MD136	Float	100	None	POTENCIA ACTIVA
PA2-250...	MD324	Float	100	None	POTENCIA ACTIVA
PA3-250...	MD332	Float	100	None	POTENCIA ACTIVA
PA4-250...	MD340	Float	100	None	POTENCIA ACTIVA
PQ1-250...	MD348	Float	100	None	POTENCIA REACTIVA
PQ2-250...	MD356	Float	100	None	POTENCIA REACTIVA
PQ3-250...	MD364	Float	100	None	POTENCIA REACTIVA
PQ4-250...	MD372	Float	100	None	POTENCIA REACTIVA
V1AC-25...	MD204	Float	100	None	VOLTAJE AC
V2AC-25...	MD212	Float	100	None	VOLTAJE AC
V3AC-25...	MD220	Float	100	None	VOLTAJE AC
V4AC-25...	MD228	Float	100	None	VOLTAJE AC
V1DC-15...	MD268	Float	100	None	VOLTAJE DC
V2DC-15...	MD276	Float	100	None	VOLTAJE DC
V3DC-15...	MD284	Float	100	None	VOLTAJE DC
V4DC-15...	MD292	Float	100	None	VOLTAJE DC
V5DC-15...	MD300	Float	100	None	VOLTAJE DC
V6DC-15...	MD308	Float	100	None	VOLTAJE DC

Figura 110: Lista de Variables ingresadas en el NI OPC

Fuente: Los autores

6.2.9. Sistema de adquisición de datos y visualización del tablero en LabView

En la Figura 88, Se muestra la interfaz de programación que presenta el software controlador NI LabView teniendo a nuestra izquierda la interfaz visual y de lado derecho el campo de programación en bloques.

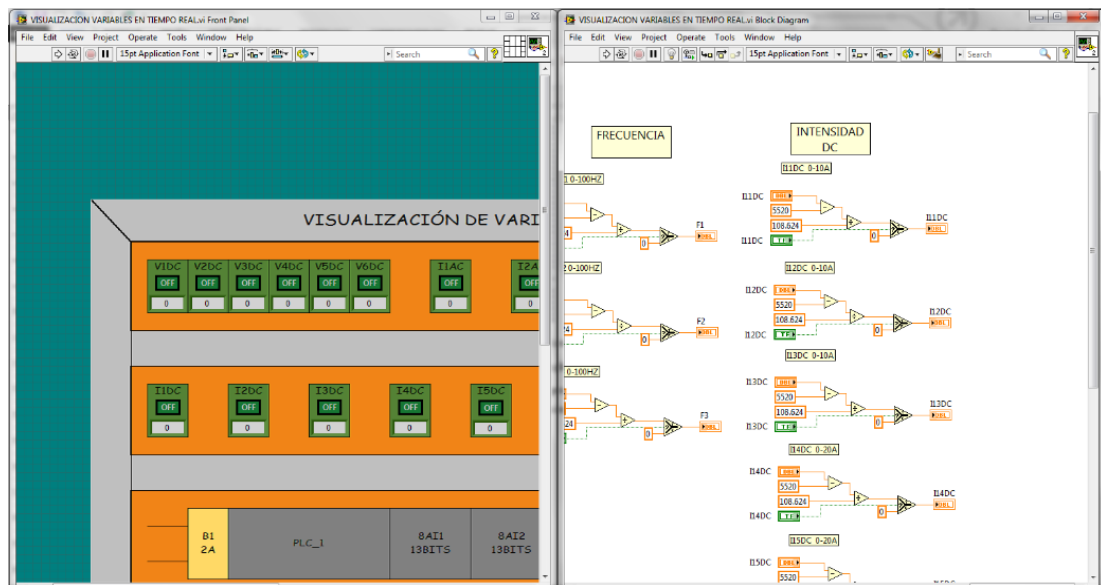


Figura 111: Panel Frontal y Panel de Programación de la práctica en LabView
Fuente: Los autores

La programación dispuesta para este tipo de muestreo solo se basa en adquirir la señal y mostrarla en su transductor correspondiente, si y solo si, está activado el botón que permita mostrar el valor adquirido. La utilización del botón no interviene en la adquisición de datos, los datos siempre estarán siendo leídos por el software controlador, solo no permitirá visualizarlos si se encuentra en modo OFF.

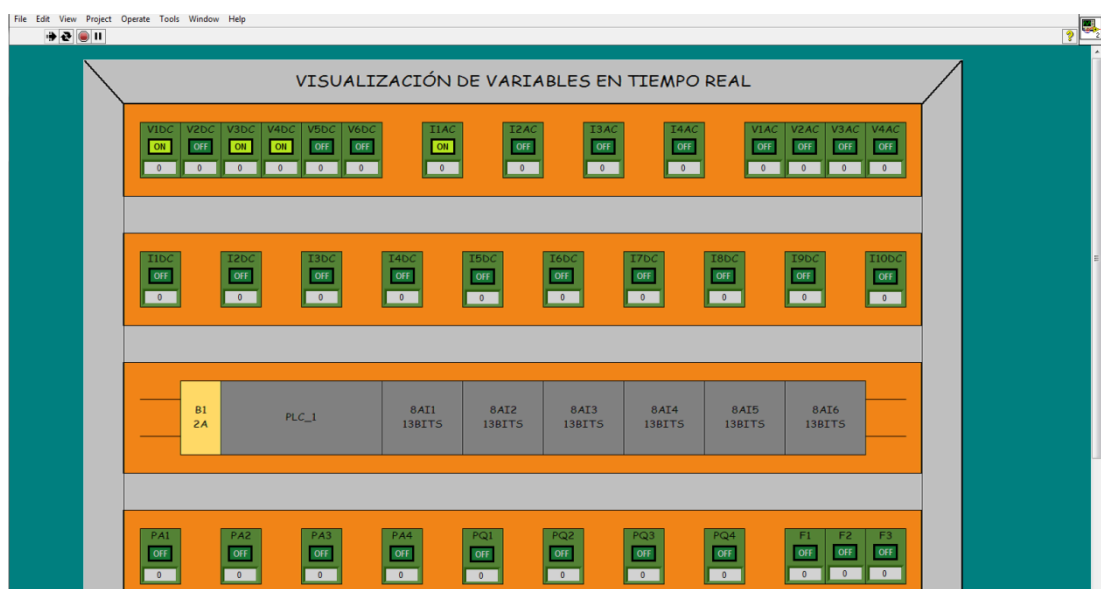


Figura 112: Panel Frontal de la práctica en LabView
Fuente: Los autores

La programación está realizada para obtener los datos de los transductores en la que se utilizó la siguiente estructura que se muestra en la Figura 90.

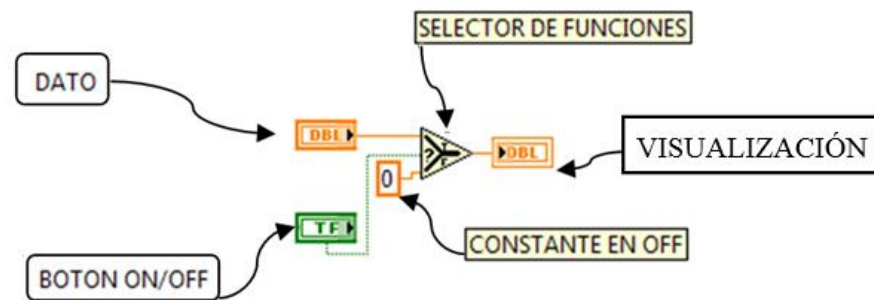


Figura 113: Estructura Programación
Fuente: Los autores

6.2.10. Funcionamiento

Para utilizar el entorno gráfico que visualiza cualquier transductor en tiempo real solo se debe activar el botón ON/OFF en el grafico del transductor correspondiente al que se tenga conectado y solamente se visualizara los datos adquiridos.

Este botón interactivo está diseñado en el Software LabView para el uso dinámico de la activación de la visualización de las entradas para cada módulo analógico respectivamente.

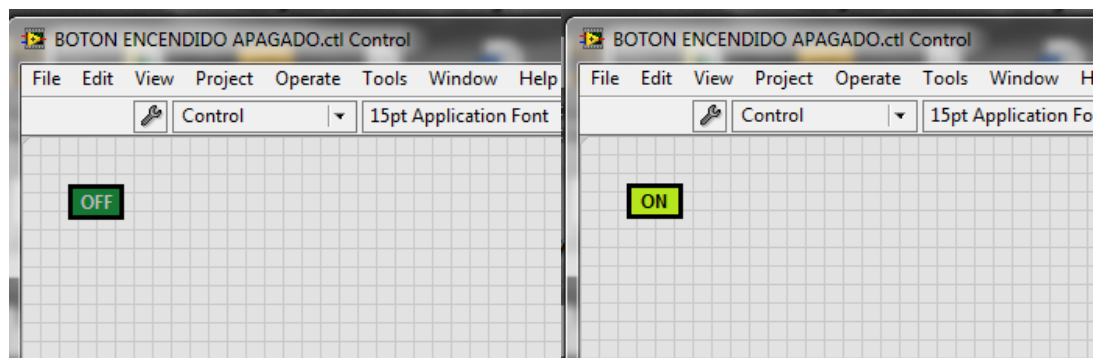


Figura 114: Botón ON / OFF
Fuente: Los autores

6.3. Práctica #3

Tema: Demostración grafica de la Curva de Magnetización de una máquina síncrona.

6.3.1. Datos informativos.

- **Software Programador:** NI LabView
- **Dispositivo:** PLC S7-1200 CPU 1214C, SM 1231 8IA 13 Bits
- **Tiempo estimado:** 0.5 horas

6.3.2. Objetivos

6.3.2.1. Objetivo general

- Graficar la curva característica de magnetización de una máquina síncrona.

6.3.2.2. Objetivos específicos

- Muestrear datos de Voltaje Ac y Corriente Dc.
- Realizar un histórico de los datos muestreados.
- Mostar en una gráfica los valores obtenidos.

6.3.3. Desarrollo

6.3.3.1. Marco Teórico

La curva de magnetización de un motor síncrono se realiza relacionando la IF (Corriente de campo) y la F.E.M. (Fuerza Electro Motriz) que se produce en el generador sincrónico.

Los valores de la IF se deberán limitar a un valor de 2.4A ya que el devanado de campo del motor síncrono soporta hasta ese amperaje. Para este propósito se utilizaran transductores de corriente continua que soporten ese valor de amperaje o tengan un rango de medición mayor, en este caso se utiliza los transductores de 5A ya que son los inmediatos superior.

Para el voltaje generado se utilizaran los transductores de 0-250VAc ya que el voltaje máximo de generación es de 220V-Ac.

6.3.3.2. Recomendaciones

Al momento de arrancar el motor síncrono, primero se deberá energizar el campo y setear una corriente de campo (I_F) de 0.5A, comprobar si el campo tiene corriente en su devanado.

Una vez comprobado se energiza la fuente variable para el voltaje terminal y se varia la fuente incrementando lentamente el voltaje para evitar los picos de corriente tan altos.

6.3.3.3. Marco procedimental

Los datos a utilizarse para llevar a cabo son las siguientes:

- V1AC-250V
- V2AC-250V
- V3AC-250V
- V4AC-250V
- I6DC-5A
- I7DC-5A
- I8DC-5A
- I9DC-5A
- I10DC-5A

De estas entradas se debe elegir una de Voltaje y una de Corriente que deberán ser conectadas solo en los borneros que se muestran en la Figura 92 y Figura 93.

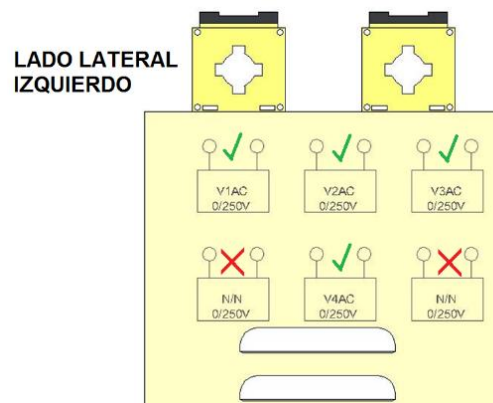


Figura 115: Correcta conexión de Voltajes AC
Fuente: Los autores

**LADO LATERAL
DERECHO**

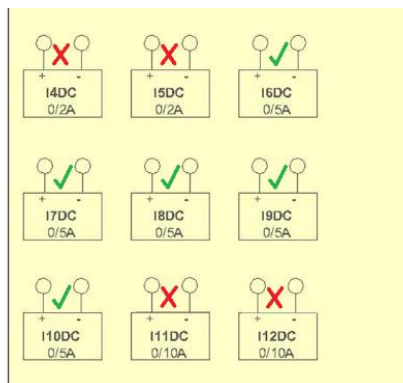


Figura 116: Correcta conexión de Corrientes DC 5A

Fuente: Los autores

Las cuales deberán ser elegidas en un “List Box” según los borneros en los que se realicen las conexiones de las entradas a utilizarse.

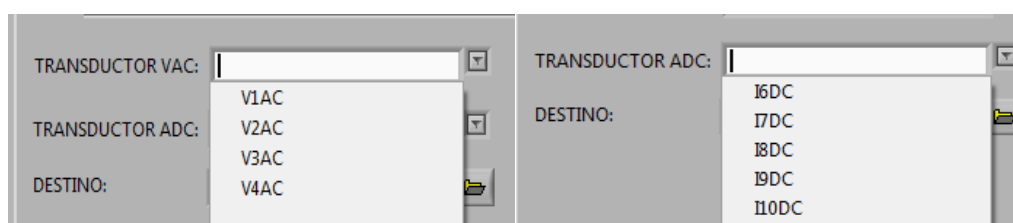


Figura 117: Selección variables a utilizar

Fuente: Los autores

Para guardar el histórico de datos obtenidos se deberá elegir un archivo que deberá ser seleccionado dando click en  en DESTINO.

Una vez ingresado los parámetros de configuración se da click en el boton RUN para que comience a recopilar los datos.

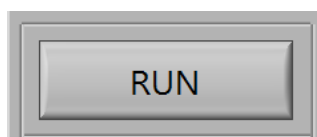


Figura 118: Botón para comenzar a muestrear

Fuente: Los autores

En visualización se observa la gráfica de la curva de magnetización que se obtiene después de adquirir los datos.

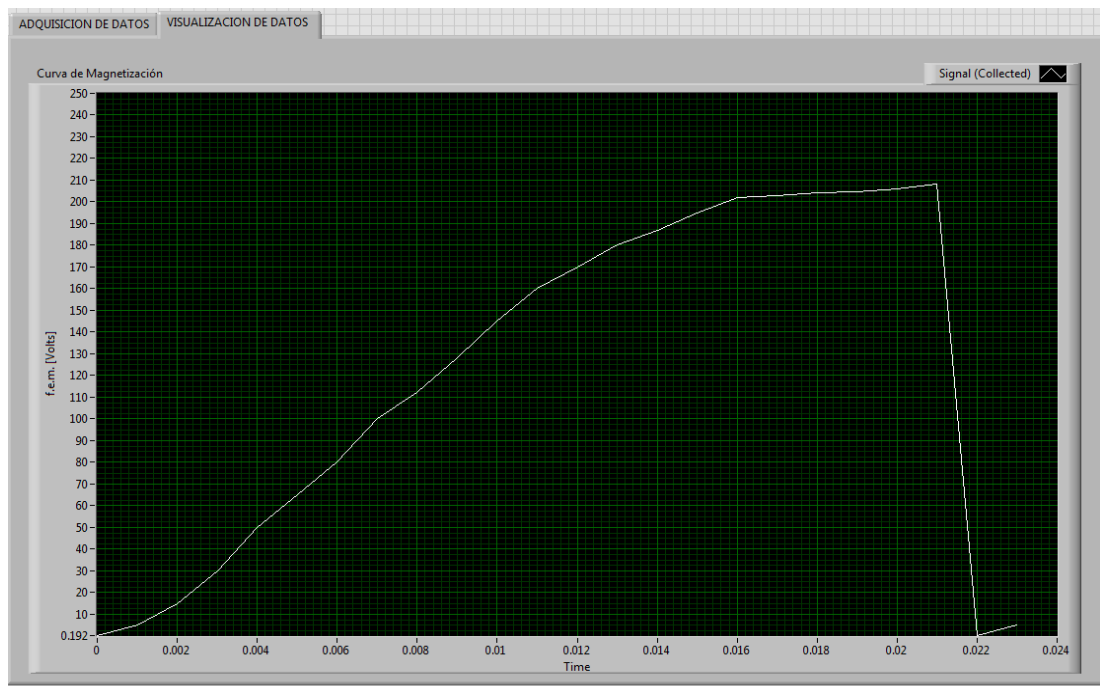


Figura 119: Botón para comenzar a muestrear
Fuente: Los autores

6.4. Práctica #4

Tema: Demostración Global de las Variables Electromecánicas del Banco de Pruebas para máquinas síncronas.

6.4.1. Datos informativos.

- **Software Programador:** NI LabView
- **Dispositivo:** PLC S7-1200 CPU 1214C, SM 1231 8IA 13 Bits
- **Tiempo estimado:** 2 horas

6.4.2. Objetivos

6.4.2.1. Objetivo general

- Visualizar las mediciones del banco de pruebas para máquina síncrona

6.4.2.2. Objetivos específicos

- Monitorear el sincronismo de generadores

6.4.3. Desarrollo

6.4.3.1. Marco procedimental

El banco de pruebas para máquina síncrona contiene señales de Voltaje en Ac y Dc, Corrientes en Ac y Dc, Potencia Activa y Reactiva y frecuencia. Este banco de pruebas permite utilizar todos los tipos de transductores que se encuentran en este módulo.

La visualización del banco de pruebas esta dado en forma de navegación por el gran tamaño del mismo, que al reducirlo perdió nitidez. Para esto se amplió la imagen de los elementos del banco de pruebas hasta poder visualizar correctamente todas las mediciones respectivas.

Los voltajes continuos se encuentran fijos para cada una de las 6 mediciones posibles, las mismas que serán utilizadas para energizar el campo del motor, el Voltaje terminal del motor y el Campo del generador, como se tiene dos motores y dos generadores, se necesitan 6 medidores de Voltaje continuo.

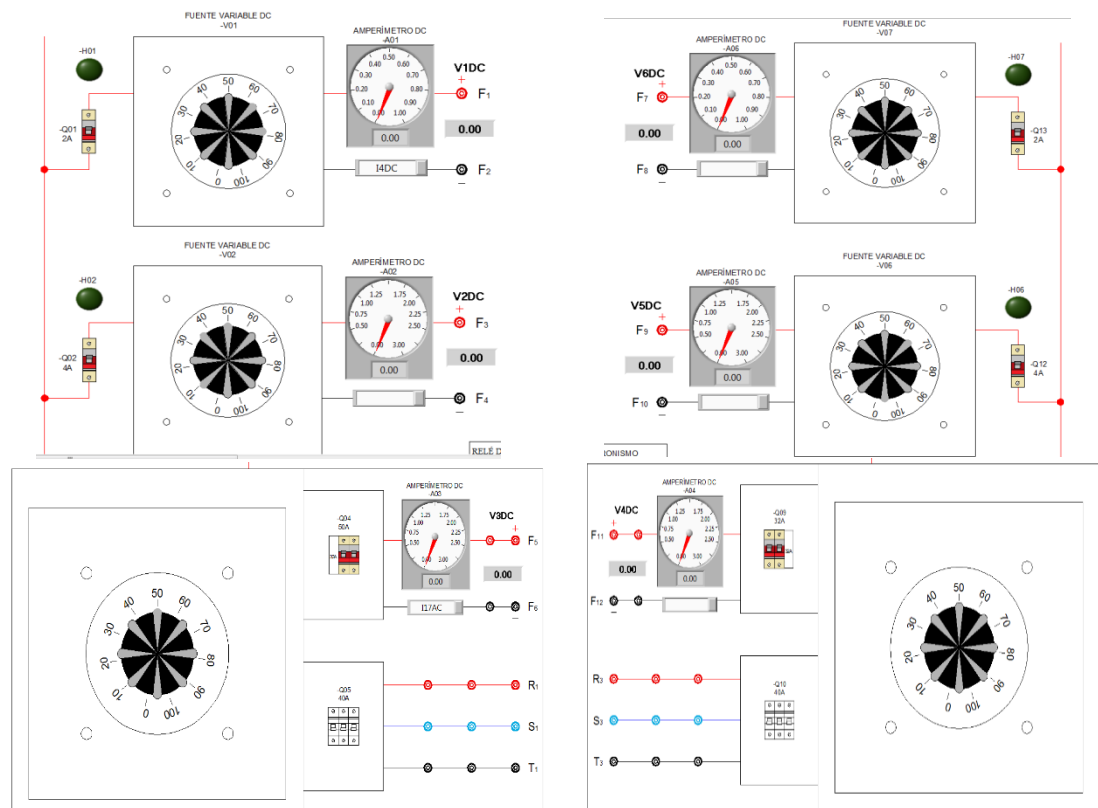


Figura 120: Fuentes a ser medidas del banco de pruebas para máquina síncrona.

Fuente: Banco de pruebas para Máquina Síncrona.

Se debe monitorear las corrientes que las fuentes están entregando a los devanados del motor, para esto las fuentes variables son de diferentes capacidades por lo tanto se utilizará transductores que puedan leer rangos de 0-1A, 0-3A y de 0-50A, estos transductores podrán ser seleccionados a conveniencia del usuario ya que en el programa consta de un List box con los transductores por cada rango.

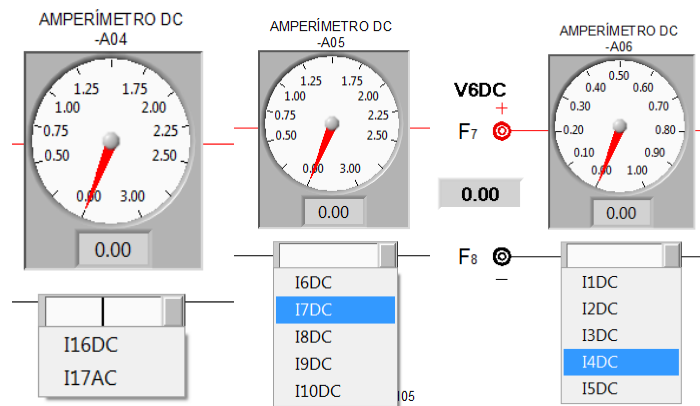


Figura 121: Medidores de Corriente.

Fuente: Los autores

Para activar la medición de los diferentes transductores a utilizarse cada fuente variable tiene su respectivo Breaker de activación que además activa una señal luminosa si para notificar que se está utilizando esa fuente.

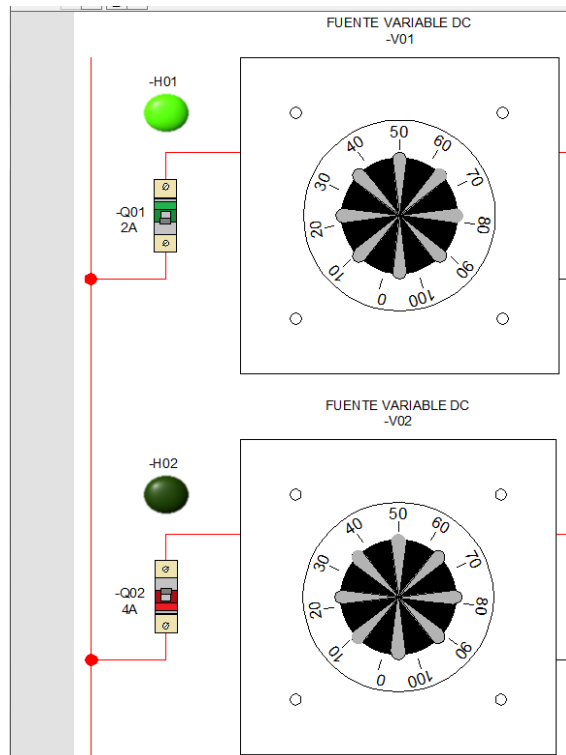


Figura 122: Señales de activación de transductores.
Fuente: Los Autores

CONCLUSIONES

- El presente proyecto cumplió con el objetivo general, de diseñar e implementar un módulo, el cual agilice de una manera eficiente la adquisición de datos de la materia de Máquinas Eléctricas II, aumentando el conocimiento de cada estudiante, e incluso abarcar más temas en poco tiempo.
- Se adquirió los parámetros electromecánicos, con una precisión aceptable, se diseñó el módulo en una estructura metálica resistente al uso diario. Se instalaron los transductores, los TCs, PLC, módulos analógicos, cable Profinet y fuentes de alimentación.
- Se utilizó el PLC S7-1200 para adquirir los parámetros electromecánicos a través de los transductores, y poder procesarlos utilizando el software NI LabView.
- Se desarrolló prácticas explicando las normas de seguridad, la prueba global del funcionamiento del módulo, la demostración gráfica de la curva de magnetización de una máquina síncrona, y la demostración global de las variables electromecánicas del banco de pruebas para máquinas síncronas.

RECOMENDACIONES

- Al momento de colocar los equipos en un módulo, siempre tener en cuenta la posición de la bornera de salida, para así colocar al equipo lo más cerca posible y evitar gastar cable innecesariamente.
- Al momento de cablear los dispositivos, en las borneras, siempre soldar el cable con el terminal de la misma, esto ayuda a que el cable no se salga con facilidad y tenga una duración larga de vida, y así se evita incluso fallas hasta cortocircuitos.
- Ajustar las borneras en su respectivo orificio, para evitar que se aflojen con el movimiento del módulo, y al momento de insertar los cables a cada momento.
- Ajustar los terminales bornes de los transductores de una manera que el cable no se afloje o se salga fácilmente, ya que esto es muy importante al momento de adquirir la señal, y así evitar fallas. También se debe realizar esto con los fusibles base, fuentes de alimentación, y Breaker general.
- Conectar todas las tierras de los equipos en un punto común, y aterrizarla al conector de entrada, el cual viene con las tres líneas, fase, neutro, y tierra. Y así poder proteger al módulo en su totalidad contra cualquier descarga eléctrica.
- El mantenimiento se recomienda hacerlo cada mes, para así evitar desperfectos y aumentar la vida útil del módulo y sus equipos instalados.
- Antes de empezar a realizar las prácticas, revisar que el módulo este bien conectado a la alimentación de 110VAC.
- Al realizar las prácticas evitar movimientos bruscos del módulo, y antes de conectar los cables a las borneras de entrada del módulo, verificar y cerciorarse de conectar de la manera correcta.

- Es recomendable que la persona quien vaya a utilizar el módulo sea una persona quien tenga conocimientos del funcionamiento.
- Las prácticas a realizarse deben de estar supervisadas por el docente a cargo de la cátedra.
- La persona que no tenga conocimiento del funcionamiento del módulo, debe pedir ayuda al docente de la cátedra.

CRONOGRAMA

Tabla 3: Cronograma del Desarrollo del Proyecto (M.A.P.P.E.)

		CRONOGRAMA 2014 - 2015																								
SEMANA		MES 1					MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
		SEPT.	OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
ACTIVIDADES	Cotización de equipos	x	x																							
	Cotización de materiales			x	x																					
	Cotización de Software para control de datos					x																				
	Adquisición de equipos y materiales						x																			
	Traslado de equipos y materiales al laboratorio							x																		
	Adecuación del tablero								x	x																
	Cableado y conexión de los elementos del tablero										x															
	Comunicación del módulo con el computador											x														
	Investigación sobre máquinas síncronas												x	x	x	x										
	Programación LabView																x	x	x	x						
	Comunicación mediante NI OPC SERVER																				x	x				
	Investigación sobre FIRMWARE PARA PLC																					x	x			
	Prueba de conexión y de funcionamiento del módulo terminado																						x	x		
	Verificación de las prácticas propuestas																							x	x	

Fuente: Los Autores

PRESUPUESTO

- **RECURSO HUMANO**

Los autores del proyecto y el tutor del presente proyecto.

MATERIALES

Tabla 4: Presupuesto del Proyecto.

LISTA DE MATERIALES	CANT.	EQUIPOS UPS	EQUIPOS DE LOS AUTORES
Transductor (ADC)	17	✓	
Transductor (AAC)	4	✓	
Transductor (VDC)	6	✓	
Transductor (VAC)	4	✓	
Transductor (Potencia Activa - PA)	4	✓	
Transductor (Potencia Reactiva - PQ)	4	✓	
Transductor (Frecuencia - F)	3	✓	
Fusibles De Protección	65		\$40,00
Fusibles Base	31	✓	
Computadora I7	1	✓	
PLC / S7-1200 / Siemens / 1214c /	1		\$695,00
Módulos De 8 Entradas Analógicas Siemens	1		\$688,00
Módulos De 8 Entradas Analógicas Siemens	5	✓	
Software / Comunicación/ Ni OPC Server	1	✓	
Software / Ni LabView /	1	✓	
Software / Tia Portal /		✓	
Serigrafía			\$100,00
Tablero	1	✓	
Adecuación Del Tablero	1		\$1000,00
Garruchas Base	4		\$60,00
Partes Y Accesorios			\$500,00
Varios E Imprevistos			\$500,00
TOTAL	154		\$3.583,00
✓ LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL, FACILITO CIERTA CANTIDAD DE EQUIPOS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO.			\$1.791,50 Por cada Integrante

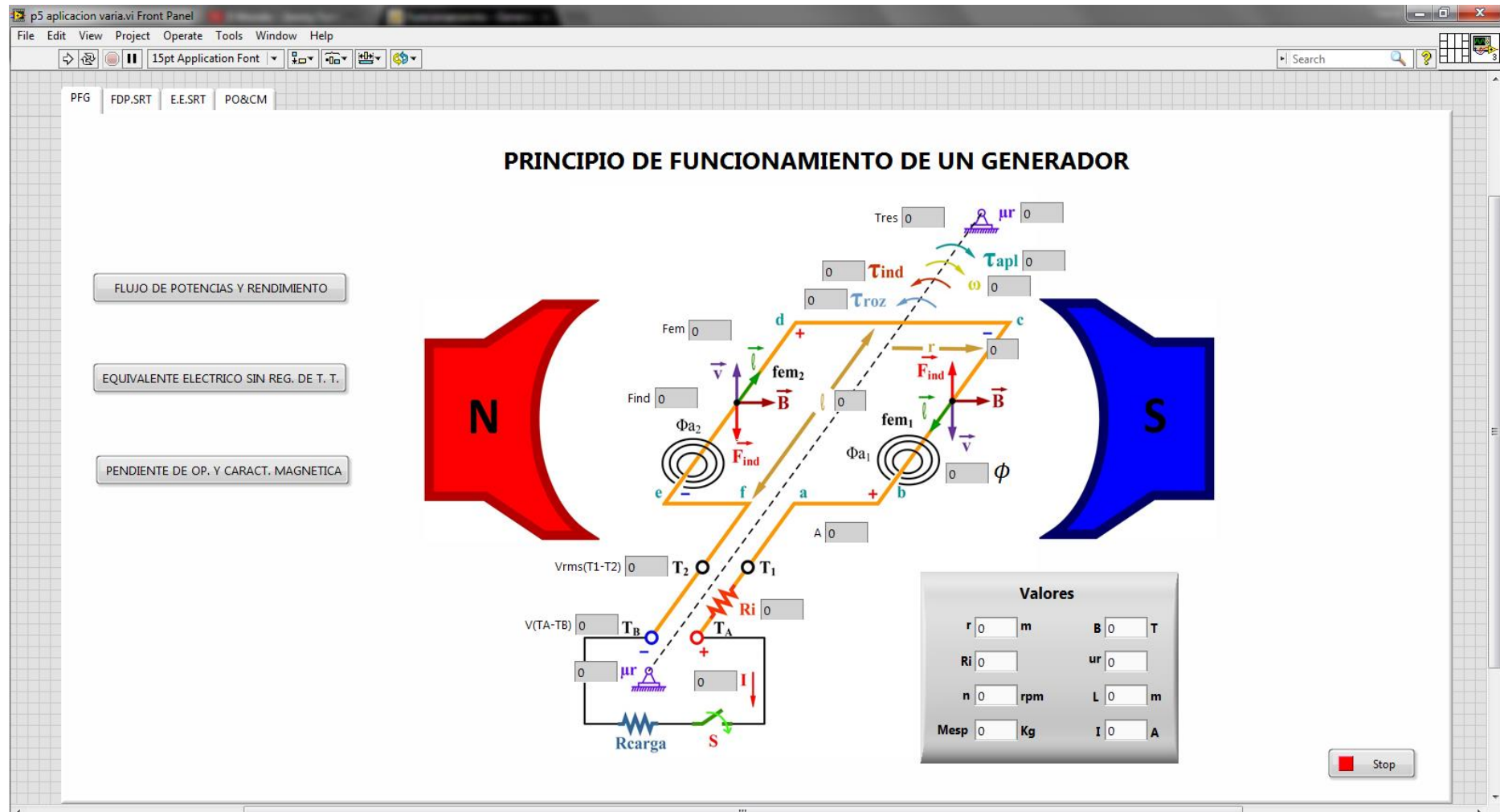
Fuente: Los Autores

BIBLIOGRAFÍA

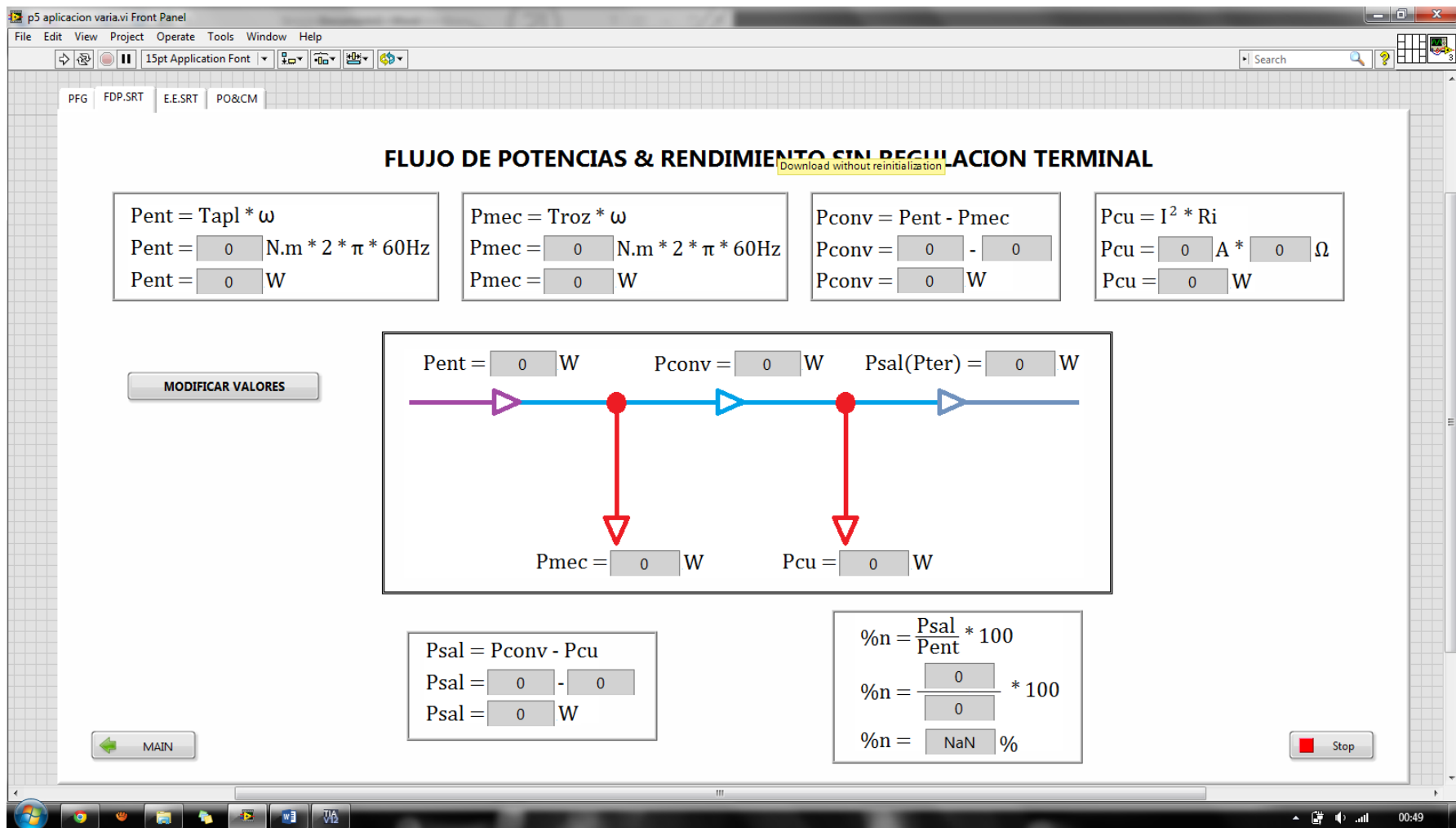
1. Vilorio, J. R. (2009). *Automatismos Industriales*. Madrid: Paraninfo.
2. Chapman, S. J. (2000). *Máquinas Eléctricas*. Santa Fe: MC GRAW HILL.
3. Pallas Areny Ramon. (2003). *Sensores y acondicionadores de señal*, Barcelona (España): Marcombo S.A.
4. Chicala Carlos Daniel Ing. (2015). *Adquisición de Datos: Medir para Conocer y Controlar*. México D.F. Cengage Learning.
5. Siemens, 2015. SIMATIC S7 Controlador programable S7-1200 Manual de sistema. Recuperado de <https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200-MANUAL%20DEL%20SISTEMA.PDF>
6. National Instruments, 2015. Recuperado de <http://www.ni.com/data-acquisition/what-is/esa/>
7. Pallas Areny Ramon. (2003). *Sensores y acondicionadores de señal*, Recuperado de https://books.google.com.ec/books?id=Eevyk28_fVkc&printsec=frontcover&dq=libros+de+sensores+y+transductores+2015&hl=es-419&sa=X&ei=JuYhVZ70PMXjsAS9vYDIBA&ved=0CDUQ6AEwBA#v=onepage&q&f=false

ANEXOS

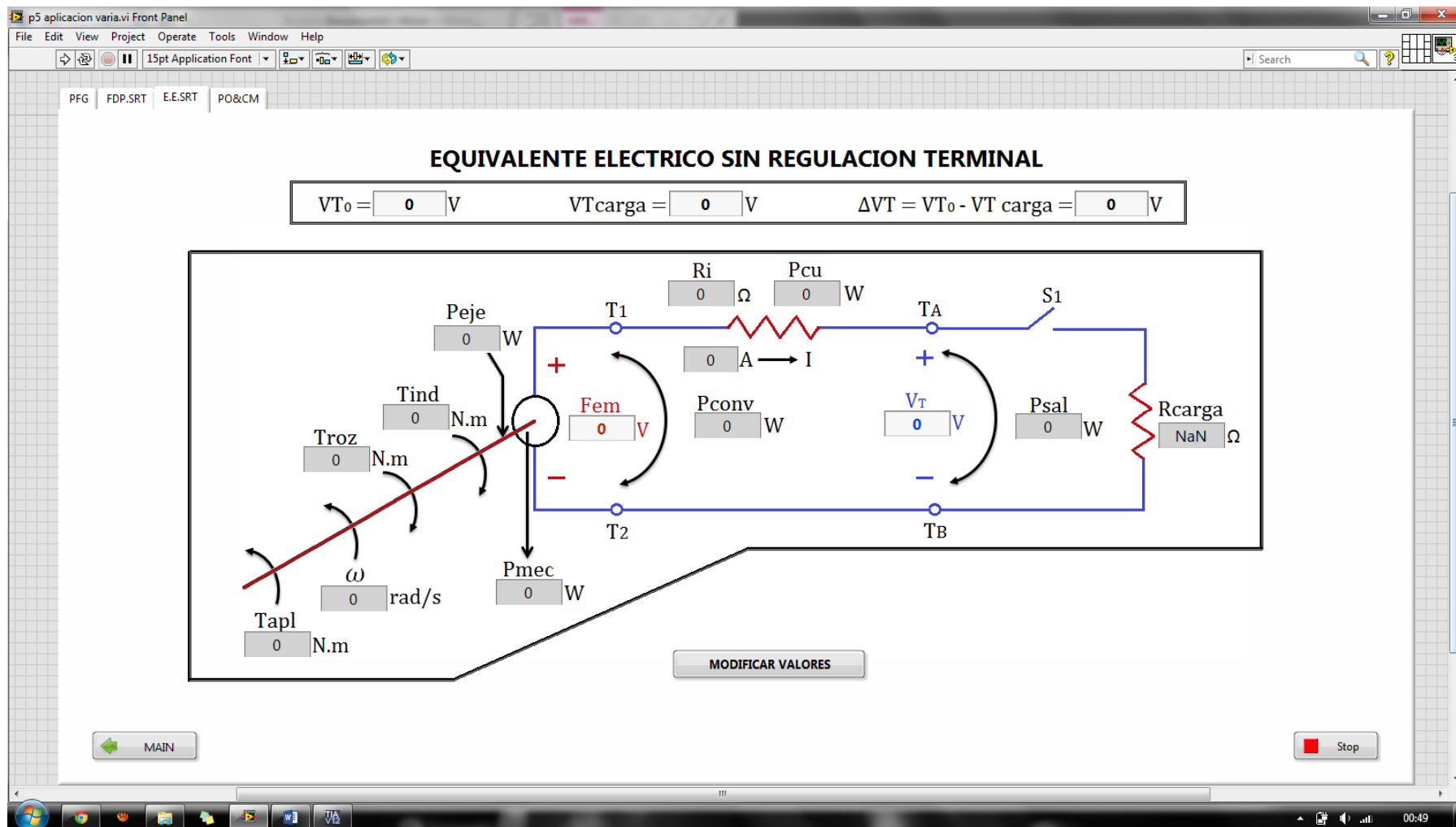
APLICACIÓN DE EJEMPLO



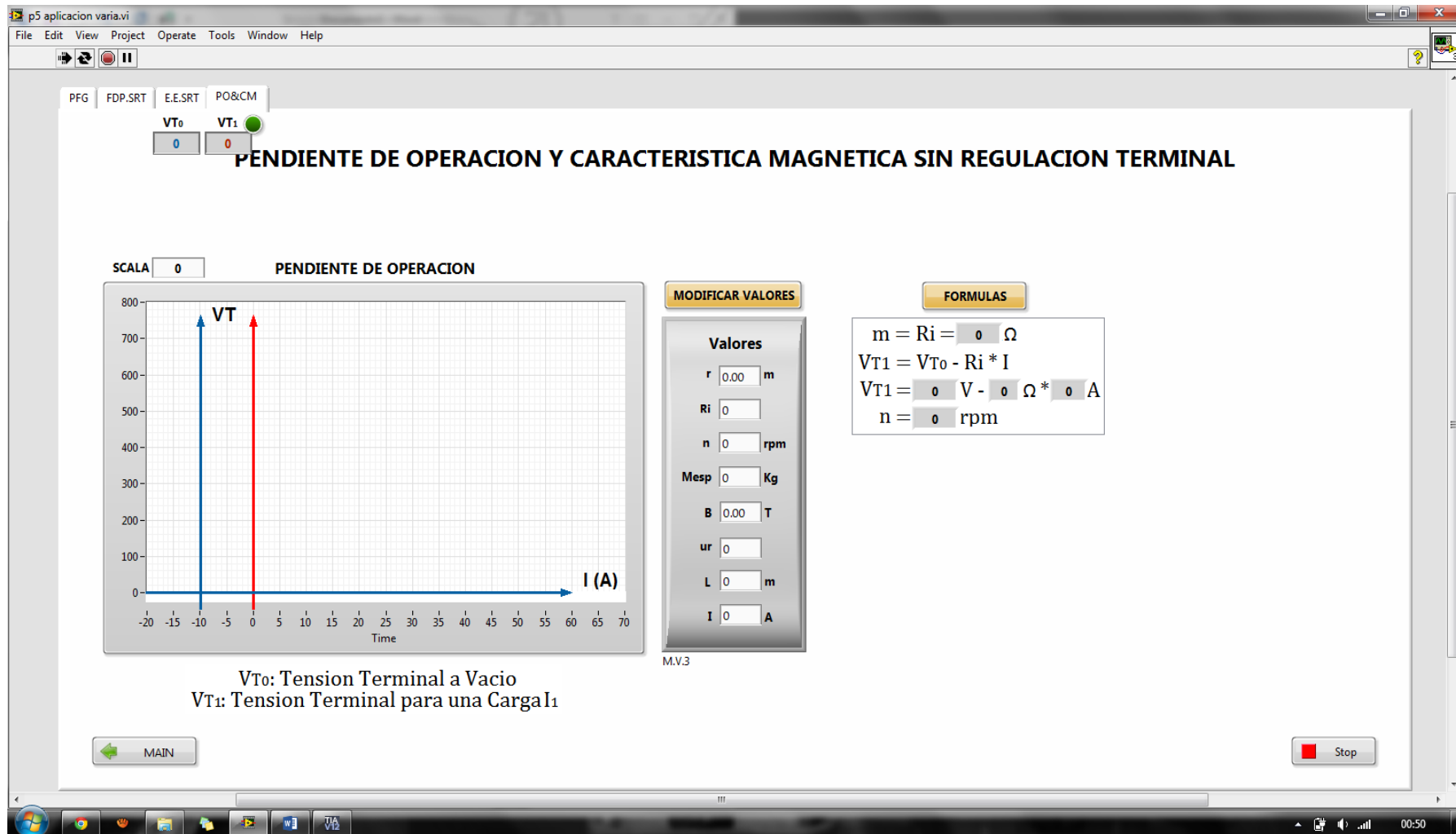
APLICACIÓN DE EJEMPLO



APLICACIÓN DE EJEMPLO



APLICACIÓN DE EJEMPLO



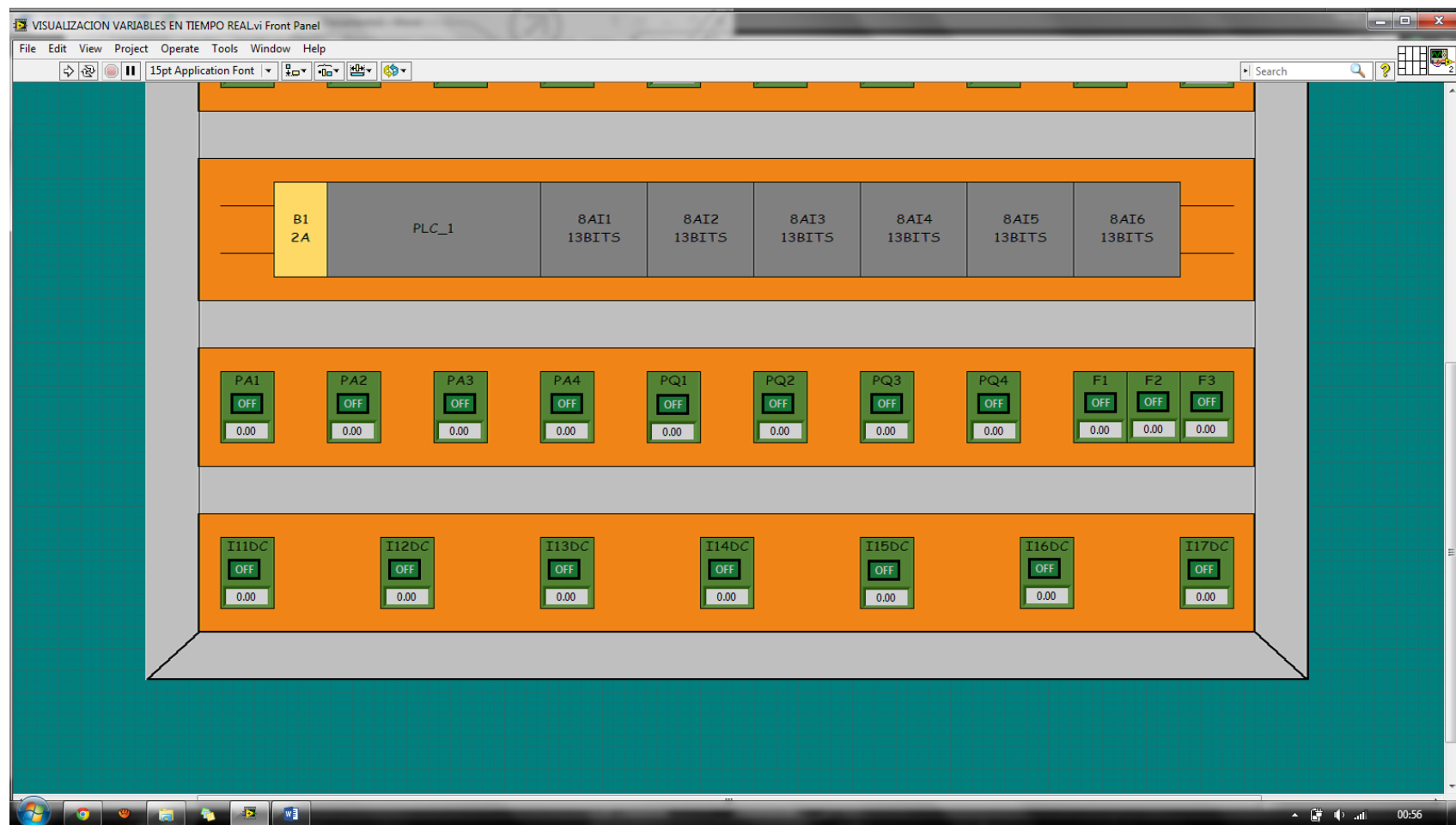
ANEXO PRACTICA #2

PROGRAMACION EN LABVIEW (PANEL FRONTAL – PARTE SUPERIOR)



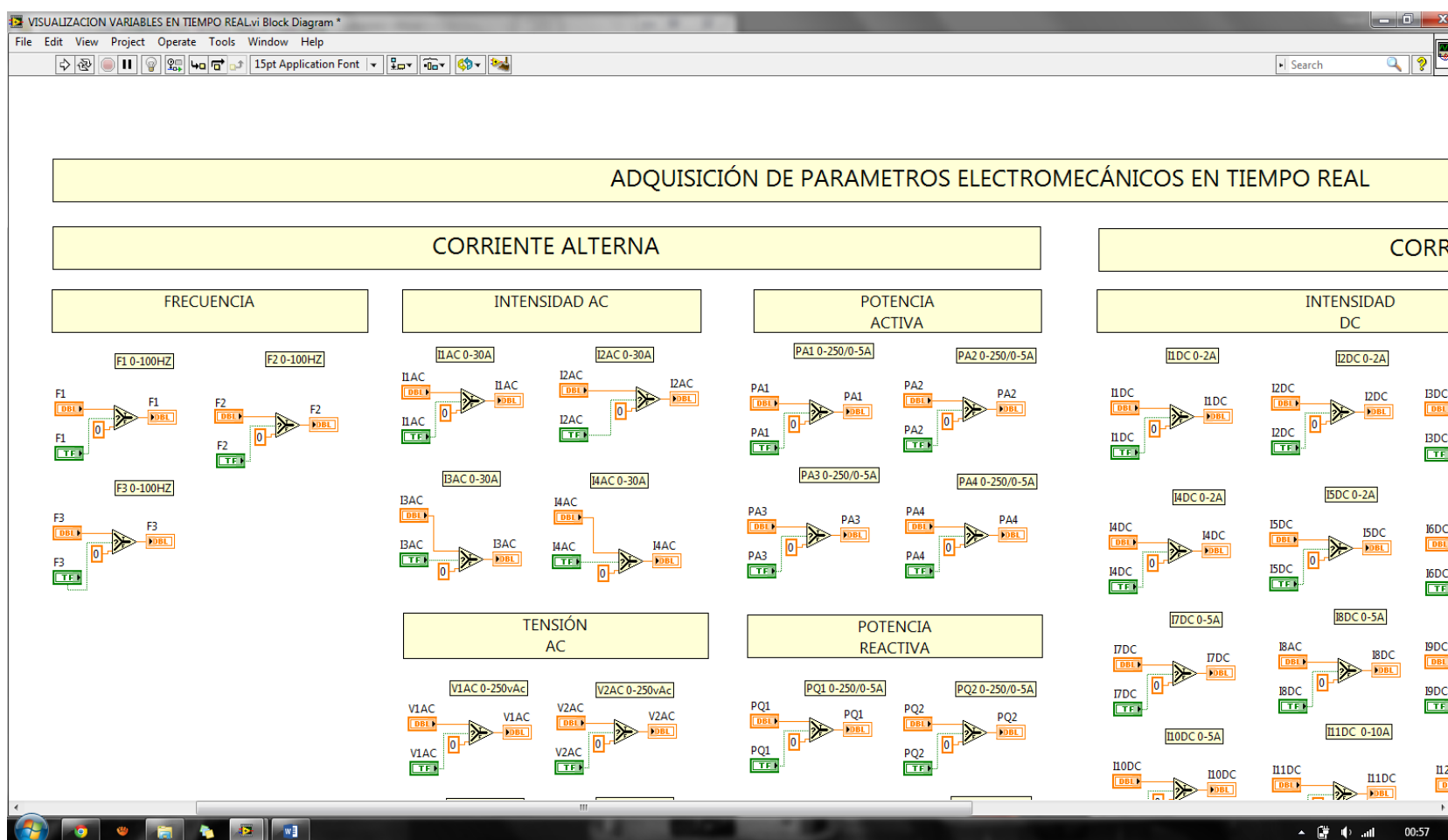
ANEXO PRACTICA #2

PROGRAMACION EN LABVIEW (PANEL FRONTAL – PARTE INFERIOR)



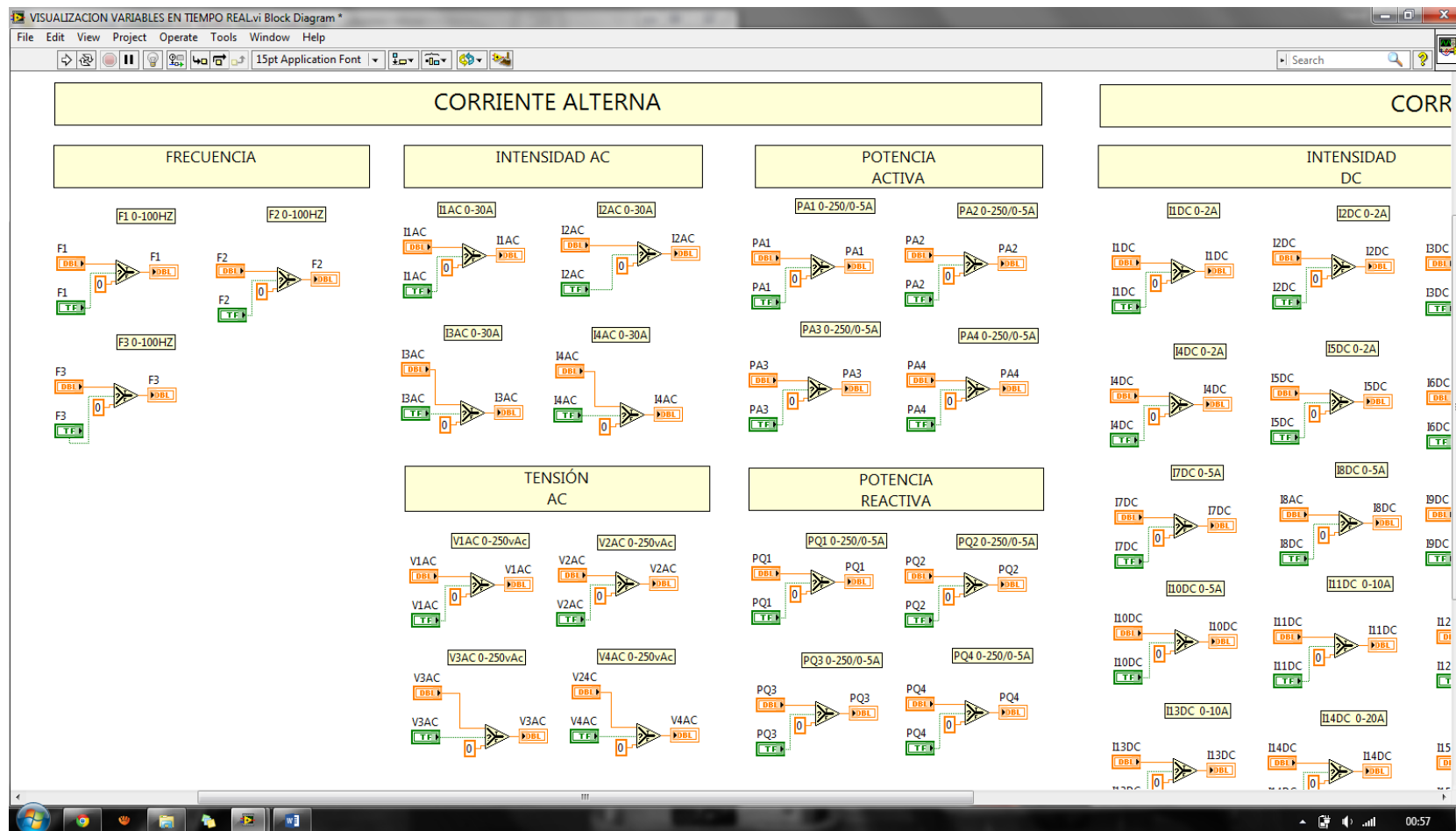
ANEXO PRACTICA #2

PROGRAMACION EN LABVIEW (PANEL DE PROGRAMACIÓN – A)



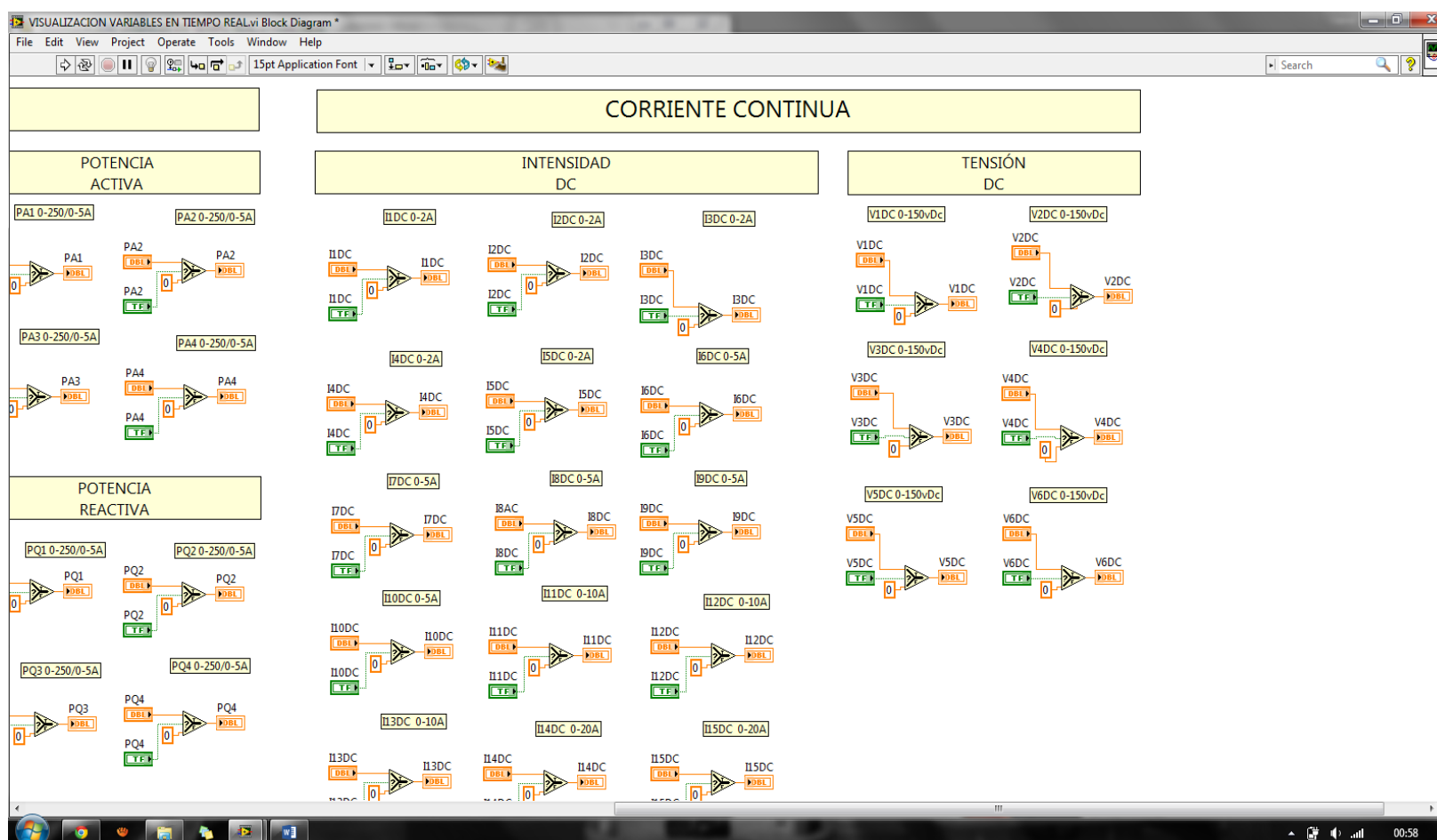
ANEXO PRACTICA #2

PROGRAMACION EN LABVIEW (PANEL DE PROGRAMACIÓN – B)



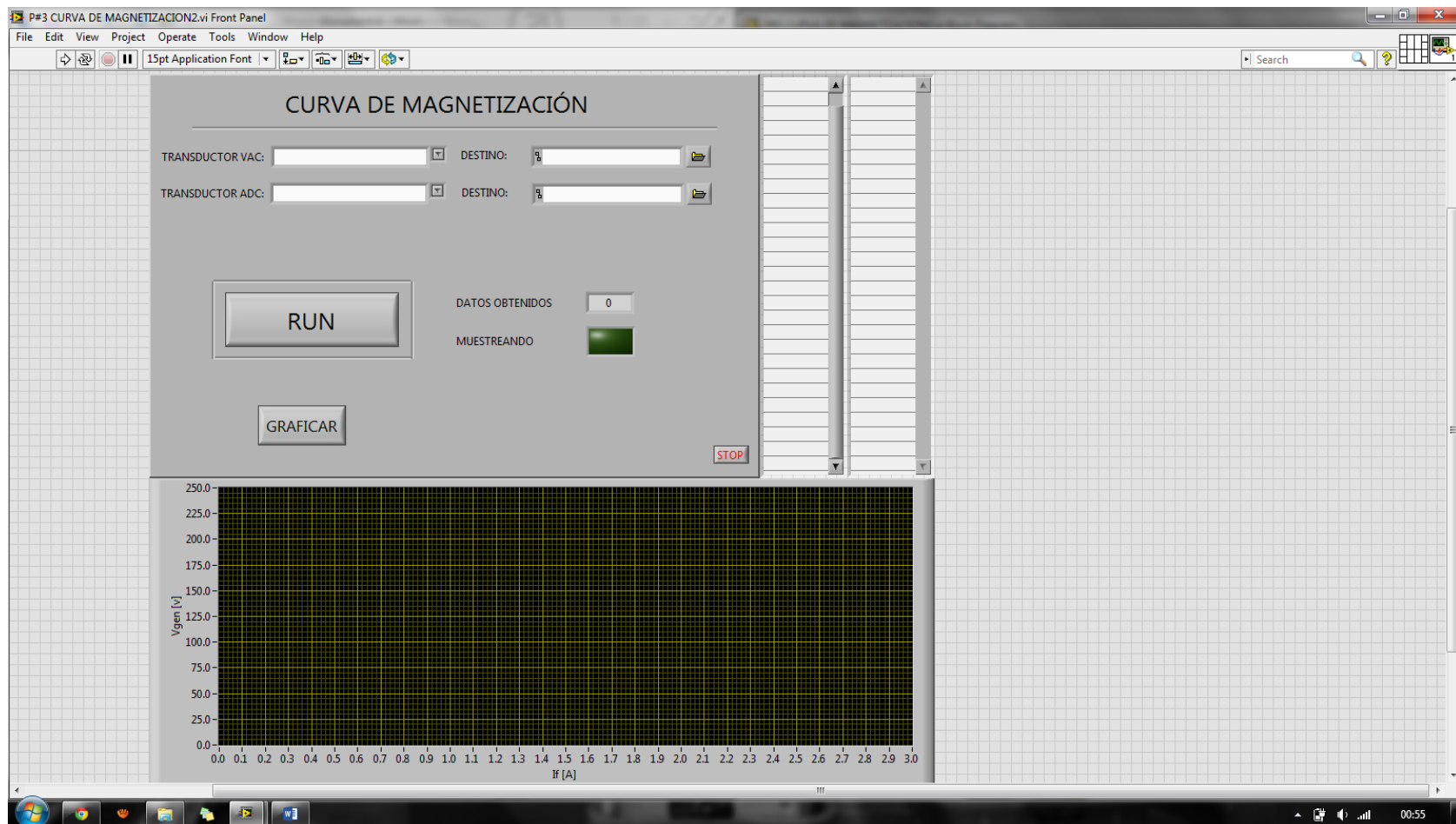
ANEXO PRACTICA #2

PROGRAMACION EN LABVIEW (PANEL DE PROGRAMACIÓN – C)



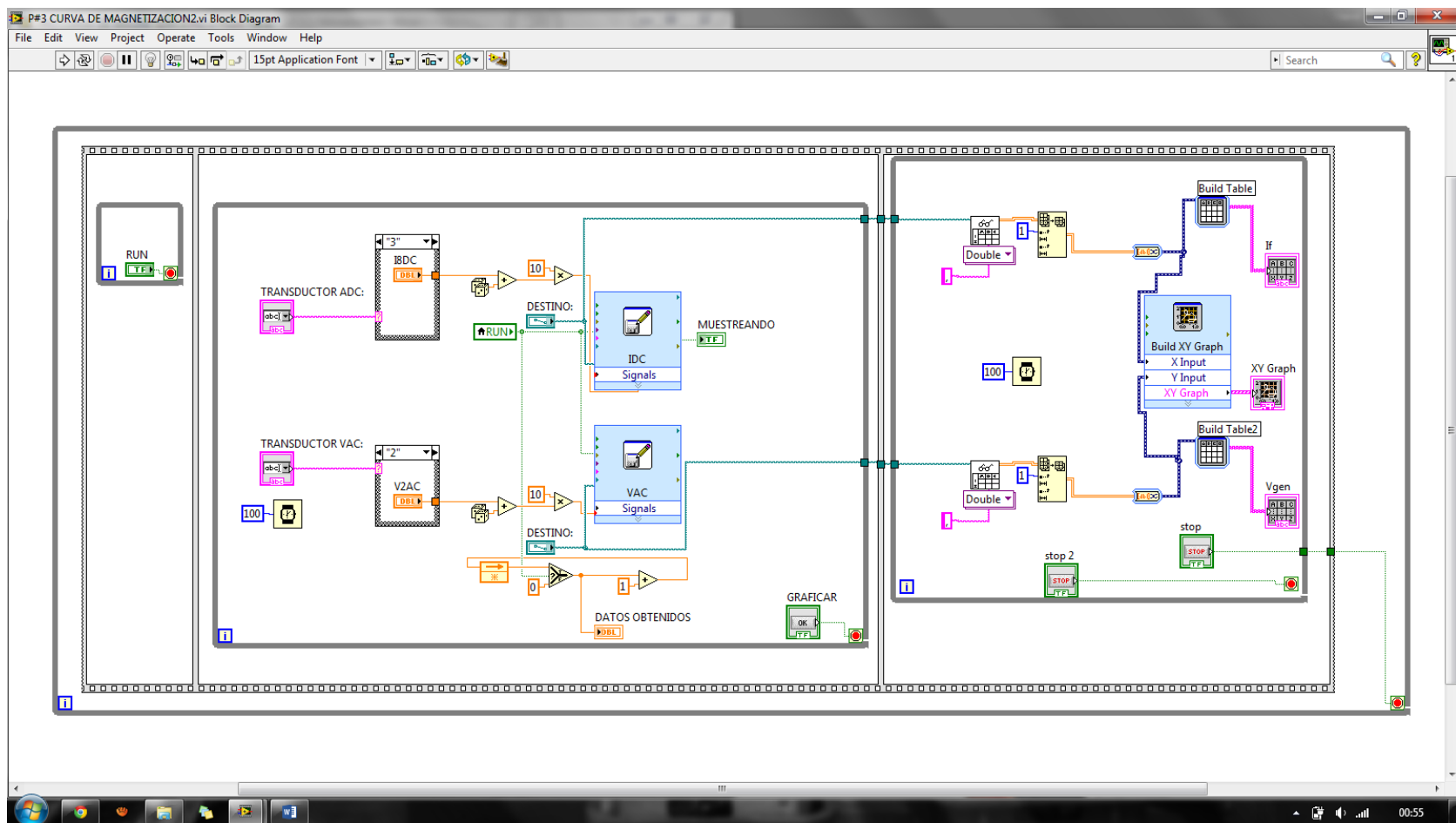
ANEXO PRACTICA #3

PROGRAMACION EN LABVIEW (PANEL FRONTAL)



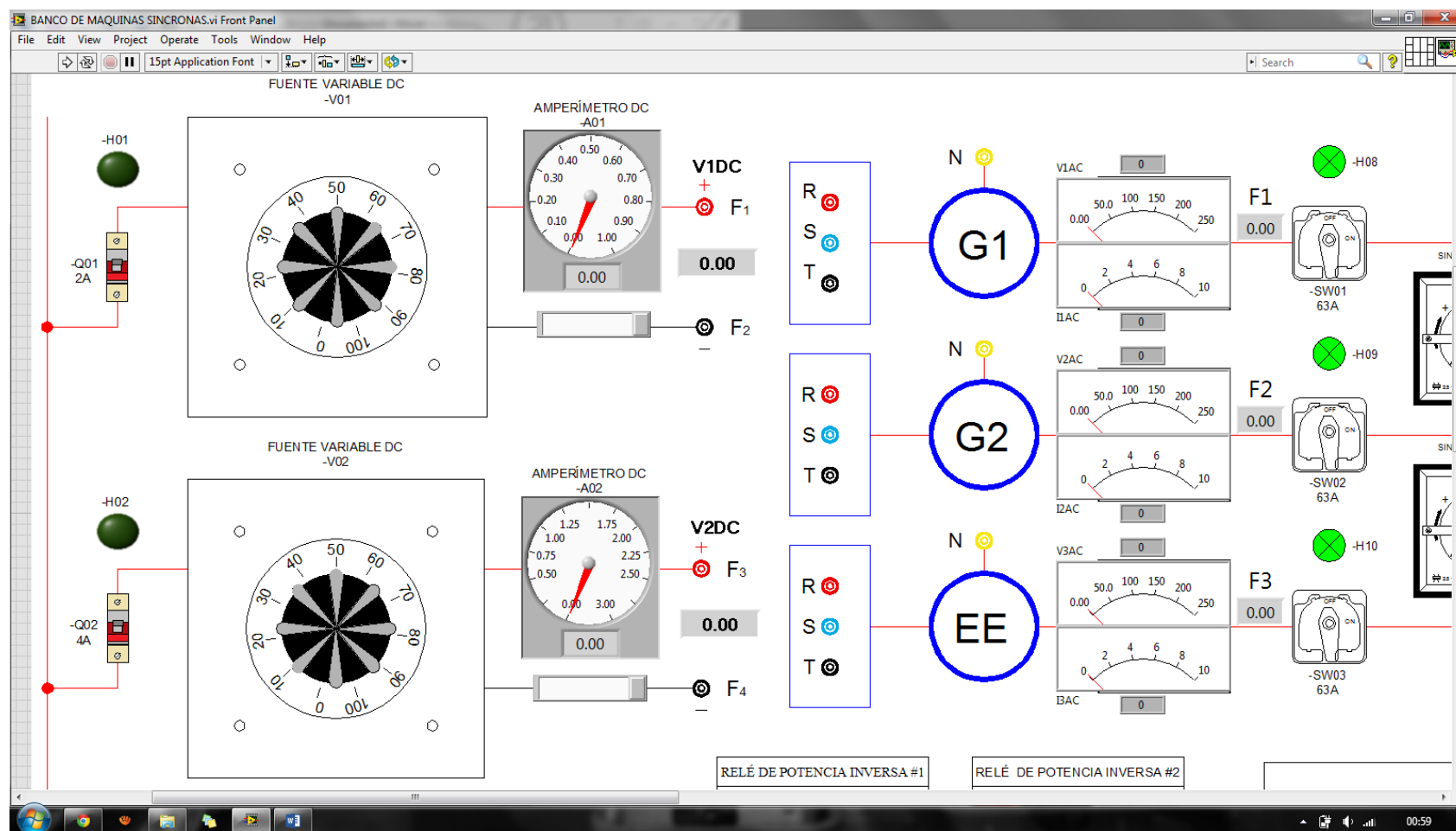
ANEXO PRACTICA #3

PROGRAMACION EN LABVIEW (PANEL DE PROGRAMACIÓN)



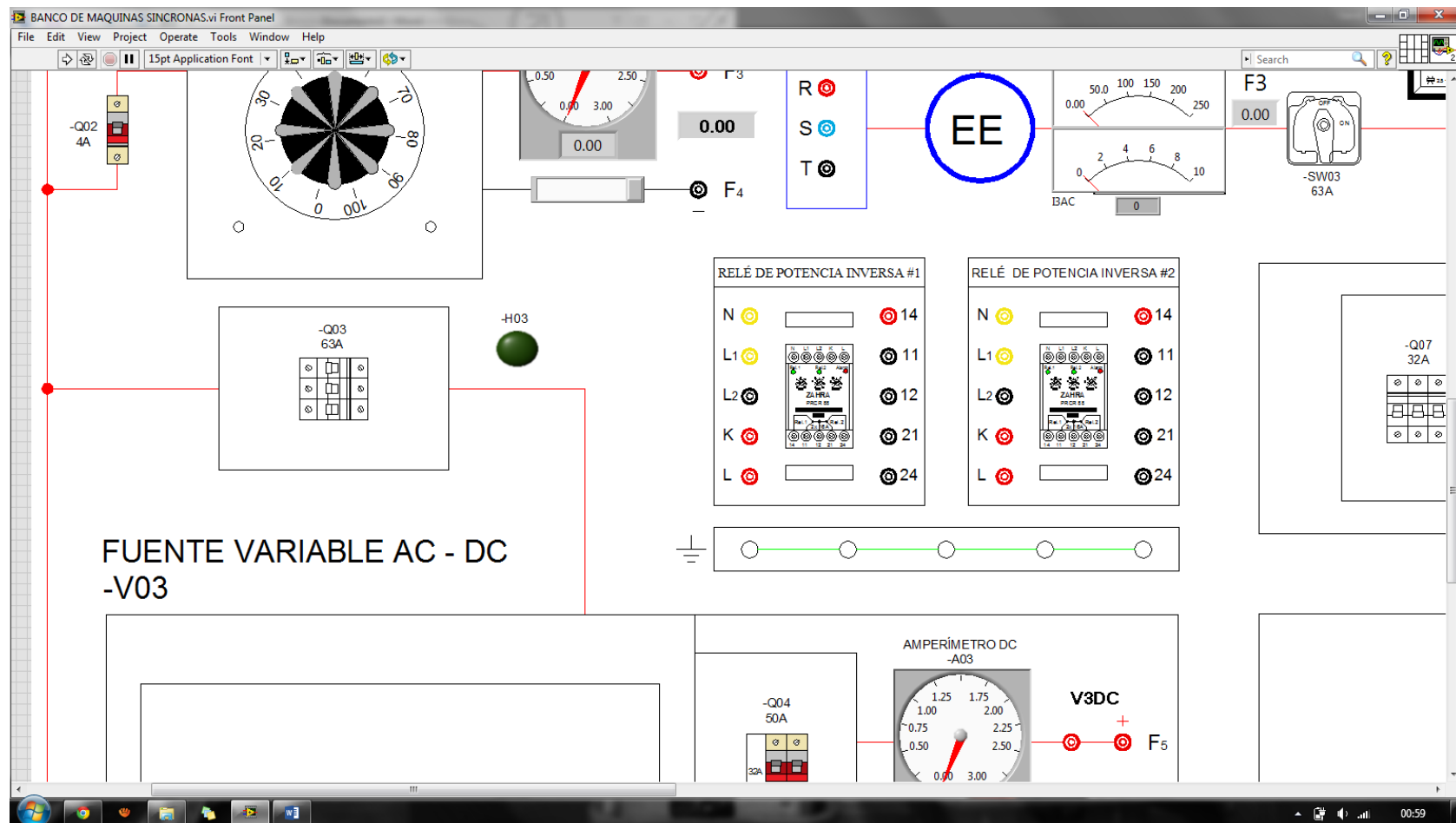
ANEXO PRACTICA #4

PROGRAMACION EN LABVIEW (PANEL FRONTAL)



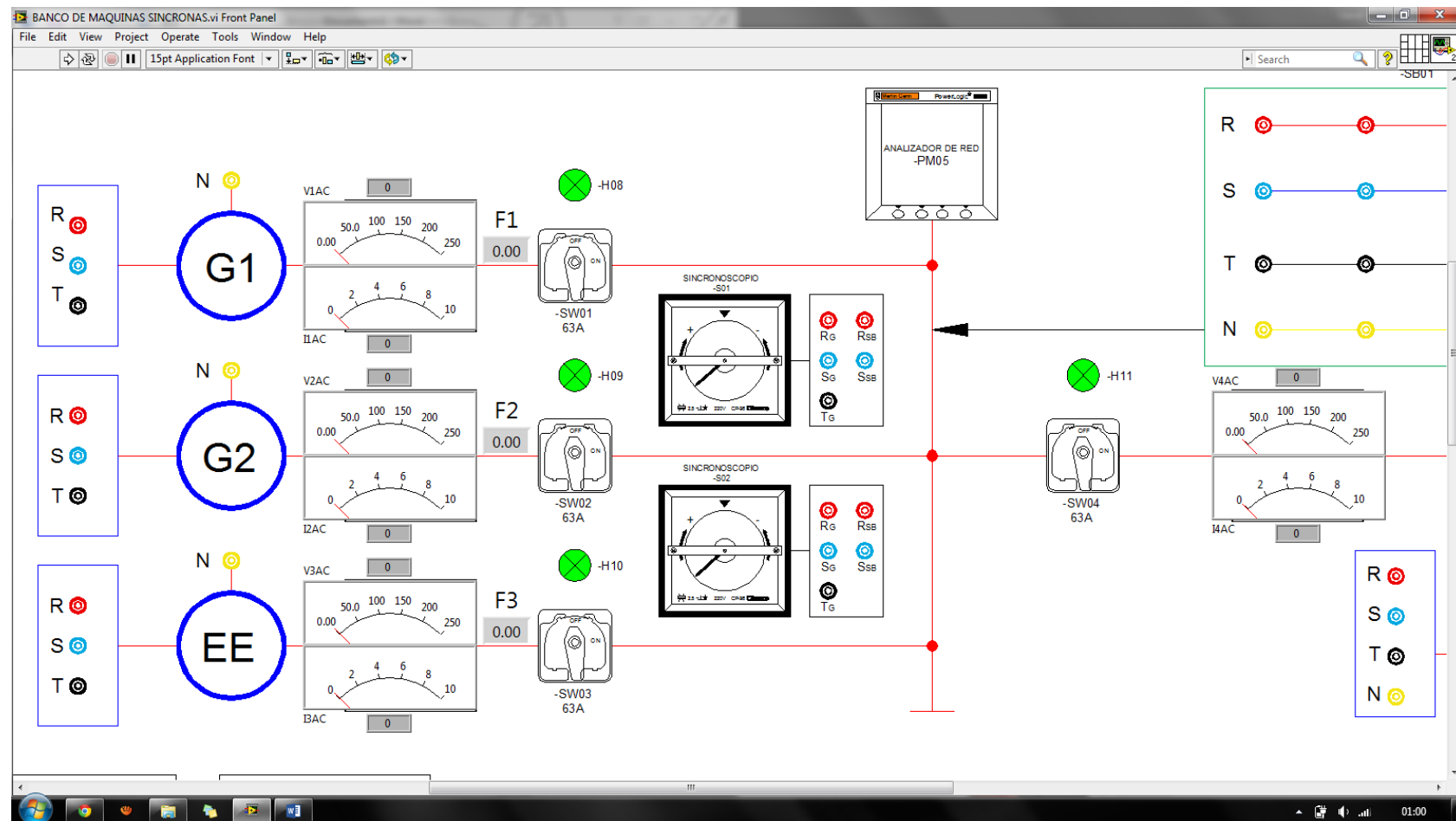
ANEXO PRACTICA #4

PROGRAMACION EN LABVIEW (PANEL FRONTAL)



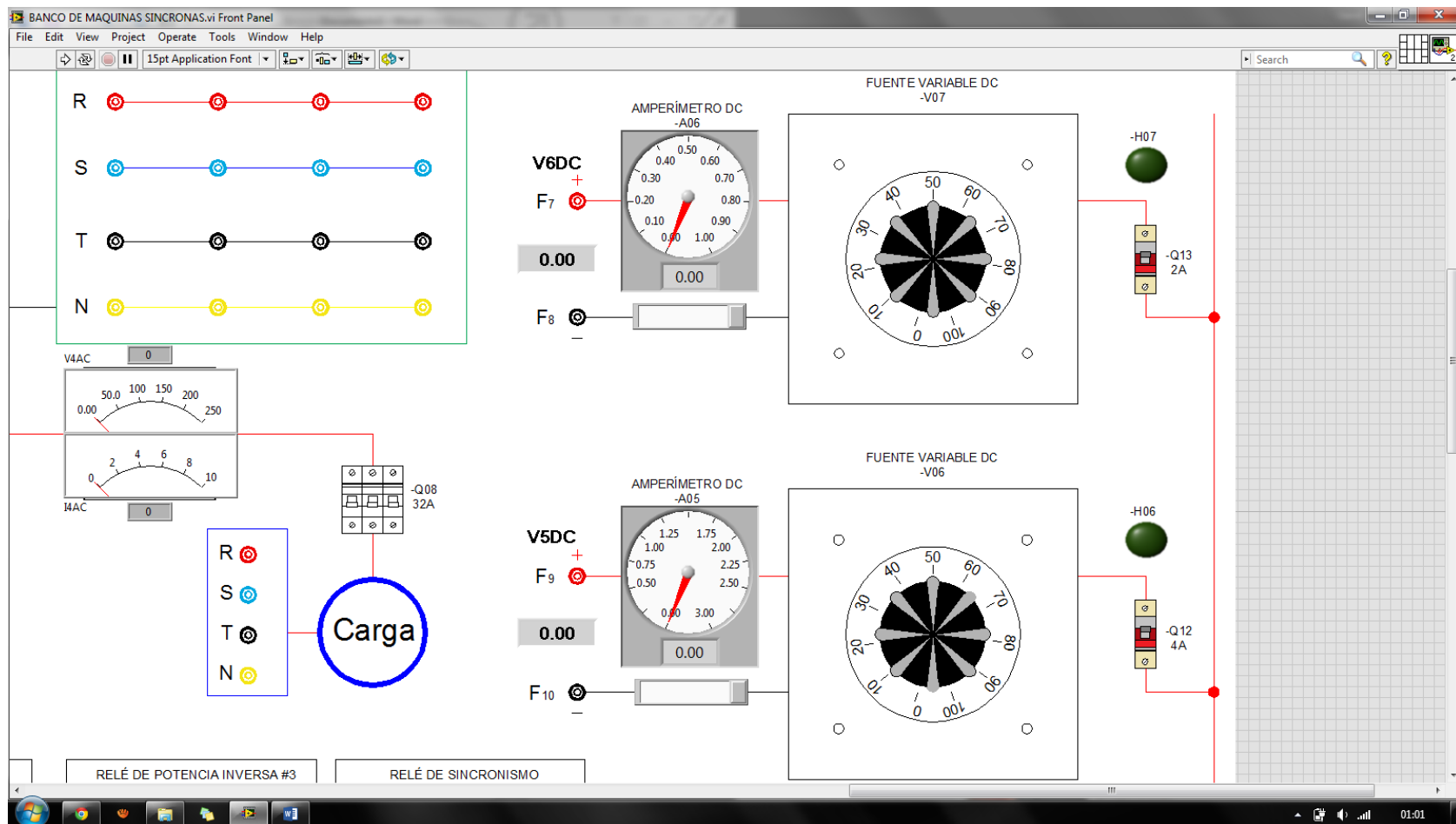
ANEXO PRACTICA #4

PROGRAMACION EN LABVIEW (PANEL FRONTAL)



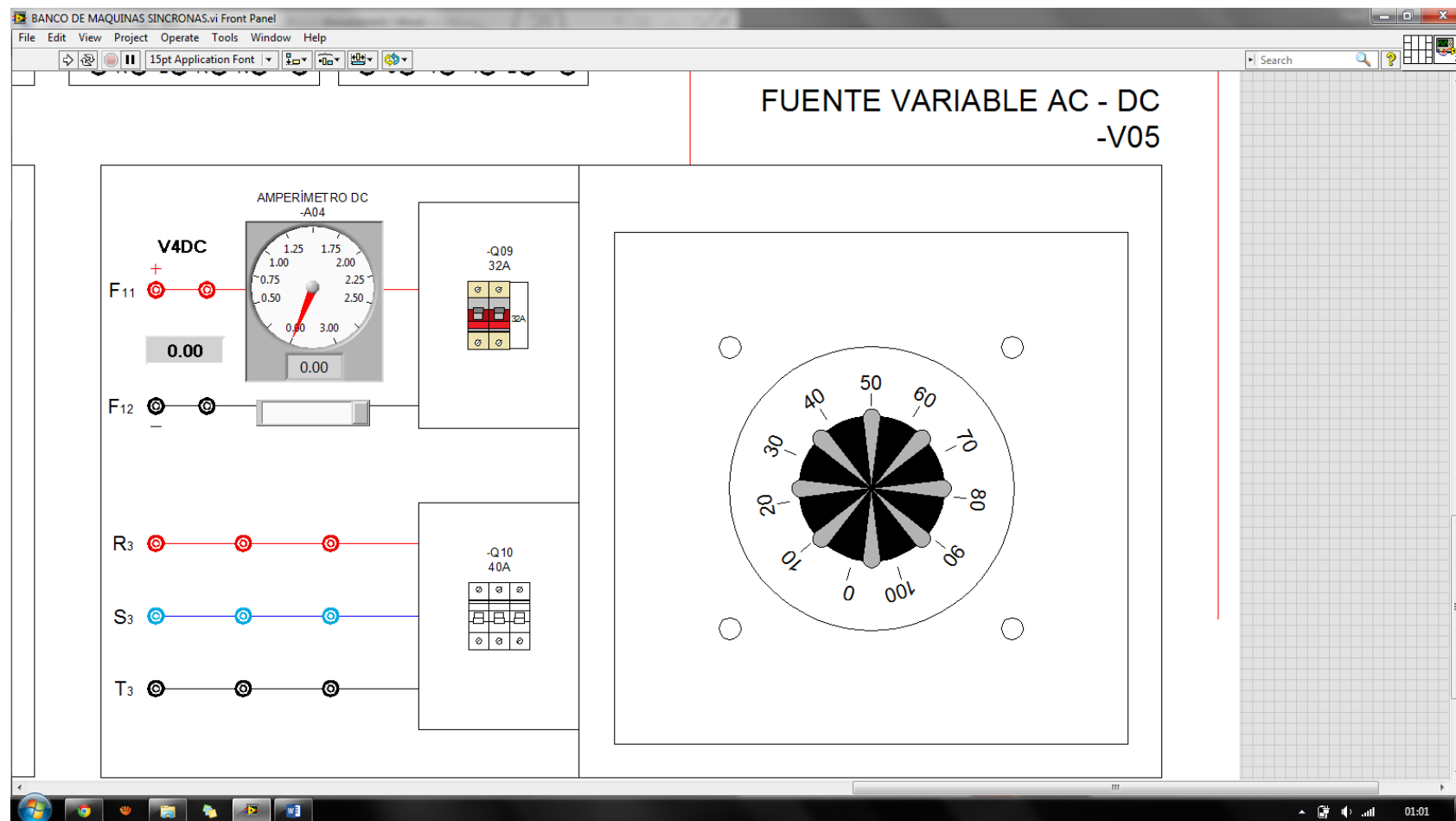
ANEXO PRACTICA #4

PROGRAMACION EN LABVIEW (PANEL FRONTAL)



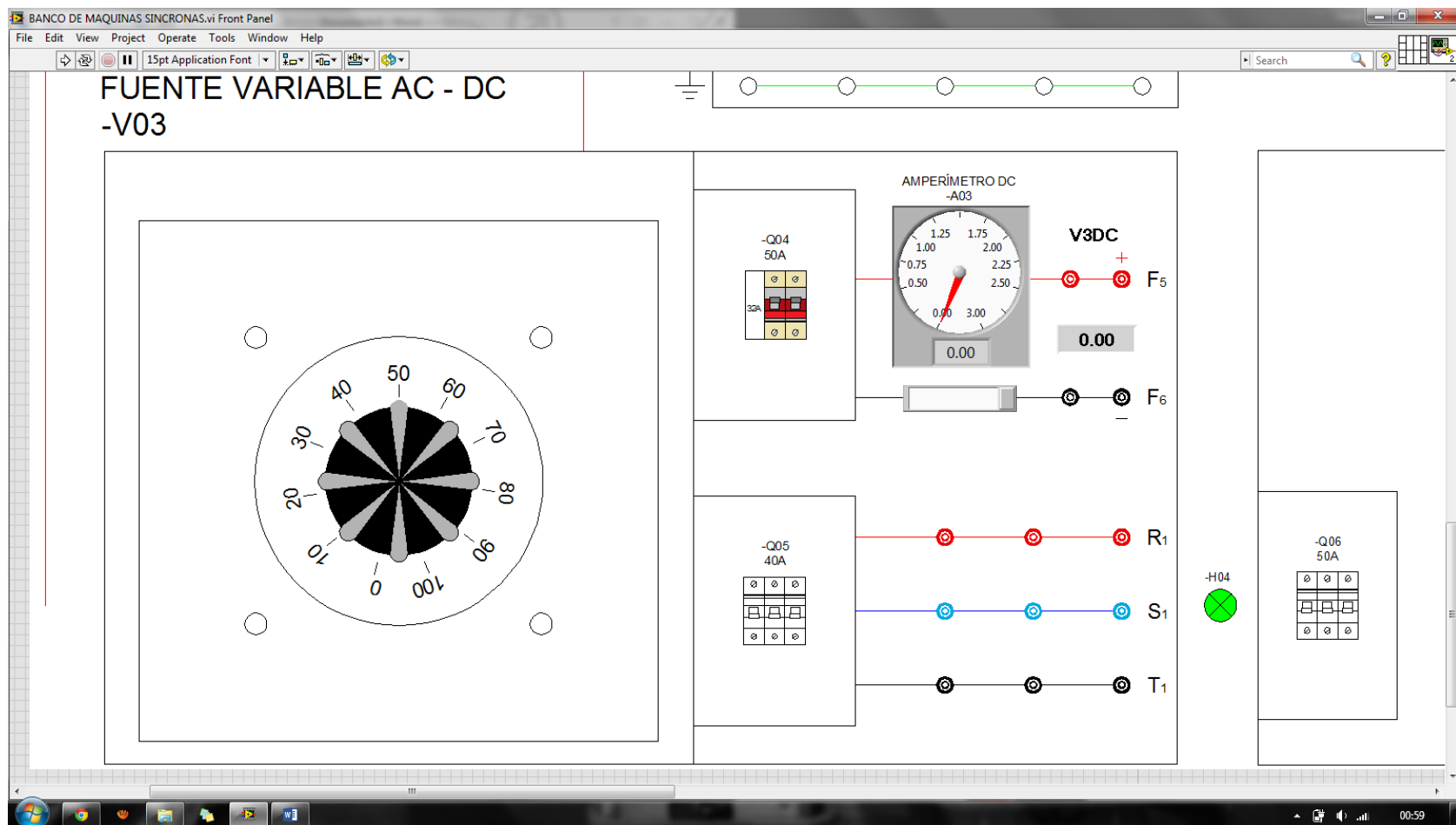
ANEXO PRACTICA #4

PROGRAMACION EN LABVIEW (PANEL FRONTAL)



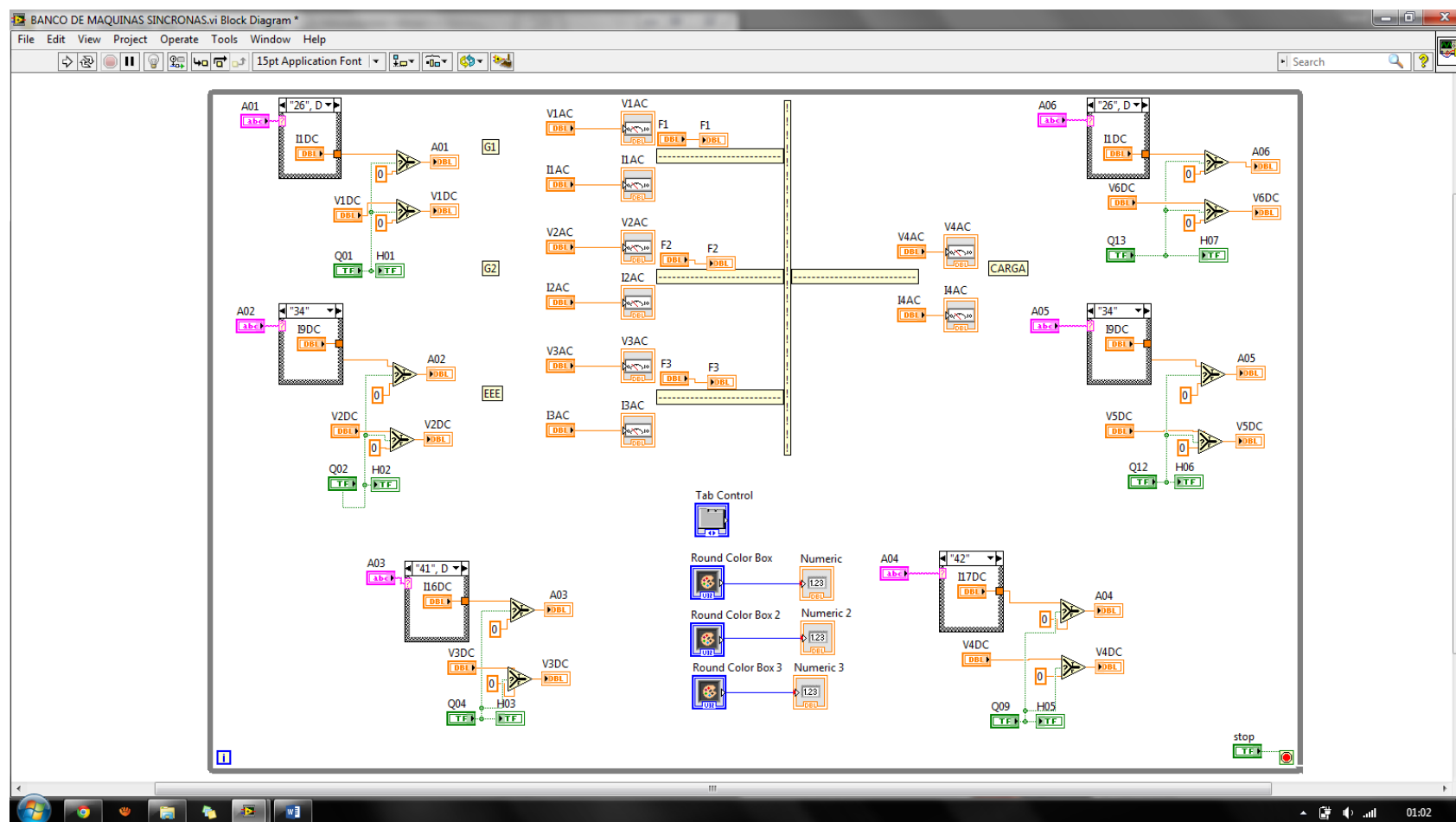
ANEXO PRACTICA #4

PROGRAMACION EN LABVIEW (PANEL FRONTAL)



ANEXO PRACTICA #4

PROGRAMACION EN LABVIEW (PANEL DE PROGRAMACIÓN)



HOJA TÉCNICA DEL PLC S7 1200

SIEMENS

Hoja de datos

6ES7214-1BG31-0XB0



SIMATIC S7-1200, CPU 1214C, CPU COMPACTA, AC/DC/RELES,
E/S INTEGRADAS: 14 DI 24VDC; 10 DO RELES 2A; 2 AI 0 - 10V
DC, ALIMENTACION: AC 85 - 264 V AC BEI 47 -63 HZ, MEMORIA
DE PROGRAMA/DATOS 76 KB

Información general	
Ingeniería con	
• Paquete de programación	STEP 7 V11 SP2 o superior
Display	
Con display	No
Tensión de alimentación	
Valor nominal (AC)	
• 120 V AC	Sí
• 230 V AC	Sí
Rango admisible, límite inferior (AC)	85 V
Rango admisible, límite superior (AC)	264 V
Frecuencia de red	
• Rango admisible de frecuencia, límite inferior	47 Hz
• Rango admisible de frecuencia, límite superior	63 Hz
Intensidad de entrada	
Consumo (valor nominal)	100 mA con 120 V AC; 60 mA con 240 V AC
Intensidad de cierre, máx.	20 A; con 264 V
Alimentación de sensores	
Alimentación de sensores 24 V	
• 24 V	Rango permitido: 20,4 a 28,8 V
Intensidad de salida	
Intensidad en bus de fondo (5 V DC), máx.	1 600 mA; máx. 5 V DC para SM y CM

Pérdidas	
Pérdidas, típ.	14 W
Memoria	
Tipo de memoria	EEPROM
Memoria de trabajo	
• Integrado	75 kbyte
• Ampliable	No
Memoria de carga	
• Integrado	4 Mbyte
Respaldo	
• Existente	Sí; Libre de mantenimiento
• Sin pila	Sí
Tiempos de ejecución de la CPU	
para operaciones a bits, típ.	0,085 µs; /instrucción
para operaciones a palabras, típ.	1,7 µs; /instrucción
para aritmética de coma flotante, típ.	2,6 µs; /instrucción
CPU-bloques	
Nº de bloques (total)	DBs, FCs, FBs, contadores y temporizadores. El número máximo de bloques direccionables es de 1 a 65535. No hay ninguna restricción, uso de toda la memoria de trabajo
OB	
• Cantidad, máx.	Limitada únicamente por la memoria de trabajo para código
Áreas de datos y su remanencia	
Área de datos remanentes total (incl. temporizadores, contadores, marcas), máx.	10 kbyte
Marcas	
• Cantidad, máx.	8 kbyte; Tamaño del área de marcas
Área de direcciones	
Área de direcciones de periferia	
• Entradas	1 024 byte
• Salidas	1 024 byte
Imagen del proceso	
• Entradas, configurables	1 kbyte
• Salidas, configurables	1 kbyte
Configuración del hardware	
Nº de módulos por sistema, máx.	3 Communication Module, 1 Signal Board, 8 Signal Module
Hora	
Reloj	
• Reloj por hardware (reloj tiempo real)	Sí
• Desviación diaria, máx.	60 s/mes @ 25 °C

• Duración del respaldo	480 h; típicamente
Entradas digitales	
Nº de entradas digitales	14; integrado
• De ellas, entradas usable para funciones tecnológicas	6; HSC (High Speed Counting)
Canales integrados (DI)	14
de tipo M	Sí
Número de entradas atacables simultáneamente	
Todas las posiciones de montaje	
— hasta 40 °C, máx.	14
Tensión de entrada	
• Valor nominal (DC)	24 V
• para señal "0"	6 V DC, con 1 mA
• para señal "1"	15 VDC at 2.6 mA
Intensidad de entrada	
• para señal "1", típ.	1 mA
Retardo de entrada (a tensión nominal de entrada)	
para entradas estándar	
— parametrizable	0,2 ms, 0,4 ms, 0,8 ms, 1,6 ms, 3,2 ms, 6,4 ms / 12,8 ms, elegible en grupos de 4
— en transición "0" a "1", máx.	0,2 ms
— en transición "0" a "1", máx.	12,8 ms
para entradas de alarmas	
— parametrizable	Sí
para contadores/funciones tecnológicas:	
— parametrizable	Sí; Monofásica: 3 con 100 kHz / 3 con 30 kHz, Diferencial: 3 con 80 kHz / 3 con 30 kHz
Longitud del cable	
• apantallado, máx.	600 m; 60 m para funciones tecnológicas
• No apantallado, máx.	300 m; Para funciones tecnológicas: No
Salidas digitales	
Número de salidas	10; Relé
Canales integrados (DO)	10
Protección contra cortocircuito	No; a prever externamente
Poder de corte de las salidas	
• Con carga resistiva, máx.	2 A
• con carga tipo lámpara, máx.	30 W con DC, 200 W con AC
Retardo a la salida con carga resistiva	
• "0" a "1", máx.	10 ms; máx.
• "1" a "0", máx.	10 ms; máx.
Frecuencia de conmutación	

HOJA TÉCNICA DE LOS MÓDULOS SM ANALÓGICOS.

SIEMENS

Data sheet

6ES7231-4HF32-0XB0



SIMATIC S7-1200, ANALOG INPUT, SM 1231, 8 AI, $\pm 10V$, $\pm 5V$, $\pm 2.5V$, OR 0-20mA/4-20 mA, 12 BIT + SIGN OR (13 BIT ADC)

Supply voltage	
Rated value (DC)	
• 24 V DC	Yes
Input current	
Current consumption, <i>t</i> /p.	45 mA
from backplane bus 5 V DC, <i>t</i> /p.	90 mA
Power losses	
Power loss, <i>t</i> /p.	1.6 W
Analog inputs	
Number of analog inputs	8; Current or voltage differential inputs
permissible input frequency for current input (destruction limit), max.	± 35 V
permissible input voltage for voltage input (destruction limit), max.	35 V
permissible input current for voltage input (destruction limit), max.	40 mA
permissible input current for current input (destruction limit), max.	40 mA
Cycle time (all channels) max.	625 μ s
Input ranges	
• Voltage	Yes; $\pm 10V$, $\pm 5V$, $\pm 2.5V$
• Current	Yes; 4 to 20 mA, 0 to 20 mA
• Thermocouple	No
• Resistance thermometer	No

• Resistance	Yes
Input ranges (rated values), voltages	
• -10 V to +10 V	Yes
• Input resistance (-10 V to +10 V)	≥9 MOhm
• -2.5 V to +2.5 V	Yes
• Input resistance (-2.5 V to +2.5 V)	≥9 MOhm
• -5 V to +5 V	Yes
• Input resistance (-5 V to +5 V)	≥9 MOhm
Input ranges (rated values), currents	
• 0 to 20 mA	Yes
• Input resistance (0 to 20 mA)	280 Ω
Thermocouple (TC)	
Temperature compensation	
— Parameterizable	No
Analog outputs	
Number of analog outputs	0
Analog value creation	
Integration and conversion time/resolution per channel	
• Resolution with overrange (bit including sign), max.	12 bit; + sign
• Integration time, parameterizable	Yes
• Interference voltage suppression for interference frequency f_1 in Hz	40 dB, DC to 60 V for interference frequency f_1 / 60 Hz
Smoothing of measured values	
• Parameterizable	Yes
• Step: None	Yes
• Step: low	Yes
• Step: Medium	Yes
• Step: High	Yes
Errors/accuracies	
Temperature error (relative to input range), (+/-)	25 °C ±0.1%, to 65 °C ±0.2% total measurement range
Basic error limit (operational limit at 25 °C)	
• Voltage, relative to input area, (+/-)	0.1 %
• Current, relative to input area, (+/-)	0.1 %
Interference voltage suppression for $f = n \times (f_1 \pm 1 \%)$, f_1 = interference frequency	
• common mode voltage, max.	12 V
Interrupts/diagnostics/status information	
Alarms	
• Alarms	Yes
• Diagnostic alarm	Yes
Diagnostic messages	

HOJA TÉCNICA DEL BREAKER.

Protection
Circuit protection

Marine C60N circuit breakers (curve C, D)



IEC/EN 60947-2

Marine approvals

- Schneider Electric is committing to have all products Marine type approved by IACS (International Association of Classification Societies):
 - ABS, BV, DNV, GL, KRIs, LRS, RINA, RMRoG and meet international standards requirements that are compulsory for the worldwide merchant marine market,
 - other classification bodies: please consult us.



- C60N circuit breakers are circuit breakers which combine the following functions:
 - circuit protection against short-circuit currents,
 - circuit protection against overload currents,
 - breaking and industrial disconnection as per standards IEC/EN 60947-2.
- The presence of the green strip guarantees physical opening of the contacts and allows operations to be performed on the downstream circuit in complete safety.

Increased product service life thanks:

- overvoltage resistance,
- high performance limitation,
- to fast closing independent of the speed of actuation of the toggle.
- Upstream or downstream connection.

Positive contact indication

- Suitability for isolation in accordance with the IEC/EN 60947-2 standard.

Alternating current (AC) 50/60 Hz

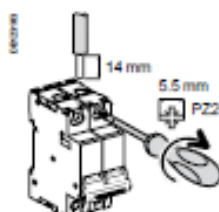
Ultimate breaking capacity (I _{ou}) ac per IEC/EN 60947-2					Service breaking capacity (I _{sc})
	Voltage (U _e)				
Ph/Ph (2P, 3P, 4P)	240 V	415 V	-	440 V	75 % of I _{ou}
Ph/N (1P)	-	240 V	415 V	-	
Rating (I _n)	1 to 63 A	20 kA	10 kA	3 kA	
I _{tr}	1.2 x I _n				

Catalogue numbers

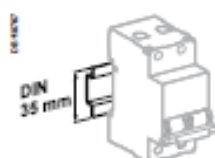
Marine C60N circuit breaker								
Type	1P		2P		3P		4P	
Rating (I _n)	Curve		Curve		Curve		Curve	
	C	D	C	D	C	D	C	D
1 A	MGN60862	MGN60506	MGN60875	MGN60518	MGN60888	MGN60530	MGN60901	MGN60543
2 A	MGN60863	MGN60507	MGN60876	MGN60519	MGN60889	MGN60531	MGN60902	MGN60544
3 A	MGN60864	MGN60508	MGN60877	MGN60520	MGN60890	MGN60532	MGN60903	MGN60545
4 A	MGN60865	MGN60509	MGN60878	MGN60521	MGN60891	MGN60533	MGN60904	MGN60546
6 A	MGN60866	MGN60510	MGN60879	MGN60522	MGN60892	MGN60534	MGN60905	MGN60547
10 A	MGN60867	MGN60511	MGN60880	MGN60523	MGN60893	MGN60535	MGN60906	MGN60548
16 A	MGN60868	MGN60512	MGN60881	MGN60524	MGN60894	MGN60536	MGN60907	MGN60549
20 A	MGN60869	MGN60513	MGN60882	MGN60525	MGN60895	MGN60537	MGN60908	MGN60550
25 A	MGN60870	MGN60514	MGN60883	MGN60526	MGN60896	MGN60538	MGN60909	MGN60551
32 A	MGN60871	MGN60515	MGN60884	MGN60527	MGN60897	MGN60539	MGN60910	MGN60552
40 A	MGN60872	-	MGN60885	-	MGN60898	-	MGN60911	MGN60553
50 A	MGN60873	-	MGN60886	-	MGN60899	-	MGN60912	-
63 A	MGN60874	-	MGN60887	-	MGN60900	-	MGN60913	-
Width in 9-mm modules	2		4		6		8	

Marine C60N circuit breakers (curve C, D) (cont.)

Connection



Rating	Tightening torque	Copper cables	
		Rigid	Flexible or with ferrule
1 to 25 A	2 N.m	1 to 25 mm ²	1 to 25 mm ²
32 to 63 A	3.5 N.m	1.5 to 35 mm ²	1.5 to 35 mm ²



Clip on DIN rail 35 mm.



Indifferent position of installation.

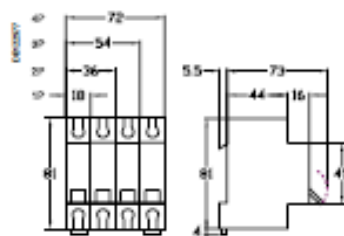
Technical data

According to IEC/EN 60847-2		
Insulation voltage (Ui)		500 V AC
Pollution degree		3
Rated impulse withstand voltage (Uimp)		6 kV
Thermal tripping	Nominal temperature for operation	50 °C
	According to ambient temperature	See module 92515
Magnetic tripping (li)	C curve	8.5 In ± 20 %
	D curve	12 In ± 20 %
	According to current frequency	50/60 Hz
Utilization category		A
Compliance with		IACS part E10
Other characteristics		
Degree of protection	Device in modular enclosure	IP40
Endurance (O-F)	Electrical	10,000 cycles
	Mechanical	20,000 cycles
Service temperature		-30°C to +70°C
Storage temperature		-40°C to +80°C
Power loss		See module 92517
Connection		Upstream or downstream

Weight (g)

Circuit-breaker	
Type	C60N
1P	120
2P	240
3P	360
4P	480

Dimensions (mm)



HOJA TÉCNICA DE LOS TRANSDUCTORES

True RMS AC Current Transducer

DIN RAIL / PANEL MOUNT, TRUE RMS



Single Element - 0.79" Window
0.5 to 150 AAC Input Range



Two Element - 0.26" Window
0.5 to 30 AAC Input Range



Three Element - 0.26" Window
0.5 to 30 AAC Input Range

The **CR4100** Series True RMS Current Transducers and Transmitters are designed for applications where AC current waveforms are not purely sinusoidal. More precise and accurate than other transducers, these devices are ideal in chopped wave and phase fired control systems.

Applications

Phase fired controlled heaters
Quickly varying motor loads
Chopped wave form drivers
Harmonic currents

Features

35mm DIN Rail or Panel Mount
Available with 0-5 VDC, 0-10 VDC, 4-20 mADC output
24 VDC powered
Use with external current transformers
Highest precision available
Connection diagram printed on case

Regulatory Agencies

Recognized to meet UL 61010B-1
Constructed to meet CAN/CSA-C22.2, No. 61010-1-2004
Meets requirement of IEC 61010-1 and BS EN 61010-1



E199795

Use a 5 Amp Secondary
Current Transformer to extend
the ranges of all CR Magnetics
Current Transducers



All single phase current
transducers are available in split
core design. Simply put an "S" at
the end of the prefix*
I.E. CR4110S-10
* Not UL Recognized

Add suffix for input range

5	-	0- 5 AAC **
10	-	0-10 AAC **
15	-	0-15 AAC **
20	-	0-20 AAC **
25	-	0-25 AAC **
30	-	0-30 AAC **
40	-	0-40 AAC
50	-	0-50 AAC
75	-	0-75 AAC
100	-	0-100 AAC
150	-	0-150 AAC

Ranges available up to and includin
600 AAC

PART NUMBERS

CR4110(S)	-	Single element with 0 - 5 VDC output (split core design)
CR4111(S)	-	Single element with 0 - 10 VDC output (split core design)
CR4120(S)	-	Single element with 4 - 20 mADC output (split core design)
CR4150	-	Two element with 0 - 5 VDC output **
CR4160	-	Two element with 4 to 20 mADC output **
CR4170	-	Three element with 0 - 5 VDC output **
CR4180	-	Three element with 4 - 20 mADC output **

*Two and three element transducers are available only in ranges of 0.5 to 30 AAC



3500 Scarlet Oak Blvd. St. Louis MO USA 63122 V: 636-343-8518 F: 636-343-5119

Web: <http://www.crmagnetics.com>

32

E-mail: sales@crmagnetics.com

True RMS AC Current Transducer

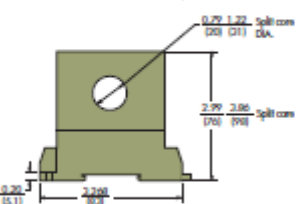
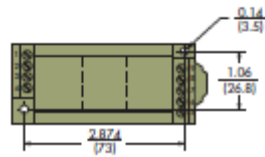
DIN RAIL / PANEL MOUNT, TRUE RMS

SPECIFICATIONS

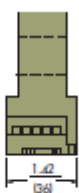
Basic Accuracy:.....	0.5%	Response Time:.....	250 ms max. 0-90%
Linearity:.....	10% to 100% FS	FS Relative Humidity:.....	80% for temperatures up to 31°C and decreasing linearly to 50% at 40°C
Calibration:.....	True RMS Sensing		
Thermal Drift:.....	500 PPM/°C		
Operating Temperature:.....	0°C to +60°C	Torque Specs:.....	3.0 inch lbs. (0.4Nm)
Installation Category:.....	CAT II	Weight:.....	0.5 lbs.
Pollution Degree:.....	2	Supply Current:	
Insulation Voltage:.....	2500 VDC	CR4110/11.....	Typical 15mA Max 25mA
Vibration Tested To:.....	IEC 60068-2-6, 1995	CR4120.....	Typical 25mA Max 40mA
Altitude:.....	2000 meter max.	CR4150.....	Typical 25mA Max 75mA
Frequency Range:.....	20 Hz - 5 KHz	CR4160.....	Typical 40mA Max 70mA
MTBF:.....	Greater than 100 K hours	CR4170.....	Typical 20mA Max 60mA
Cleaning:.....	Water-dampened cloth	CR4180.....	Typical 55mA Max 110mA
Supply Voltage:.....	24 VDC ± 10%	CR4110S.....	Typical 15mA Max 25mA
Output Load:.....	4-20 mADC - 0 to 300 Ω	CR4120S.....	Typical 25mA Max 40mA
	0-5 VDC - 2K Ω or Greater		

C

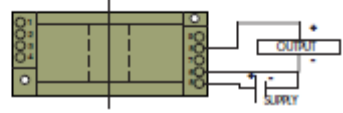
Transducers



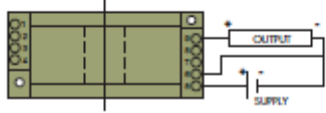
1 hole: 0.79(20) Dia. for CR4110, CR4111 & 4120 (shown)
2 holes: 0.26(6.5) Dia. for CR4150 & 4160
3 holes: 0.26(6.5) Dia. for CR4170 & 4180



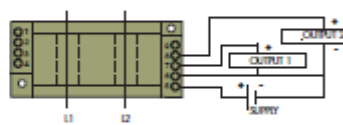
OUTLINE DRAWING



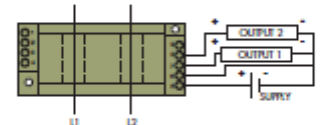
CR4110 One Element 0 - 5 VDC Output
CR4111 One Element 0 - 10 VDC Output



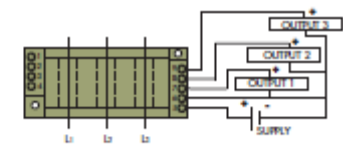
CR4120 One Element 4 - 20 mADC Output



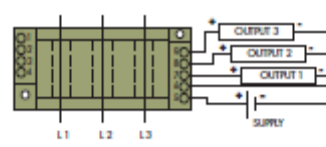
CR4150 Two Element 0 - 5 VDC Output



CR4160 Two Element 4 - 20 mADC Output



CR4170 Three Element 0 - 5 VDC Output



CR4180 Three Element 4 - 20 mADC Output

CONNECTION DIAGRAM

NOTE: The building installation must have a switch or circuit-breaker that is in close proximity and within easy reach of the operator. The switch or circuit breaker shall be marked as the disconnecting device for the equipment.

3500 Scarlet Oak Blvd. St. Louis MO USA 63122 V: 636-343-8518 F: 636-343-5119
Web: <http://www.crmagnetics.com> 33 E-mail: sales@crmagnetics.com

True RMS AC Voltage Transducer

DIN RAIL / PANEL MOUNT, TRUE RMS



CR4510 CR4511 CR4520

Single Element
50 to 500 VAC Input Range



CR4550 CR4560
CR4570

Three Element
50 to 500 VAC Input Range

The **CR4500** Series, True RMS Voltage Transducers and Transmitters are designed for applications where AC voltage waveforms are not purely sinusoidal. More precise and accurate than other devices, these units are ideal in chopped wave and phase fired control systems.

Applications

Phase fired controlled devices
Quickly varying voltage supplies
Chopped waveform drivers
Harmonic voltages

Features

35mm DIN rail mount or panel mount
Available with 0-5 VDC, 0-10VDC or 4-20 mADC output
24 VDC powered
Highest precision available
Outputs isolated from inputs
Connection diagram printed on case

Regulatory Agencies

Recognized to meet UL 61010B-1
Constructed to meet CAN/CSA-C22.2, No. 61010-1-2004
Meets requirement of IEC 61010-1 and BS EN 61010-1



Transducers

PART NUMBERS

CR4510	-	Single element with 0 - 5 VDC output
CR4511	-	Single element with 0 - 10 VDC output
CR4520	-	Single element with 4 - 20 mADC output
CR4550	-	3-Phase 3-Wire with 0 to 5 VDC Output
CR4560	-	3-Phase 3-Wire with 4 - 20 mADC Output
CR4570	-	3-Phase 4-Wire with 0 to 5 VDC Output
CR4580	-	3-Phase 4-Wire with 4 - 20 mADC Output

□ Add suffix for input range

- 50** - 0-50 VAC
- 150** - 0-150 VAC
- 250** - 0-250 VAC
- 500** - 0-500 VAC

Ranges available up to and including 600 VAC

* UL Recognized up to 300 Vac

CR Magnetics has a wide selection of Potential Transformers to extend the range of any part. Contact factory for more information.



3500 Scarlet Oak Blvd. St. Louis MO USA 63122 V: 636-343-8518 F: 636-343-5119

Web: <http://www.crmagnetics.com>

40

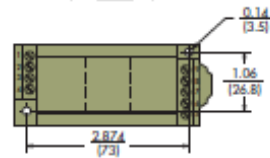
E-mail: sales@crmagnetics.com

True RMS AC Voltage Transducer

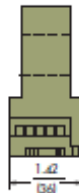
DIN RAIL / PANEL MOUNT, TRUE RMS

SPECIFICATIONS

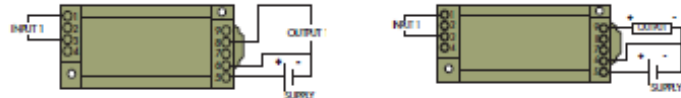
Basic Accuracy:	0.5%	MTBF:	Greater than 100 K hours
Linearity:	10% to 100% FS	Output Load:	4-20 mADC - 0 to 300 Ω
Calibration:	True RMS Sensing		0-5 VDC - 2K Ω or Greater
Thermal Drift:	500 PPM/°C	Relative Humidity:	80% for temperatures up to 31°C and decreasing linearly to 50% at 40°C
Operating Temperature:	0°C to +60°C	Supply Current:	
Installation Category:	CAT II	CR4510:	Typical 15mA Max 25mA
Vibration Tested To:	IEC 60068-2-6, 1995	CR4520:	Typical 25mA Max 40mA
Pollution Degree:	2	CR4550/70:	Typical 20mA Max 60mA
Response Time:	250 ms	CR4560/80:	Typical 55mA Max 110mA
Altitude:	2000 meter max.	Torque Specs:	3.0 inch lbs. (0.4Nm)
Insulation Voltage:	2500 Vdc	Weight:	0.5 lbs.
Supply Voltage:	24 Vdc $\pm$ 10%		
Frequency Range:	20 Hz - 5 KHz		
Cleaning:	Water-dampened cloth		



Dimensions for Models CR4550, CR4560, CR4570, CR4580 (shown)



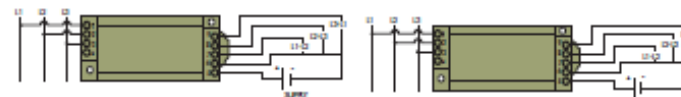
OUTLINE DRAWING



CR4510 Single Phase - 0 - 5 VDC Output

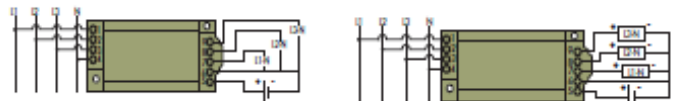
CR4511 Single Phase - 0 - 10 VDC Output

CR4520 Single Phase - 4 - 20 mADC Output



CR4550 3 Phase, 3 Wire - 0 - 5 VDC Output

CR4560 3 Phase, 3 Wire - 4-20 mADC Output



CR4570 3 Phase, 4 Wire - 0 - 5 VDC Output

CR4580 3 Phase, 4 Wire - 4 - 20 mADC Output

USE CR MAGNETICS LOW AND MEDIUM VOLTAGE POTENTIAL TRANSFORMERS (SECTION G)

CONNECTION DIAGRAM

NOTE: The building installation must have a switch or circuit-breaker that is in close proximity and within easy reach of the operator. The switch or circuit breaker shall be marked as the disconnecting device for the equipment.



3500 Scarlet Oak Blvd. St. Louis MO USA 63122 V: 636-343-8518 F: 636-343-5119

Web: <http://www.crmagnetics.com>

41

E-mail: sales@crmagnetics.com

Transducers

DC Current Transducer

DIN RAIL / PANEL MOUNT, RMS



Single Element - .79" Window
2 to 300 ADC Input Range



Single Element - 1.2" Window
20 to 300 ADC Input Range

The **CR5200** Series, DC Current Transducers are designed to provide a DC signal which is proportional to a DC sensed current. These devices are designed for direct current only, targeting them towards general and daily applications. The ranges 2 to 10 Amp utilize an advanced Magnetic Modulator technology and the ranges 20 amps and above utilize Hall Effect technology.

Applications

Battery chargers and systems
DC motor drives
Power supply management
Mobile applications

Features

Closed loop sensing for accuracy
35mm DIN rail or panel mount
Available with ± 5 VDC, ± 10 VDC or 4 - 20 mADC outputs
Non-contact DC current sensing
Connection diagram printed on case

Regulatory Agencies

Constructed to meet UL 61010B-1
Constructed to meet CAN/CSA-C22.2, No. 61010-1-2004
Meets requirement of IEC 61010-1 and BS EN 61010-1



Contact Factory for Custom ± 5 VDC, ± 10 VDC
or 4 - 20 mADC Output Options

All single phase current transducers are available in split
core design. Simply put an "S" at the end of the prefix"
I.E. CR5210S-30

PART NUMBERS

CR5210(S)	*	Single Element with 5 VDC output (split core design)
CR5211(S)	*	Single Element with 10 VDC output (split core design)
CR5220(S)	*	Single Element with 4 - 20 mADC output (split core design)

NOTE: DC Split Core Transducers Available in 20 Amps and Higher

NOTE: CR5200 Series is available with 12V Power Supply. Use same application as 24V Power Supply.

Example Part Number: CR5210-300-12V

Add suffix for input range

2	-	0-2 ADC
5	-	0-5 ADC
10	-	0-10 ADC
20	-	0-20 ADC
30	-	0-30 ADC
50	-	0-50 ADC
75	-	0-75 ADC
100	-	0-100 ADC
150	-	0-150 ADC
300	-	0-300 ADC

Ranges available up to and
including 600 ADC



3500 Scarlet Oak Blvd. St. Louis MO USA 63122 V: 636-343-8518 F: 636-343-5119

Web: <http://www.crmagnetics.com>

46

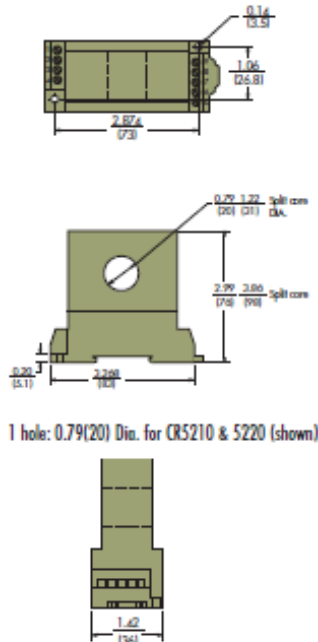
E-mail: sales@crmagnetics.com

DC Current Transducer

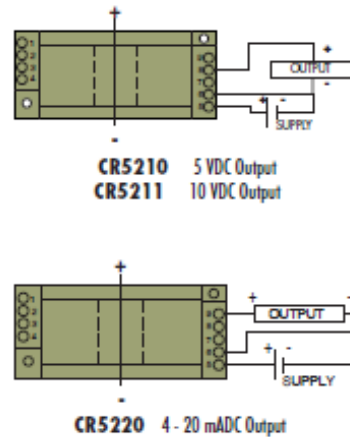
DIN RAIL / PANEL MOUNT, RMS

SPECIFICATIONS

Basic Accuracy:.....	1.0 %	MTBF:.....	Greater than 100 K hours
Linearity:.....	10% to 100% FS	Output Load:.....	± 5 or ± 10 VDC 2 K Ω or greater
Thermal Drift:.....	500 PPM/ $^{\circ}$ C		4-20 mADC 0 - 300 Ω
Operating Temperature:.....	0 $^{\circ}$ C to +50 $^{\circ}$ C	Relative Humidity:.....	80% for temperatures up to
Installation Category:.....	CAT II		31 $^{\circ}$ C and decreasing linearly to
Vibration Tested To:.....	IEC 60068-2-6,1995		50% at 40 $^{\circ}$ C
Pollution Degree:.....	2	Supply Current:	
Response Time:.....	250 ms	CR5210:.....	Typical 35mA Max 40mA
Altitude:.....	2000 meter max.	CR5210S:.....	Typical 30mA Max 35mA
Response Time:.....	250 ms. max., 0-90% FS	CR5220:.....	Typical 60mA Max 100mA
Insulation Voltage:.....	2500 VDC	CR5220S:.....	Typical 40mA Max 50mA
Supply Voltage:.....	24 VDC $\pm 10\%$	Torque Specs:.....	3.0 inch lbs. (0.4Nm)
Frequency Range:.....	DC Only	Weight:.....	0.5 lbs.
Cleaning:.....	Water-dampened cloth		



OUTLINE DRAWING



CONNECTION DIAGRAM

NOTE: The building installation must have a switch or circuit-breaker that is in close proximity and within easy reach of the operator. The switch or circuit breaker shall be marked as the disconnecting device for the equipment.



3500 Scarlet Oak Blvd. St. Louis MO USA 63122 V: 636-343-8518 F: 636-343-5119
Web: <http://www.crmagnetics.com> 47 E-mail: sales@crmagnetics.com

C Transducers

DC Voltage Transducer

DIN RAIL / PANEL MOUNT, RMS



Single Element
1 - 200 VDC Input Range

The **CR5300** Series, DC Voltage Transducers and Transmitters, are designed to provide an output DC signal that is proportional to the input DC voltage. These devices are especially suited for applications with a current shunt to monitor DC current.

Applications

Power Supply over/under sensing
Battery chargers and systems
Mobile applications
Power sensing

Features

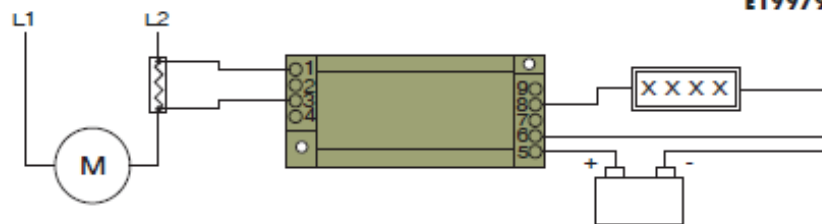
Output isolated from input
Available with 0-5 VDC, 0-10 VDC or 4 - 20 mADC outputs
35mm DIN rail or panel mount
Connection diagram printed on case

Regulatory Agencies

Recognized to meet UL 61010B-1
Constructed to meet CAN/CSA-C22.2, No. 61010-1-2004
Meets requirement of IEC 61010-1 and BS EN 61010-1

If you need a relay output, use a **CR3395**.
See Section for Details.

CR5310 with Resistor Application is shown below (optional).



PART NUMBERS

CR5310	*		Single Element with ± 5 VDC output
CR5311	*		Single Element with ± 10 VDC output
CR5320	*		Single Element with 4 - 20 mADC output

NOTE: CR5300 Series Is available with 12V Power Supply. Use same application as 24V Power Supply.
Example Part Number: CR5310-300-12V

Add suffix for input range

- 1** - 0-1 VDC
- 5** - 0-5 VDC
- 10** - 0-10 VDC
- 50** - 0-50 VDC
- 150** - 0-150 VDC
- 200** - 0-200 VDC

Ranges available up to and including 600 VDC

* UL Recognized up to 300 Vdc



3500 Scarlet Oak Blvd. St. Louis MO USA 63122 Y: 636-343-8518 F: 636-343-5119

Web: <http://www.crmagnetics.com>

48

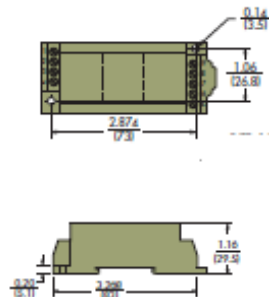
E-mail: sales@crmagnetics.com

DC Voltage Transducer

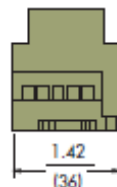
DIN RAIL / PANEL MOUNT, RMS

SPECIFICATIONS

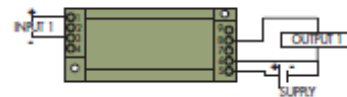
Basic Accuracy:.....	1.0 %	Supply Voltage:.....	24 VDC $\pm 10\%$
Linearity:.....	10% to 100% FS	Frequency Range:.....	DC only
Thermal Drift:.....	500 PPM/°C	Output Load:.....	4-20 mADC - 0 to 300 Ω
Operating Temperature:.....	0°C to +50°C		0-5 VDC - 2K Ω or Greater
Installation Category:.....	CAT II	Relative Humidity:.....	80% for temperatures up to 31°C and decreasing linearly to 50% at 40°C
Vibration Tested To:.....	IEC 60068-2-6, 1995	Supply Current:	
Pollution Degree:.....	2	CR5310:.....	Typical 10mA Max 15mA
Altitude:.....	2000 meter max.	CR5320:.....	Typical 35mA Max 35mA
Response Time:.....	250 ms. max.	Torque Specs.:.....	3.0 inch lbs. (0.4Nm)
Insulation Voltage:.....	2500 VDC	Weight:.....	0.5 lbs.
Cleaning:.....	Water-dampened cloth		



Dimensions for All CR5300 Series (shown)



OUTLINE DRAWING



CR5310 5 VDC Output
CR5311 10 VDC Output



CR5320 4 - 20 mADC Output

CONNECTION DIAGRAM

NOTE: The building installation must have a switch or circuit-breaker that is in close proximity and within easy reach of the operator. The switch or circuit breaker shall be marked as the disconnecting device for the equipment.



3500 Scarlet Oak Blvd. St. Louis MO USA 63122 V: 636-343-8518 F: 636-343-5119
Web: <http://www.crmagnetics.com> 49 E-mail: sales@crmagnetics.com

C
Transducers

AC Power Transducer

DIN RAIL / PANEL MOUNT, ACTIVE / REACTIVE

CR6210 CR6211
CR6220 CR6221CR6230 CR6231
CR6240 CR6241CR6250 CR6251
CR6260 CR6261

CR Magnetics has a wide selection of Current and Potential Transformers to extend the range of any part.

The **CR6200** Series, Power Transducers and Transmitters are designed to provide a controlled output that is proportional to the average power. These devices are specifically targeted to provide an efficient solution to most power sensing needs. Units are designed for operation in systems with sinusoidal voltage and current wave forms.

Applications

Energy Management
Motor Efficiency
Multi-point power sensing
Remote power sensing over long distances

Features

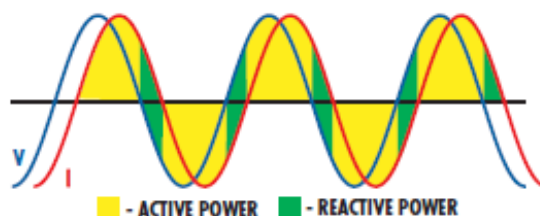
35mm DIN Rail or Panel Mount
Ranges available for any power sensing need
Active and Reactive power sensing
0 - 5 VDC and 4 - 20 mA DC outputs
Connection diagram printed on case

Regulatory Agencies

Recognized to meet UL 61010B-1
Constructed to meet CAN/CSA-C22.2, No. 61010-1-2004
Meets requirement of IEC 61010-1 and BS EN 61010-1



E199795



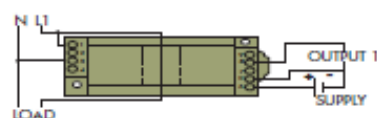
POWER TRANSDUCERS CAN BE ORDERED
TO MEASURE ACTIVE OR REACTIVE POWER



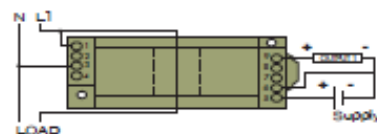
3500 Scarlet Oak Blvd. St. Louis MO USA 63122 V: 636-343-8518 F: 636-343-5119
Web: <http://www.crmagnetics.com> 52 E-mail: sales@crmagnetics.com

AC Power Transducer

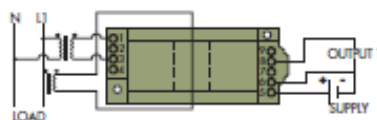
DIN RAIL / PANEL MOUNT, AVERAGE SENSING



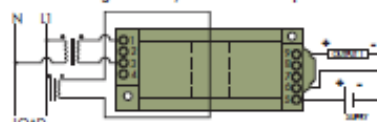
CR6210 CR6211
Single element, 0 - 10 VDC Output



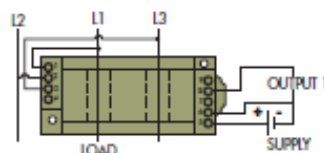
CR6220 CR6221
Single element, 4 - 20 mADC Output



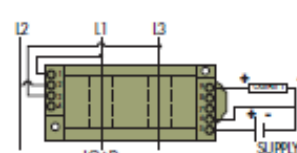
CR6210 CR6211
Single element, 0 - 5 VDC Output
with external voltage transformers



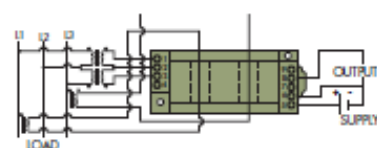
CR6220 CR6221
Single element, 4 - 20 mADC Output
with external voltage transformers



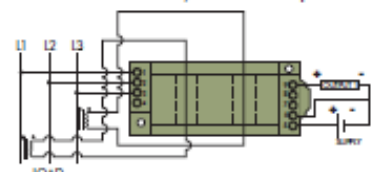
CR6230 CR6231
3 element - 3 Wire, 0 - 5 VDC Output



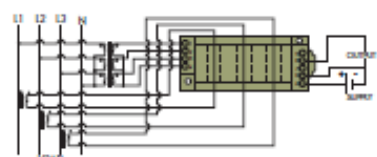
CR6240 CR6241
3 element - 3 Wire, 4 - 20 mADC output



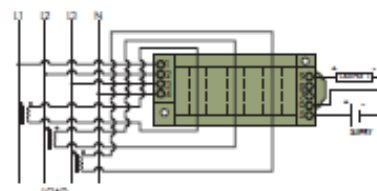
CR6230 CR6231
3 element - 3 Wire, 0 - 5 VDC Output
shown with external voltage and current transformers



CR6240 CR6241
3 element - 3 Wire, 4 - 20 mADC Output
shown with external current transformer



CR6250 CR6251
3 element - 4 Wire, 0 - 5 VDC Output
shown with external voltage and current transformers



CR6260 CR6261
3 element - 4 Wire, 4 - 20 mADC Output
shown with external current transformers

CONNECTION DIAGRAMS



3500 Scarlet Oak Blvd. St. Louis MO USA 63122 V: 636-343-8518 F: 636-343-5119

Web: <http://www.crmagnetics.com>

54

E-mail: sales@crmagnetics.com

Frequency Transducer

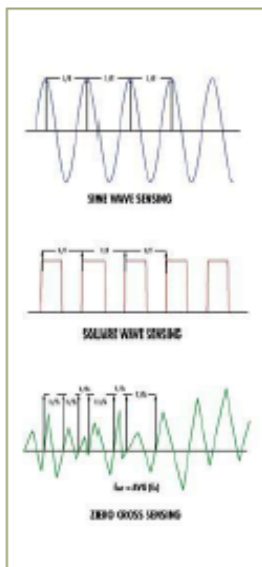
DIN RAIL / PANEL MOUNT



CR6610
CR6611
CR6612

CR6620
CR6621
CR6622

100 - 5000 Hz Input Range



The **CR6600** Series, Frequency Transducers and Transmitters are designed to give a DC output that is proportional to an input frequency value. These devices are especially suited to variable frequency systems.

Applications

Outputs isolated from inputs
Ranges available for any application
Sine, square and zero crossover waveforms
35 DIN rail or panel mount
Connection diagram printed on case

Features

35mm DIN Rail or Panel Mount
Available with 0 - 5 VDC, 0 - 10, or 4 - 20 mADC output
24 VDC powered
Use with external current transformers
Highest precision available
Connection diagram printed on case

Regulatory Agencies

Constructed to meet UL 61010B-1
Constructed to meet CAN/CSA-C22.2, No. 61010-1-2004
Meets requirement of IEC 61010-1 and BS EN 61010-1



Custom calibrations of unique full scale and zero scale values including parametric measurements are available. Contact factory for details.

C
Transducers

PART NUMBERS

Part Number	Output	Input Range
CR6610	-	0 - 5 VDC
CR6611	-	0 - 5 VDC
CR6612	-	0 - 5 VDC
CR6620	-	4 - 20 mADC
CR6621	-	4 - 20 mADC
CR6622	-	4 - 20 mADC

Add suffix for input range

100 - 0-100 Hz
500 - 0-500 Hz
5000 - 0-5000 Hz
other ranges available



3500 Scarlet Oak Blvd. St. Louis MO USA 63122 V: 636-343-8518 F: 636-343-5119

Web: <http://www.crmagnetics.com>

57

E-mail: sales@crmagnetics.com

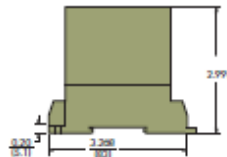
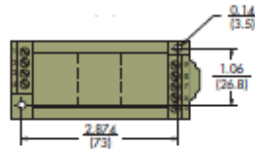
Frequency Transducer

DIN RAIL / PANEL MOUNT

SPECIFICATIONS

Basic Accuracy:.....	0.5%	Output Load:.....	4-20 mADC -0 to 300 Ω
Linearity:.....	10% to 100% FS		0-5 VDC - 2K Ω or Greater
Thermal Drift:.....	500 PPM/°C	Cleaning:.....	Water-dampened cloth
Operating Temperature:.....	0°C to +60°C	Relative Humidity:.....	80% for temperatures up to 31°C and decreasing linearly to 50% at 40°C
Installation Category:.....	CAT II	Input Voltage:.....	20 to 250 V Peak, (other voltage ranges available)
Vibration Tested To:.....	IEC 60068-2-6,1995	Supply Current	
Pollution Degree:.....	2	CR6610:.....	Typical 30mA Max 40mA
Response Time:.....	250 ms max. 0-90% FS	CR6620:.....	Typical 50mA Max 95mA
Supply Voltage:.....	12 to 24 VDC	Torque Specs:.....	3.0 inch lbs. (0.4Nm)
MTBF:.....	Greater than 100 K hours	Weight:.....	0.5 lbs.
Frequency Range:.....	50 Hz - 400 Hz, sine wave		
Insulation Voltage:.....	2500 VDC		
Altitude:.....	2000 meter max.		

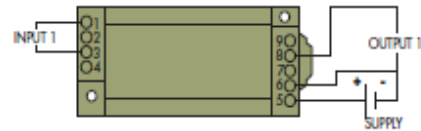
Transducers



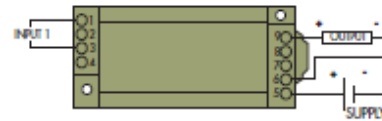
Dimensions for All CR6600 Series (shown)



OUTLINE DRAWING



CR6610 0 - 5 VDC Output
CR6611 0 - 5 VDC Output
CR6612 0 - 5 VDC Output



CR6620 4 - 20 mADC Output
CR6621 4 - 20 mADC Output
CR6622 4 - 20 mADC Output

CONNECTION DIAGRAM

NOTE: The building installation must have a switch or circuit-breaker that is in close proximity and within easy reach of the operator. The switch or circuit breaker shall be marked as the disconnecting device for the equipment.



3500 Scarlet Oak Blvd. St. Louis MO USA 63122 V: 636-343-8518 F: 636-343-5119

Web: <http://www.crmagnetics.com>

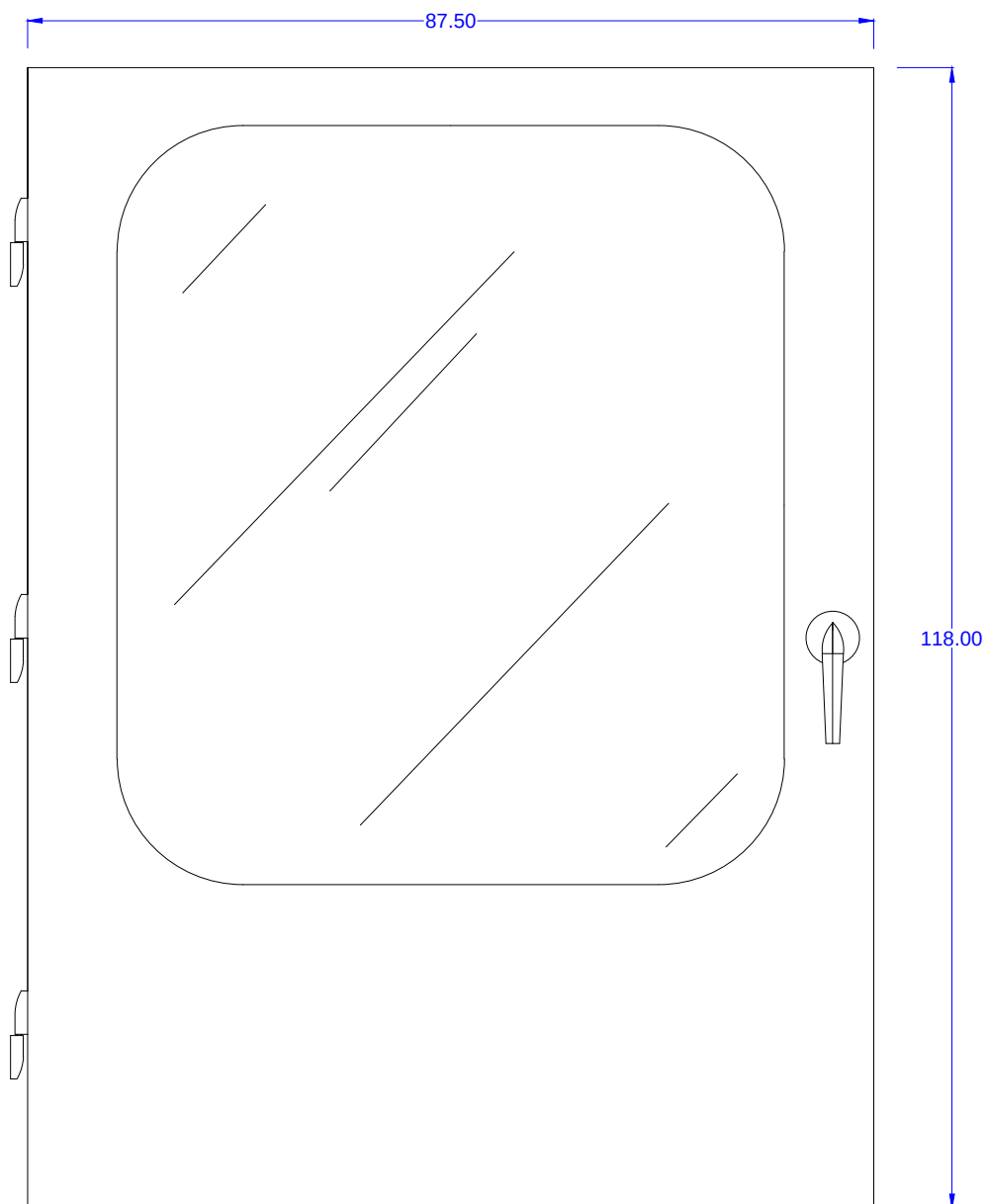
58

E-mail: sales@crmagnetics.com

**PLANOS DEL DISEÑO DEL MÓDULO DE
ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE
PARÁMETROS ELECTROMECÁNICOS PARA EL
LABORATORIO DE MOTORES Y GENERADORES
(M.A.P.P.E.)**

DIMENSIONES DE LAS PARTES DEL MÓDULO

PUERTA ABATIBLE



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL

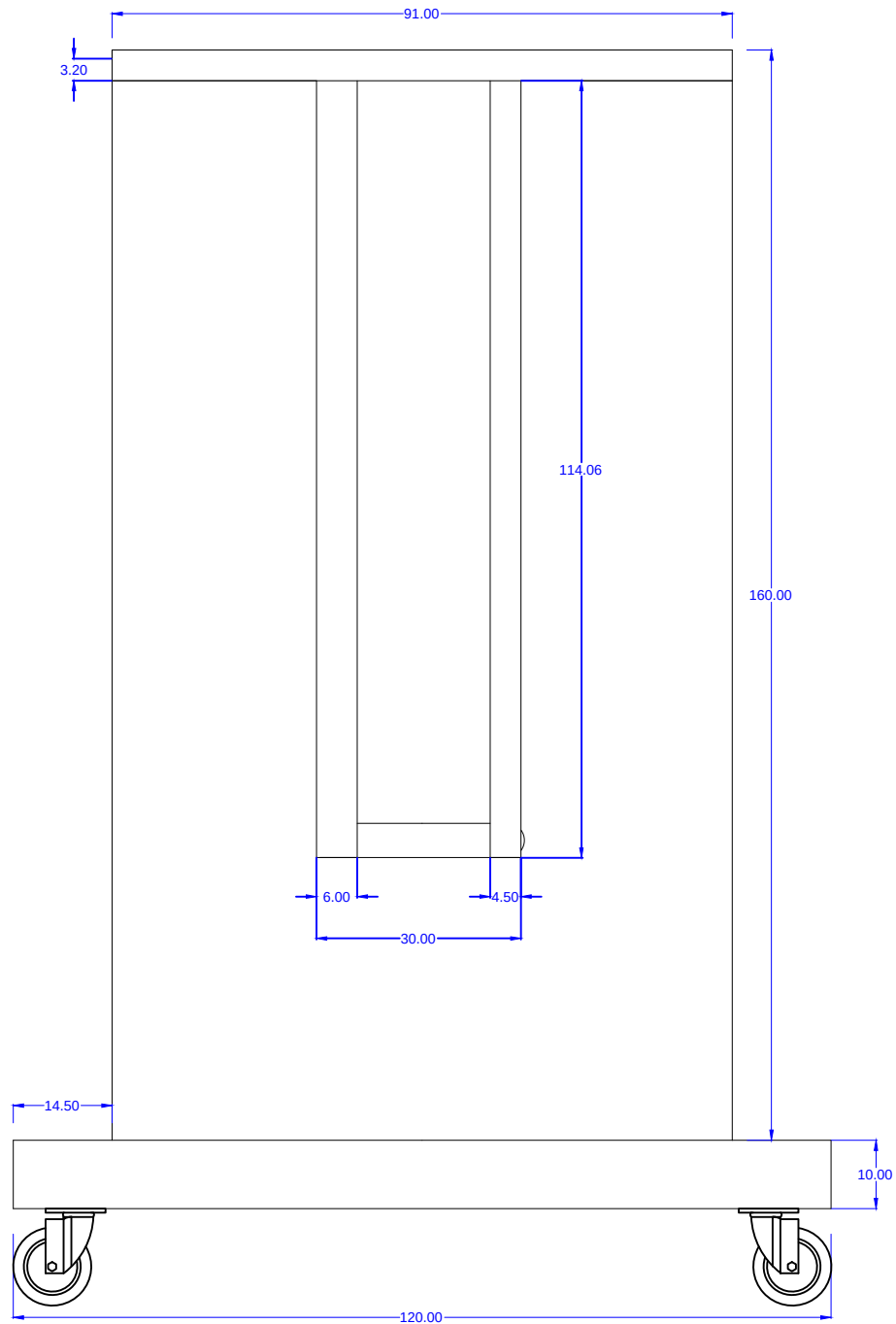
NOMBRE DEL PROYECTO:
MODULO DE ADQUISICIÓN Y
PROCESAMIENTO DE PARÁMETROS
ELECTROMECÁNICOS PARA EL
LABORATORIO DE MOTORES Y
GENERADORES

ELABORADO POR:
DANIEL BAYAS SENISTERRA
DAVID ARAUJO ENRIQUEZ

FECHA:
MARZO
2015

DIMENSIONES DE LAS PARTES DEL MÓDULO

PARTE POSTERIOR



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL

NOMBRE DEL PROYECTO:
MÓDULO DE ADQUISICIÓN Y
PROCESAMIENTO DE PARÁMETROS
ELECTROMECÁNICOS PARA EL
LABORATORIO DE MOTORES Y
GENERADORES

ELABORADO POR:
DANIEL BAYAS SENISTERRA
DAVID ARAUJO ENRIQUEZ

FECHA:
MARZO
2015

PARTE LATERAL DERECHA

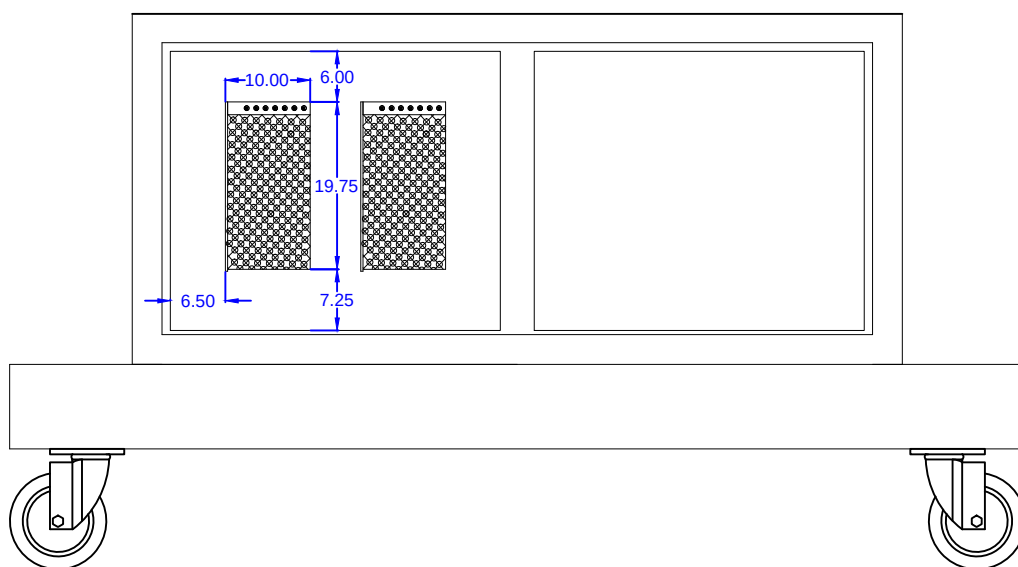


NOMBRE DEL PROYECTO:
MODULO DE ADQUISICIÓN Y
PROCESAMIENTO DE PARÁMETROS
ELECTROMECÁNICOS PARA EL
LABORATORIO DE MOTORES Y
GENERADORES

FECHA:
MARZO
2015

DIMENSIONES DE LAS PARTES DEL MÓDULO

PLACA INFERIOR. FUENTES DE ALIMENTACIÓN



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL

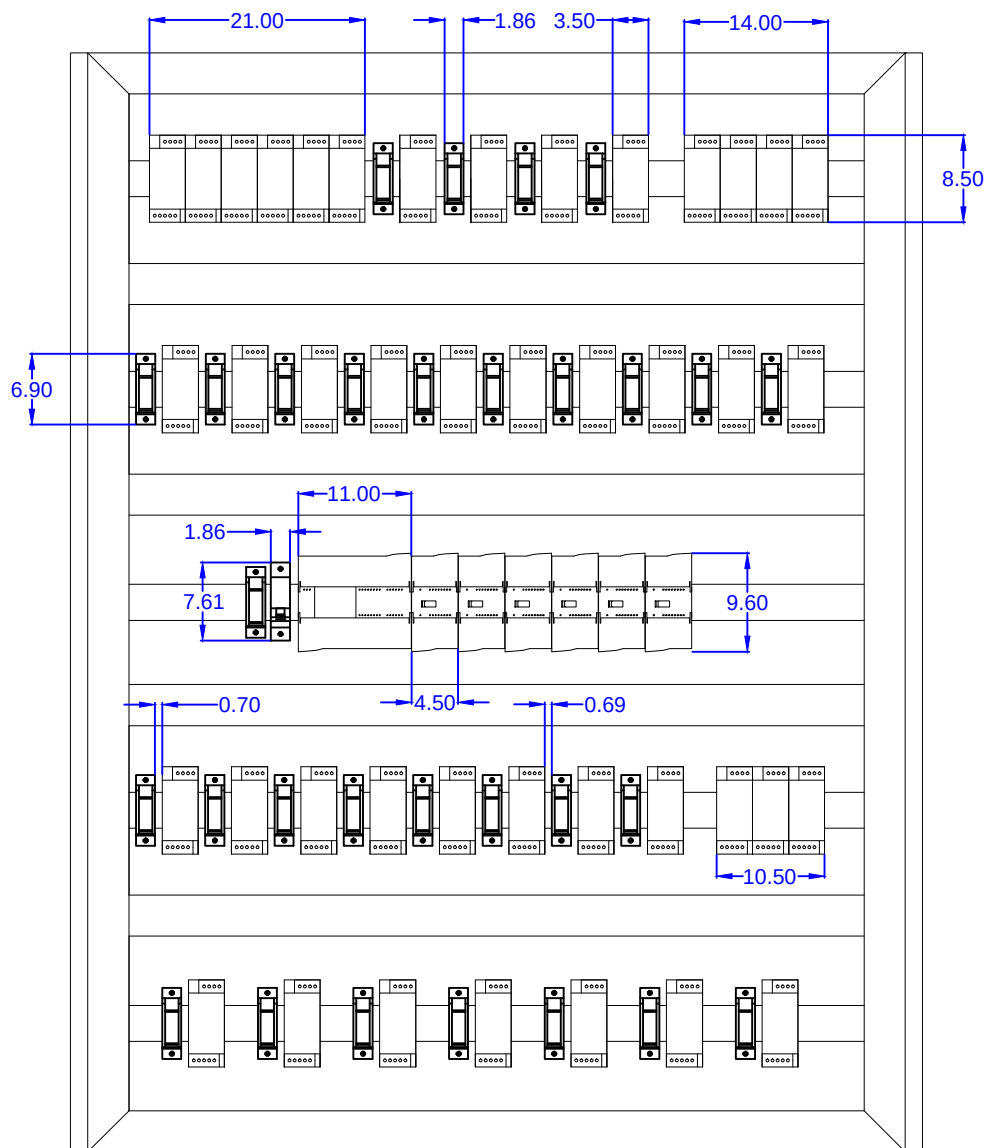
NOMBRE DEL PROYECTO:
MODULO DE ADQUISICIÓN Y
PROCESAMIENTO DE PARÁMETROS
ELECTROMECÁNICOS PARA EL
LABORATORIO DE MOTORES Y
GENERADORES

ELABORADO POR:
DANIEL BAYAS SENISTERRA
DAVID ARAUJO ENRIQUEZ

FECHA:
MARZO
2015

DIMENSIONES DE LAS PARTES DEL MÓDULO

PLACA CENTRAL INTERNA EQUIPOS



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL

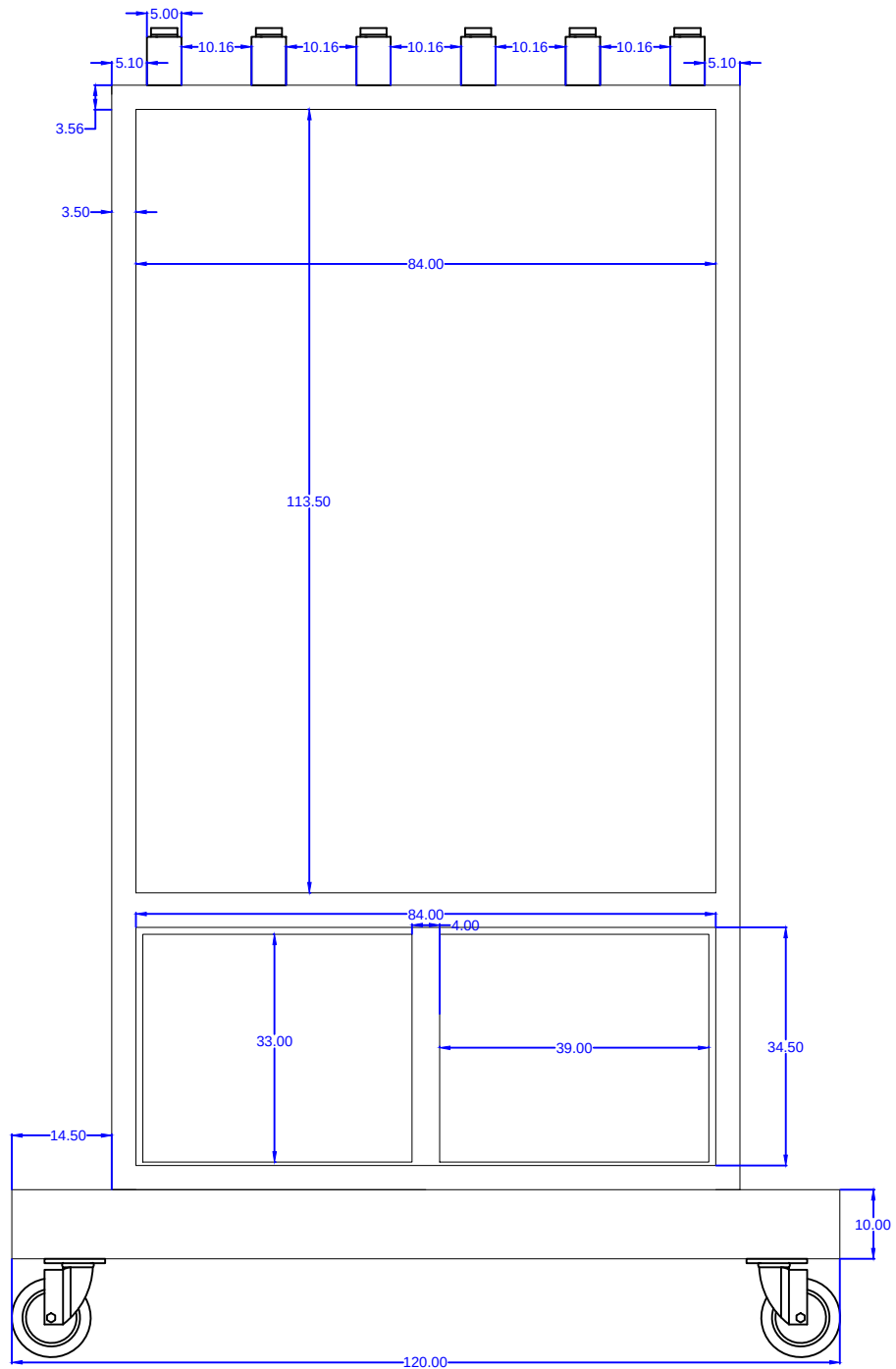
NOMBRE DEL PROYECTO:
MÓDULO DE ADQUISICIÓN Y
PROCESAMIENTO DE PARÁMETROS
ELECTROMECÁNICOS PARA EL
LABORATORIO DE MOTORES Y
GENERADORES

ELABORADO POR:
DANIEL BAYAS SENISTERRA
DAVID ARAUJO ENRIQUEZ

FECHA:
MARZO
2015

DIMENSIONES DE LAS PARTES DEL MÓDULO

PARTE FRONTAL INTERIOR



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL

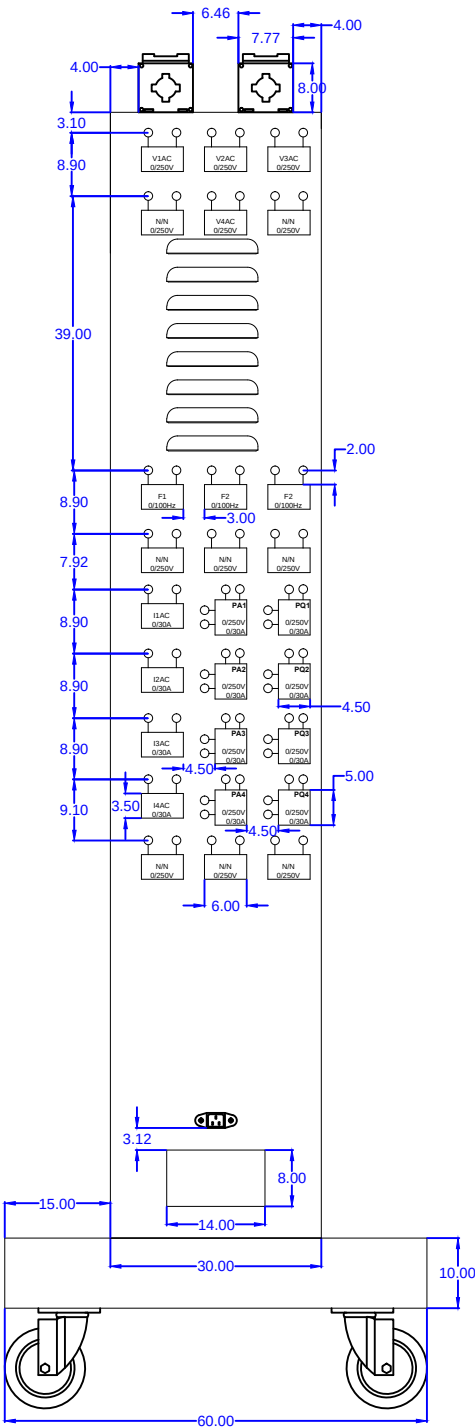
NOMBRE DEL PROYECTO:
MÓDULO DE ADQUISICIÓN Y
PROCESAMIENTO DE PARÁMETROS
ELECTROMECÁNICOS PARA EL
LABORATORIO DE MOTORES Y
GENERADORES

ELABORADO POR:
DANIEL BAYAS SENISTERRA
DAVID ARAUJO ENRIQUEZ

FECHA:
MARZO
2015

DIMENSIONES DE LAS PARTES DEL MÓDULO

PARTE LATERAL IZQUIERDA



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL

NOMBRE DEL PROYECTO:
MÓDULO DE ADQUISICIÓN Y
PROCESAMIENTO DE PARÁMETROS
ELECTROMECÁNICOS PARA EL
LABORATORIO DE MOTORES Y
GENERADORES

ELABORADO POR:
DANIEL BAYAS SENISTERRA
DAVID ARAUJO ENRIQUEZ

FECHA:
MARZO
2015

PARTE LATERAL DERECHA

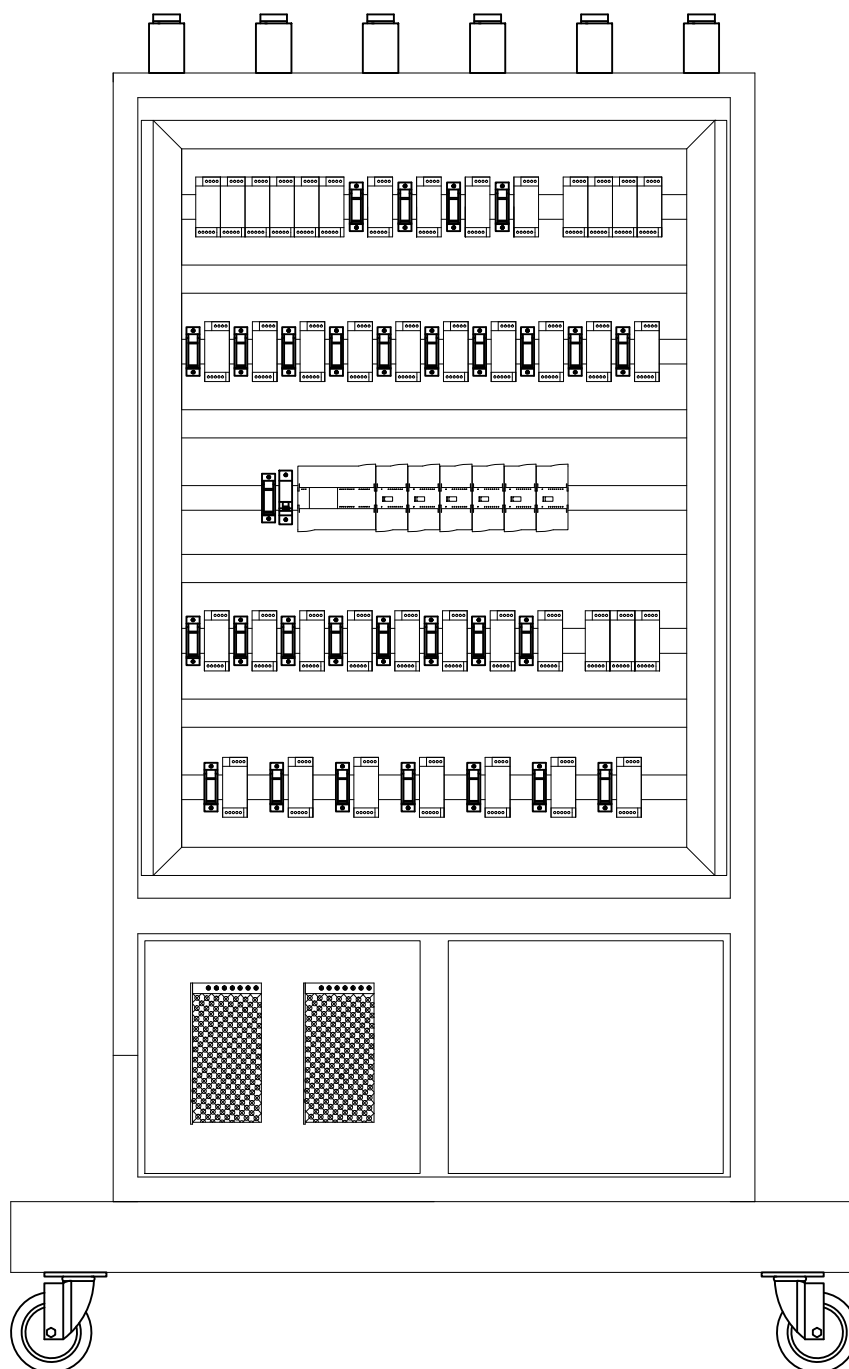


NOMBRE DEL PROYECTO:
MODULO DE ADQUISICIÓN Y
PROCESAMIENTO DE PARÁMETROS
ELECTROMECÁNICOS PARA EL
LABORATORIO DE MOTORES Y
GENERADORES

FECHA:
MARZO
2015

MODULO DE ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE
PARÁMETROS ELECTROMECÁNICOS.

PARTE FRONTAL INTERNA



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL

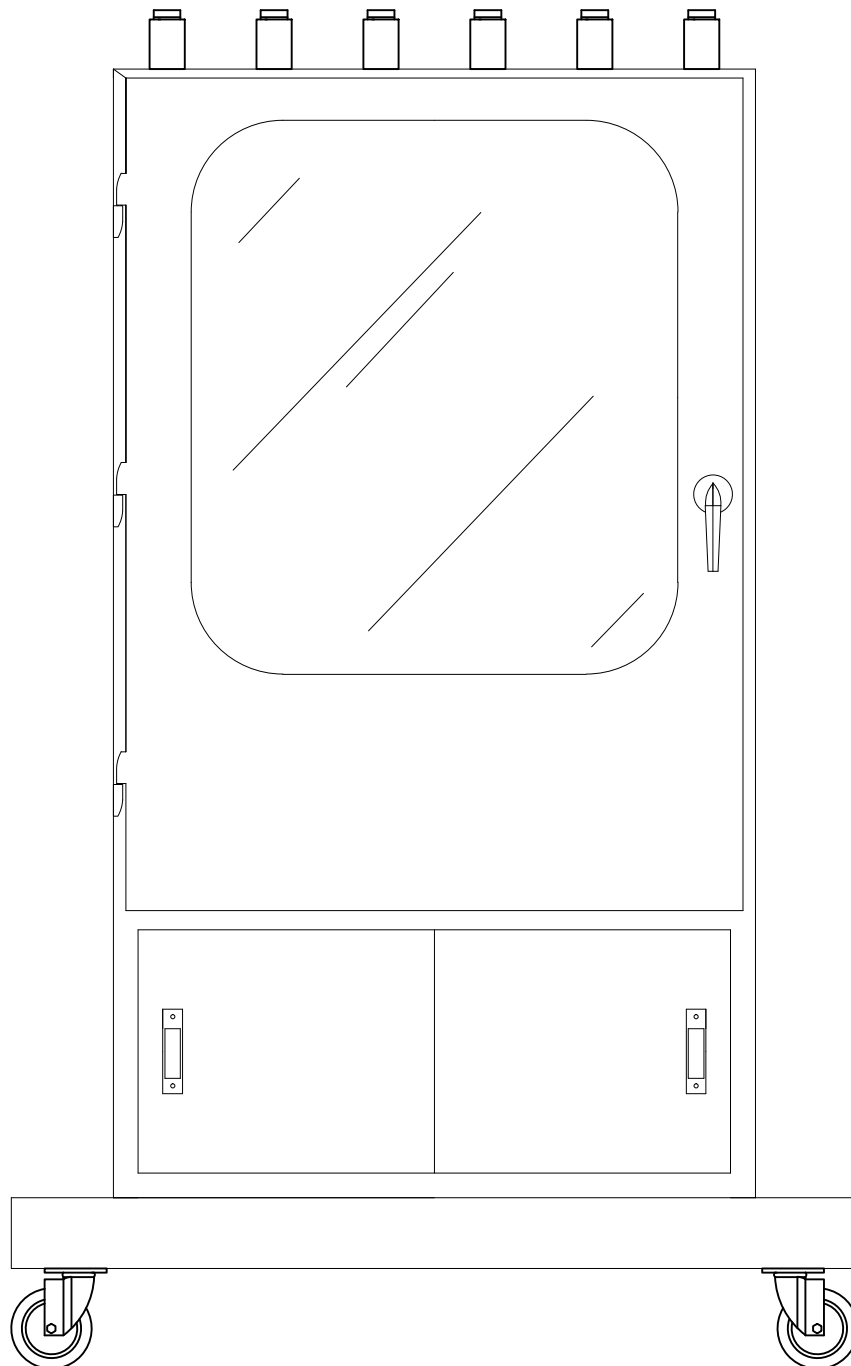
NOMBRE DEL PROYECTO:
MODULO DE ADQUISICIÓN Y
PROCESAMIENTO DE PARÁMETROS
ELECTROMECÁNICOS PARA EL
LABORATORIO DE MOTORES Y
GENERADORES

ELABORADO POR:
DANIEL BAYAS SENISTERRA
DAVID ARAUJO ENRIQUEZ

FECHA:
MARZO
2015

MODULO DE ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE
PARÁMETROS ELECTROMECÁNICOS.

PARTE FRONTAL



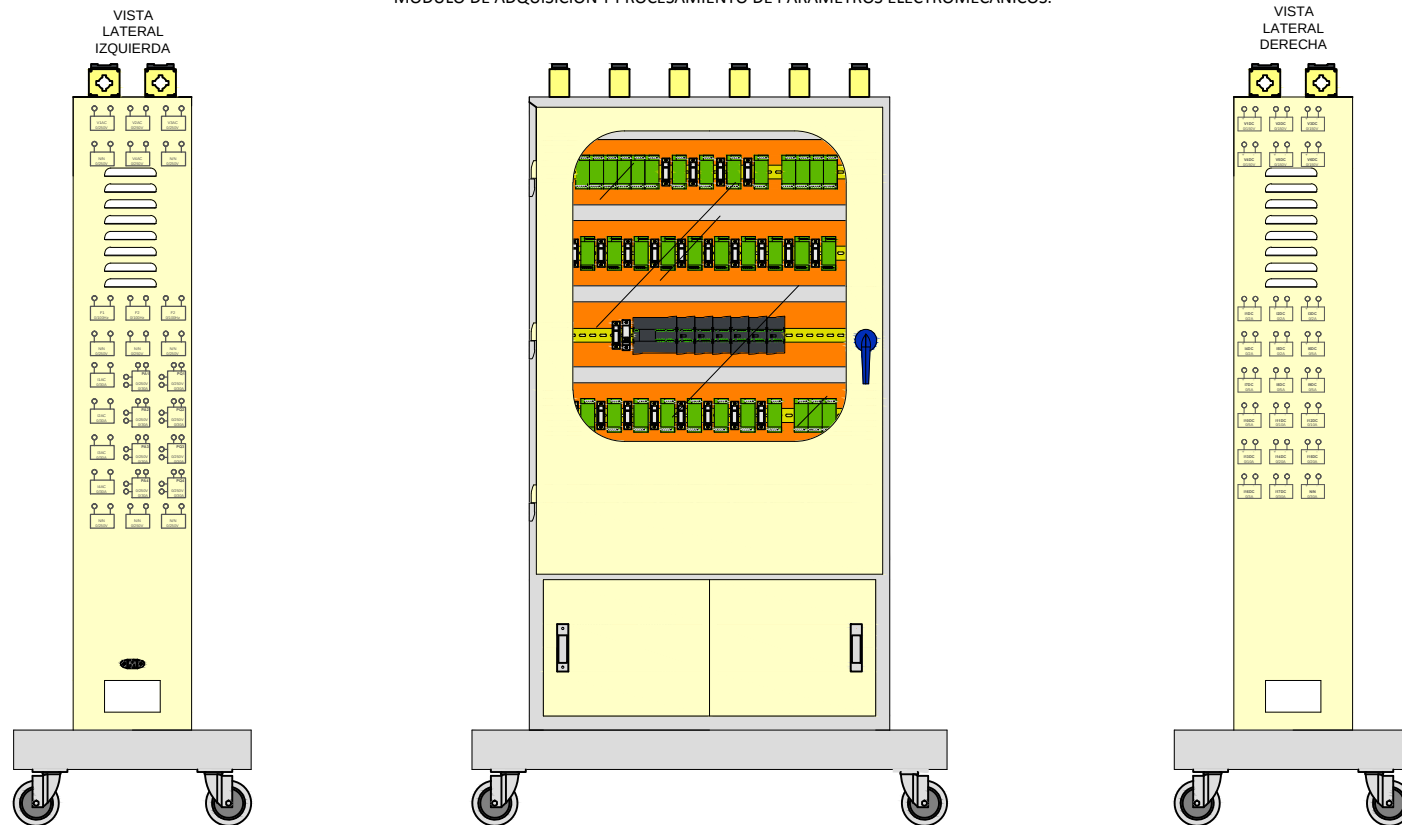
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL

NOMBRE DEL PROYECTO:
MODULO DE ADQUISICIÓN Y
PROCESAMIENTO DE PARÁMETROS
ELECTROMECÁNICOS PARA EL
LABORATORIO DE MOTORES Y
GENERADORES

ELABORADO POR:
DANIEL BAYAS SENISTERRA
DAVID ARAUJO ENRIQUEZ

FECHA:
MARZO
2015

MODULO DE ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE PARÁMETROS ELECTROMECÁNICOS.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL

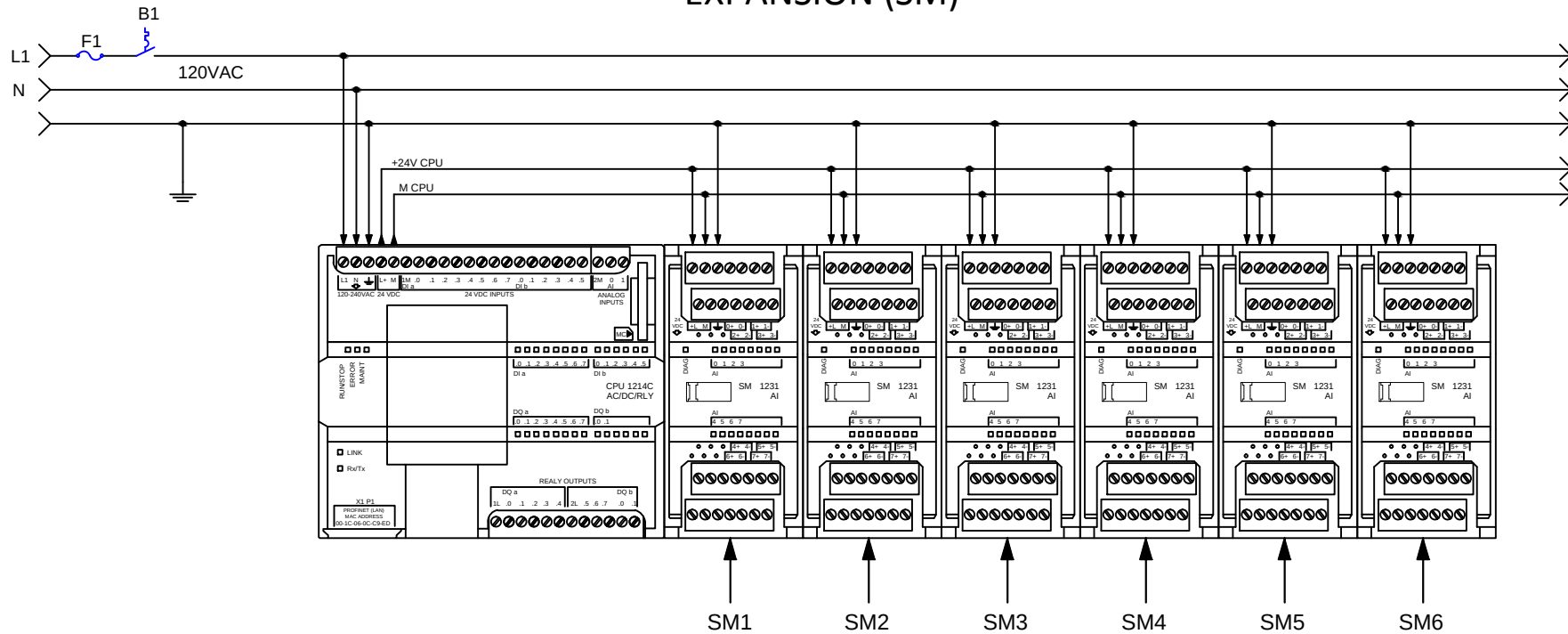
NOMBRE DEL PROYECTO:
MODULO DE ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE
PARÁMETROS ELECTROMECÁNICOS PARA EL LABORATORIO
DE MOTORES Y GENERADORES

ELABORADO POR:
DANIEL BAYAS SENISTERRA
DAVID ARAUJO ENRIQUEZ

FECHA:
MARZO
2015

**PLANOS ELÉCTRICOS DEL MÓDULO DE
ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE
PARÁMETROS ELECTROMECÁNICOS PARA EL
LABORATORIO DE MOTORES Y GENERADORES
(M.A.P.P.E.)**

CONEXIÓN ELÉCTRICA DE ALIMENTACIÓN DEL PLC Y LOS MÓDULOS DE EXPANSIÓN (SM)



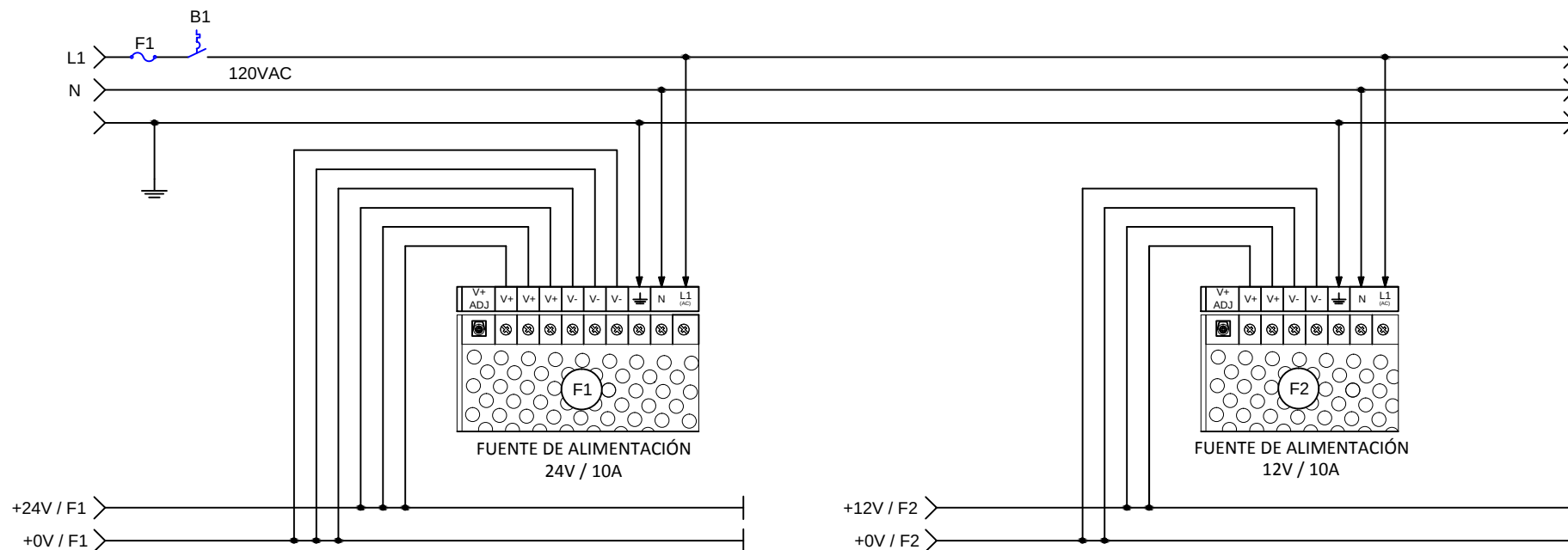
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL

NOMBRE DEL PROYECTO:
MÓDULO DE ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE
PARÁMETROS ELECTROMECÁNICOS PARA EL LABORATORIO
DE MOTORES Y GENERADORES

ELABORADO POR:
DANIEL BAYAS SENISTERRA
DAVID ARAUJO ENRIQUEZ

FECHA:
MARZO
2015

CONEXIÓN ELÉCTRICA DE LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN



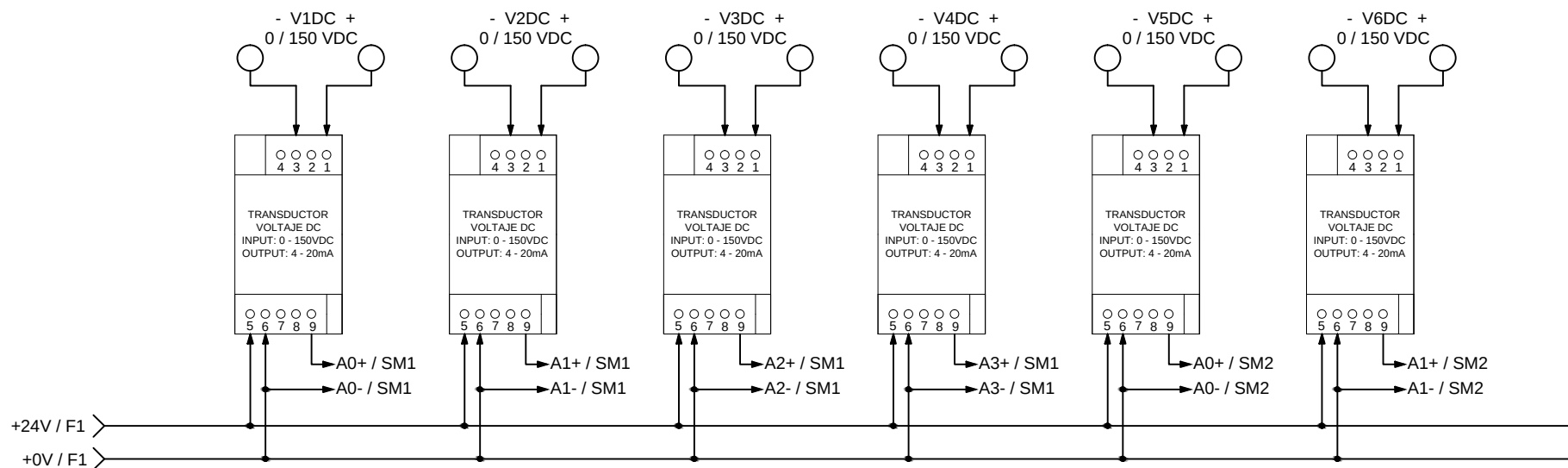
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL

NOMBRE DEL PROYECTO:
MODULO DE ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE
PARÁMETROS ELECTROMECÁNICOS PARA EL LABORATORIO
DE MOTORES Y GENERADORES

ELABORADO POR:
DANIEL BAYAS SENISTERRA
DAVID ARAUJO ENRIQUEZ

FECHA:
MARZO
2015

CONEXIÓN ELÉCTRICA DE LOS TRANSDUCTORES DE VOLTAJE DC



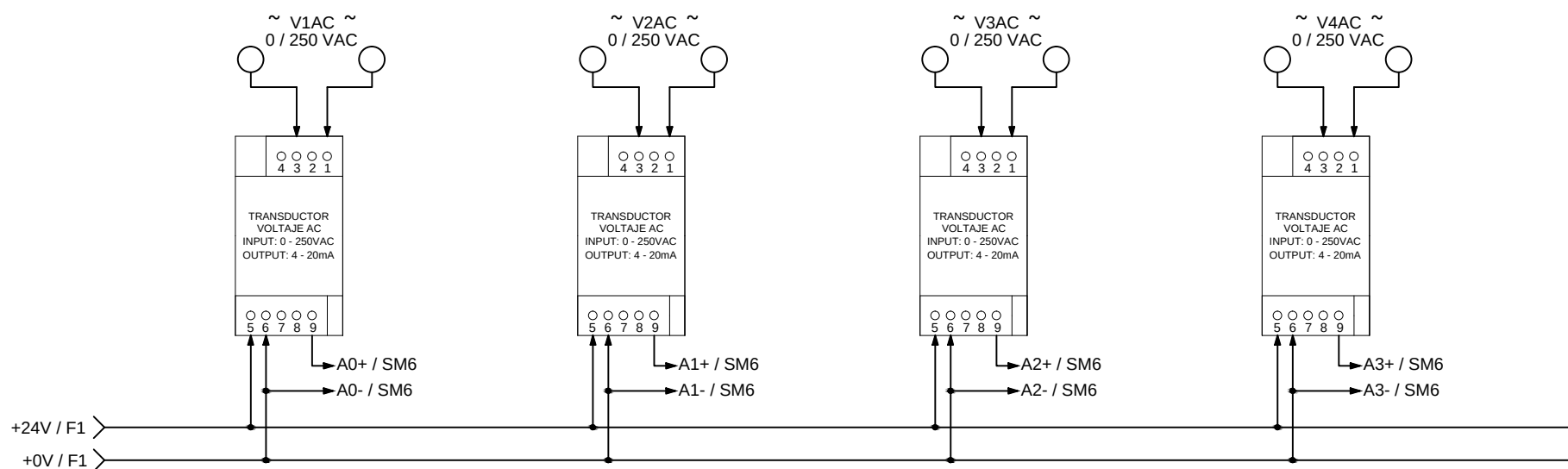
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL

NOMBRE DEL PROYECTO:
MÓDULO DE ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE
PARÁMETROS ELECTROMECÁNICOS PARA EL LABORATORIO
DE MOTORES Y GENERADORES

ELABORADO POR:
DANIEL BAYAS SENISTERRA
DAVID ARAUJO ENRIQUEZ

FECHA:
MARZO
2015

CONEXIÓN ELÉCTRICA DE LOS TRANSDUCTORES DE VOLTAJE AC



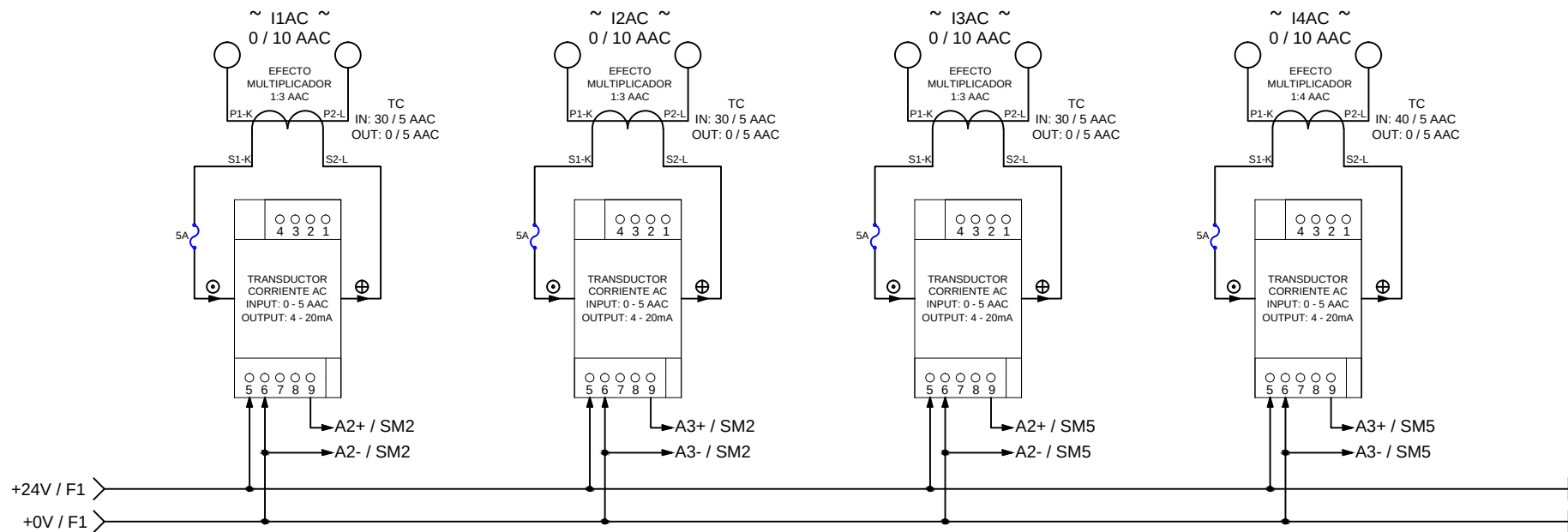
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL

NOMBRE DEL PROYECTO:
MODULO DE ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE
PARÁMETROS ELECTROMECÁNICOS PARA EL LABORATORIO
DE MOTORES Y GENERADORES

ELABORADO POR:
DANIEL BAYAS SENISTERRA
DAVID ARAUJO ENRIQUEZ

FECHA:
MARZO
2015

CONEXIÓN ELÉCTRICA DE LOS TRANSDUCTORES DE CORRIENTE AC



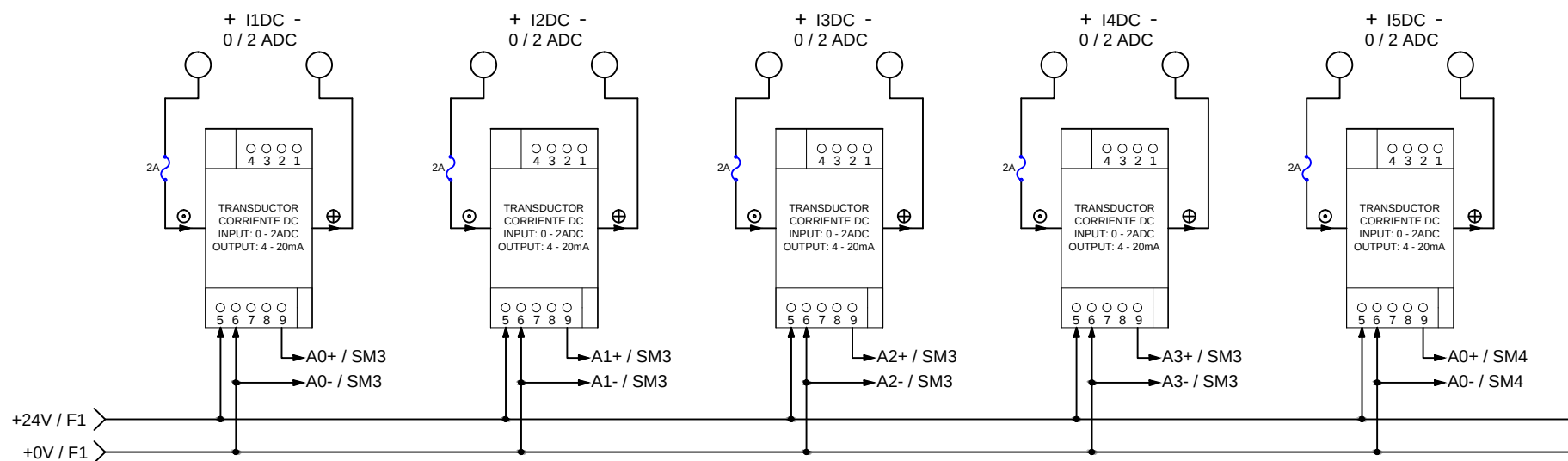
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL

NOMBRE DEL PROYECTO:
MODULO DE ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE
PARÁMETROS ELECTROMECÁNICOS PARA EL LABORATORIO
DE MOTORES Y GENERADORES

ELABORADO POR:
DANIEL BAYAS SENISTERRA
DAVID ARAUJO ENRIQUEZ

FECHA:
MARZO
2015

CONEXIÓN ELÉCTRICA DE LOS TRANSDUCTORES DE CORRIENTE DC (A)



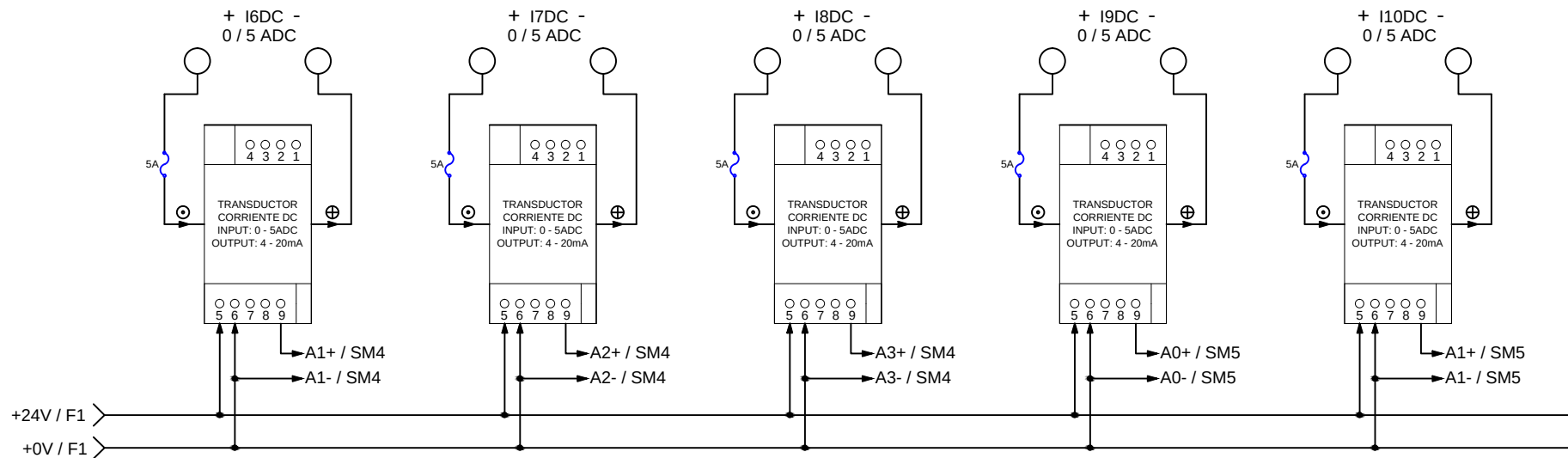
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL

NOMBRE DEL PROYECTO:
MODULO DE ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE
PARÁMETROS ELECTROMECÁNICOS PARA EL LABORATORIO
DE MOTORES Y GENERADORES

ELABORADO POR:
DANIEL BAYAS SENISTERRA
DAVID ARAUJO ENRIQUEZ

FECHA:
MARZO
2015

CONEXIÓN ELÉCTRICA DE LOS TRANSDUCTORES DE CORRIENTE DC (B)



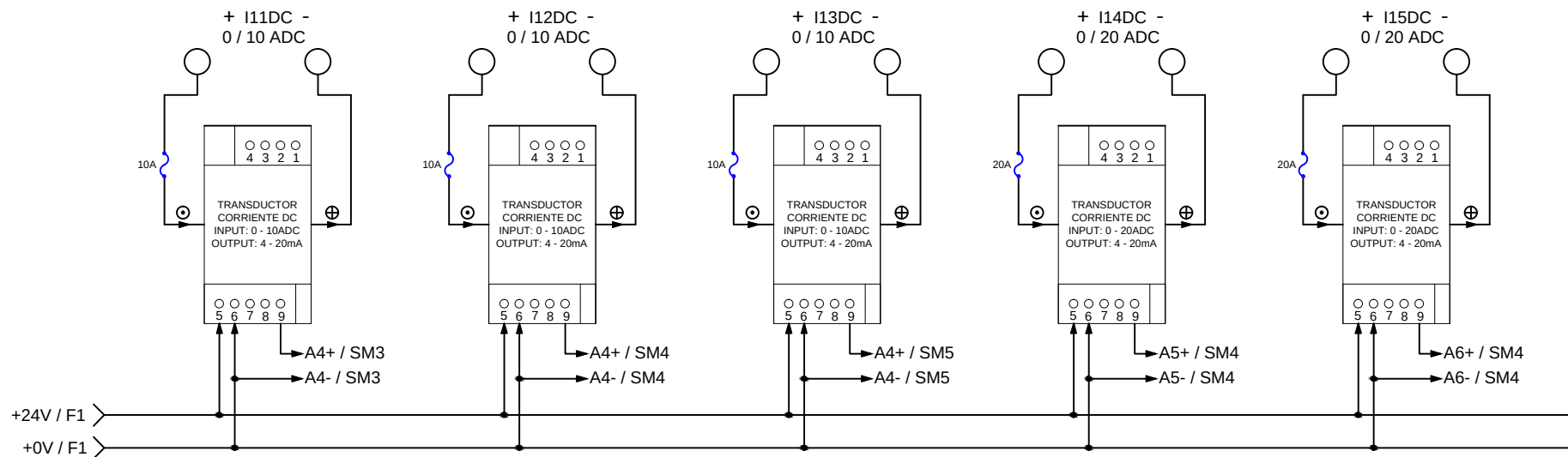
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL

NOMBRE DEL PROYECTO:
MODULO DE ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE
PARÁMETROS ELECTROMECÁNICOS PARA EL LABORATORIO
DE MOTORES Y GENERADORES

ELABORADO POR:
DANIEL BAYAS SENISTERRA
DAVID ARAUJO ENRIQUEZ

FECHA:
MARZO
2015

CONEXIÓN ELÉCTRICA DE LOS TRANSDUCTORES DE CORRIENTE DC (C)



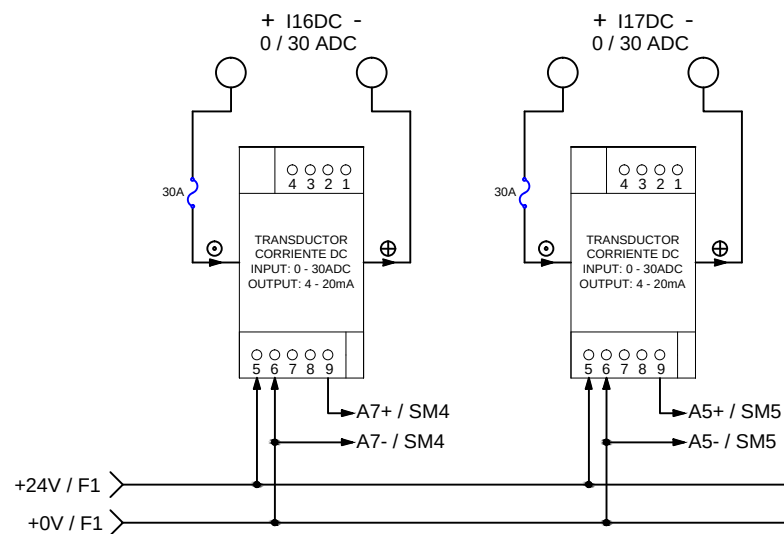
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL

NOMBRE DEL PROYECTO:
MODULO DE ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE
PARÁMETROS ELECTROMECÁNICOS PARA EL LABORATORIO
DE MOTORES Y GENERADORES

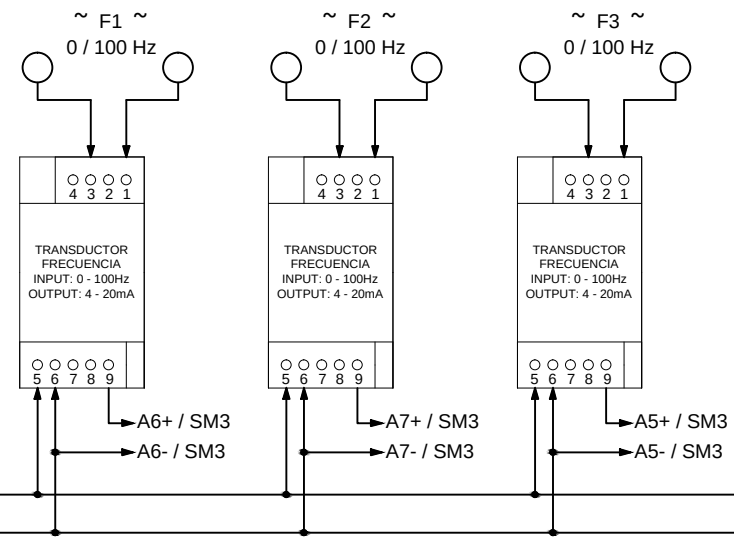
ELABORADO POR:
DANIEL BAYAS SENISTERRA
DAVID ARAUJO ENRIQUEZ

FECHA:
MARZO
2015

CONEXIÓN ELÉCTRICA DE LOS TRANSDUCTORES DE CORRIENTE DC (D)



TRANSDUCTORES DE FRECUENCIA



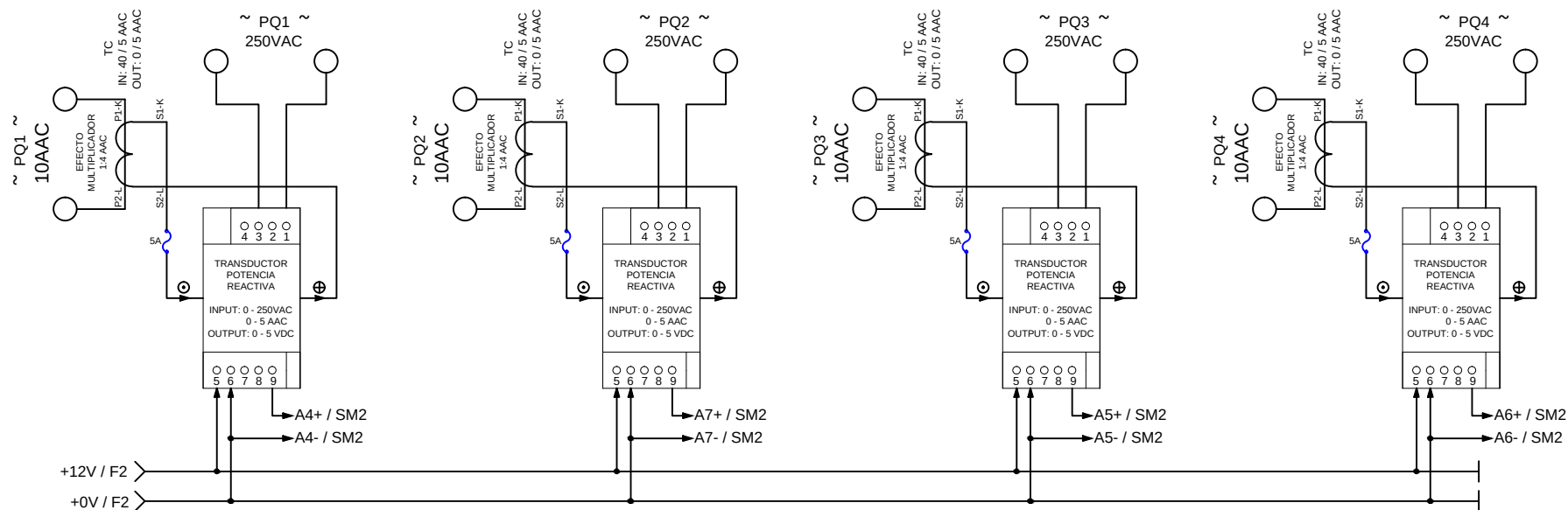
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL

NOMBRE DEL PROYECTO:
MODULO DE ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE
PARÁMETROS ELECTROMECÁNICOS PARA EL LABORATORIO
DE MOTORES Y GENERADORES

ELABORADO POR:
DANIEL BAYAS SENISTERRA
DAVID ARAUJO ENRIQUEZ

FECHA:
MARZO
2015

CONEXIÓN ELÉCTRICA DE LOS TRANSDUCTORES DE POTENCIA REACTIVA



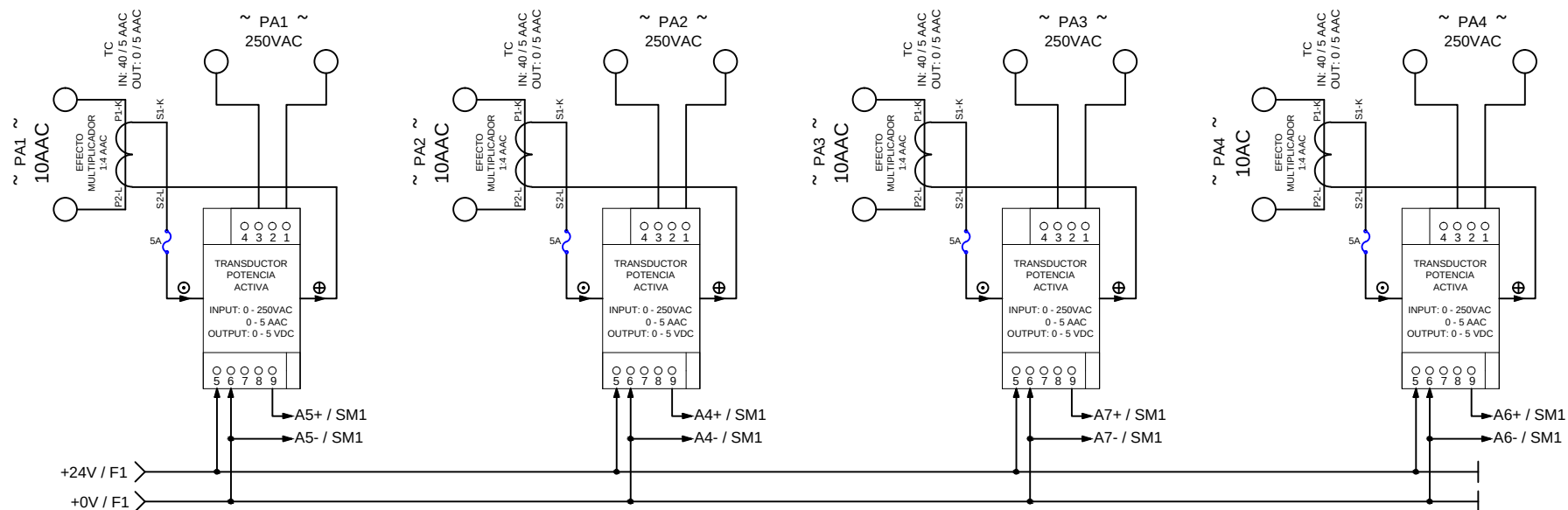
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL

NOMBRE DEL PROYECTO:
MODULO DE ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE
PARÁMETROS ELECTROMECÁNICOS PARA EL LABORATORIO
DE MOTORES Y GENERADORES

ELABORADO POR:
DANIEL BAYAS SENISTERRA
DAVID ARAUJO ENRIQUEZ

FECHA:
MARZO
2015

CONEXIÓN ELÉCTRICA DE LOS TRANSDUCTORES DE POTENCIA ACTIVA



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL

NOMBRE DEL PROYECTO:
MODULO DE ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE
PARÁMETROS ELECTROMECÁNICOS PARA EL LABORATORIO
DE MOTORES Y GENERADORES

ELABORADO POR:
DANIEL BAYAS SENISTERRA
DAVID ARAUJO ENRIQUEZ

FECHA:
MARZO
2015