



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

PROPUESTA TECNOLÓGICA

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y ADQUISICIÓN DE DATOS EN LA CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN N°2 PARA EVALUAR LOS ÍNDICES DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS MATRÍZ, PERIODO 2019-2020”

AUTORES:

Achote Guanotasig Guido José

Pumashunta Guisha Cristian Jorge

TUTOR:

Ing. Pacheco Mena Carlos Francisco M.Sc.

LATACUNGA - ECUADOR
2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Nosotros, Achote Guanotasig Guido José y Pumashunta Guisha Cristian Jorge, declaramos ser autores del presente Proyecto de Investigación: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y ADQUISICIÓN DE DATOS EN LA CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN N°2 PARA EVALUAR LOS ÍNDICES DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS MATRÍZ, PERIODO 2019-2020”**, siendo el Ing. M.Sc. Pacheco Mena Carlos Francisco, Tutor del presente Trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente Trabajo Investigativo, es de mi exclusiva responsabilidad.

Achote Guanotasig Guido José

C.I.: 050435803-7

Pumashunta Guisha Cristian Jorge

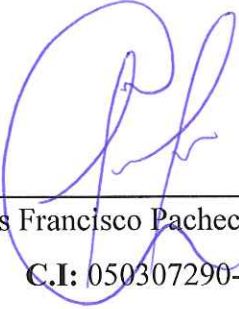
C.I.: 050445753-2

AVAL DEL TUTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

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

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y ADQUISICIÓN DE DATOS EN LA CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN N°2 PARA EVALUAR LOS ÍNDICES DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS MATRÍZ, PERIODO 2019-2020”, de los señores Achote Guanotasig Guido Jose y Pumashunta Guisha Cristian Jorge, de la carrera de Ingeniería Eléctrica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de la Propuesta que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación

Latacunga, 06 de Febrero 2020


Ing. Carlos Francisco Pacheco Mena M.Sc

C.I: 050307290-2

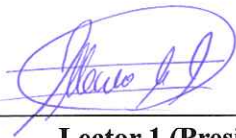
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS; por cuanto, los postulantes: Achote Guanotasig Guido José y Pumashunta Guisha Cristian Jorge, con el Título de Proyecto de Titulación: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y ADQUISICIÓN DE DATOS EN LA CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN N°2 PARA EVALUAR LOS ÍNDICES DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS MATRÍZ, PERIODO 2019-2020”** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

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

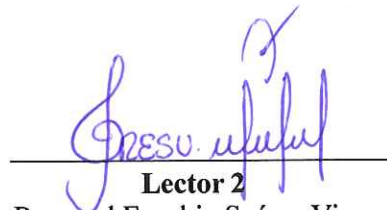
Latacunga, 06 de Febrero del 2020

Para constancia firman:



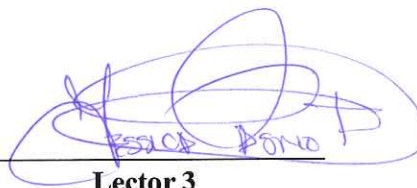
Lector 1 (Presidente)

Ing. Marco Anibal León Segovia M.Sc
C.I: 175712194-0



Lector 2

Ing. Rommel Eusebio Suárez Vinuesa M.Sc
C.I: 180416535-3



Lector 3

Ing. Jessica Nataly Castillo Fiallos M.Sc
C.I: 060459021-6

AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

Latacunga, 06 de Febrero 2020

Ph.D. Secundino Marrero

Director de la Carrera de Ingeniería Eléctrica

Universidad Técnica de Cotopaxi “Carrera de Ingeniería Eléctrica”

Presente. -

En calidad de director de la carrera de INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, Certifico que mediante el proyecto de propuesta tecnológica **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y ADQUISICIÓN DE DATOS EN LA CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN N°2 PARA EVALUAR LOS ÍNDICES DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS MATRÍZ, PERIODO 2019-2020”** de los estudiantes de decimo ciclo **ACHOTE GUANOTASIG GUIDO JOSE** con C.I. **050435803-7** y **PUMASHUNTA GUISHA CRISTIAN JORGE** con C.I. **050445753-2**, realizaron la entrega sistema de monitoreo y adquisición de datos en la cámara de transformación prototipo para la **UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MATRÍZ**, trabajo que se implementó y se dejó en completo funcionamiento.

Es todo cuanto puedo cuantificar pudiendo hacer uso del mismo dentro de las leyes de la república y normas internacionales.

Atentamente


PhD. Secundino Marrero Ramirez

C.I.: 175710790-7

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por haberme dado la salud y vida, también doy gracias a mis padres ya que ellos hicieron todo lo que está en su alcance tanto moralmente y económicamente para que yo pueda ser alguien en la vida. A mis hermanos que siempre han confiado en mí y me han brindado su apoyo, ya que con sus consejos me han guiado siempre por el camino del bien.

Doy gracias a mis amigos y personas más cercanas que siempre han estado alentándome para ser un hombre responsable e íntegro y darme esas palabras que me fortalecieron durante mi carrera estudiantil.

Y por último expreso mi agradecimiento a mi prestigiosa Universidad Técnica de Cotopaxi, principalmente a los docentes que conforman parte de la carrera de Ingeniería Eléctrica, quienes nos han compartido sus conocimientos para la realización de este proyecto.

ACHOTE GUANOTASIG GUIDO JOSE

DEDICATORIA

Dedico este proyecto principalmente a Dios por ser nuestro mentor y darme la fuerza necesaria para continuar en este proceso de alcanzar unos de los anhelos más deseados.

A mis padres por brindarme su amor, confianza, cariño, trabajo y sacrificio en todo este transcurso de mi carrera estudiantil, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en un profesional. Tengo el honor, orgullo y privilegio de ser hijo de ustedes.

A mis hermanos (as) por estar conmigo en las buenas y en las malas, además por brindarme ese apoyo moral a lo largo de toda mi carrera Universitaria y a lo largo de mi vida.

A todos mis amigos y personas más cercanas por el apoyo cuando más lo necesite y especialmente cuando estuvieron acompañándome durante mi formación tanto profesional y como ser humano.

ACHOTE GUANOTASIG GUIDO JOSE

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial a dios por haberme brindado salud y vida de igual manera el agradecimiento a mis padres por el amor, cariño y apoyo económico e incondicional que me brindaron con sus concejos morales y éticos que nos inculcaron por el camino del bien a mis hermanos y a mi persona nunca dejaron de preocuparse hasta en la cosa as mínima en el transcurso de mi carrera y que pudiera culminar con éxito.

Doy gracias a mis hermanos (as), que de una u otra forma me apoyaron económicamente y moralmente e influyeron para que yo me vea en este punto de mi vida, en especial a Carlos por ver en él un reflejo de un profesional digno de admiración y ejemplo a seguir brindándome sus conocimientos y experiencias adquiridas en el diario vivir.

Finalmente, pero no menos importante un agradecimiento especial a la Universidad Técnica de Cotopaxi, principalmente a los docentes que conforman parte de la carrera de Ingeniería Eléctrica, quienes marcaron con sus enseñanzas el futuro de todos nosotros.

A todos con mucho cariño

PUMASHUNTA GUISHA CRISTIAN JORGE

DEDICATORIA

A dios y a mis abuelitos, quienes desde el cielo guían mi camino y me dieron las fuerzas necesarias para lograr culminar un objetivo propuesto en la vida el ser un profesional y poder brindar mis servicios a la comunidad.

A mis padres que son el pilar fundamental en mi vida, quienes con su paciencia, amor, esfuerzo y trabajo inculcaron en mí el ejemplo de esfuerzo dedicación y valentía con lo cual he logrado cumplir un sueño anhelado y ser un profesional.

A mis hermanos (as) y familia por la confianza y dedicación brindada hacia mí, por el apoyo en mis altos y bajos en el transcurso de mi diario vivir y en el transcurso de mi vida universitaria.

PUMASHUNTA GUISHA CRISTIAN JORGE

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	i
AVAL DEL TUTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iii
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
ÍNDICE DE CONTENIDO	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE TABLAS	xv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
AVAL DE TRADUCCIÓN	xviii
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	2
2.1. Título de la Propuesta Tecnológica	2
2.2. Tipo de proyecto/alcance	2
2.3. Área del Conocimiento	2
2.4. Sinopsis de la propuesta	3
2.5. Objeto de Estudio y Campo de Acción.....	3
2.5.1. Objeto de Estudio	3
2.5.2. Campo de Acción	3
2.6. Situación Problémica y Problema.....	3
2.6.1. Situación Problémica	3
2.6.2. Problema	4

2.7. Hipótesis o Formulación de Pregunta Científica	4
2.8. Objetivos	4
2.8.1. Objetivo General	4
2.8.2. Objetivos Específicos	4
2.9. Descripción de las Actividades y Tareas Propuestas con los Objetivos Establecidos.....	4
3. MARCO TEÓRICO.....	6
3.1. Antecedentes.....	6
3.2. Cámara de Transformación	7
3.3. Tipos de Transformadores.....	10
3.3.1. Por el Tipo de Núcleo	10
3.3.2. Por el Tipo de Enfriamiento.....	11
3.3.3. Por Numero de Fases	12
3.3.4. Por su Aplicación	12
3.4. Elementos de Protección	13
3.4.1. Seccionadores Fusibles	13
3.5.1.1. Para potencias inferiores a 300 kVA	13
3.5.1.2. Potencias superiores a los 300 kVA	13
3.5.1.3. Seccionadores de alta tensión	14
3.4.2. Pararrayos	14
3.4.3. Interruptor Termomagnéticos.....	15
3.4.4. Fusibles	15
3.5.4.1. Tipo NH:	15
3.5.4.2. Tipo 3NA:	15
3.5. Pasarela Modbus EGX150	15
3.6. Medidores Electrónicos de Energía	16
3.6.1. Medidor de Energía PM5110	17
3.6.2. Mecanismos Indicadores.....	18

3.7.2.1. Instrumentos de magneto permanente y bobina móvil	18
3.7.2.2. Instrumentos electrodinámicos.....	18
3.7.2.3. Instrumentos de hierro móvil	18
3.7. Tipos de Medidores por su Configuración	18
3.7.1. Medidores monofásicos	18
3.7.2. Medidores Trifásicos	19
3.8. Protocolos de Comunicación.....	20
3.8.1. Clasificación de los Protocolos de Comunicación	21
3.8.1.1. Protocolo HART	21
3.8.1.2. Protocolo Modbus RTU.....	21
3.8.1.3. Protocolo PROFINET.....	21
3.8.1.4. Protocolo PROFIBUS.....	22
3.9. Base de Datos	22
3.9.1. Tipos de bases de datos.....	23
3.9.1.1. Según la variabilidad de los datos almacenados	23
3.9.1.2. Según el contenido	23
3.9.1.3. Según el modelo de administración de bases de datos	24
4. METODOLOGÍA	25
4.1. Diseño de la Investigación	25
4.1.1. Tabla de Variables.....	25
4.1.2. Variables en el Sistema de adquisición de datos para la Cámara de Transformación .	25
4.2. Procedimiento de Campo	25
4.3. Procedimiento Experimental	26
4.4. Métodos de Estudio	26
4.4.1. Método Científico.....	26
4.4.2. Método Deductivo	27
4.4.3. Método Cuantitativo	27

4.5. Técnicas.....	28
4.5.1. Instrumentos de medición	28
4.5.2. Determinación de los Transformadores de Corriente.....	28
4.6. Diseño del Sistema de Control para la adquisición de datos.....	28
4.6.1. Procedimiento para el diseño	28
4.6.2. Diseño del tablero de control	29
4.6.3. Especificaciones de los equipos para el diseño del sistema de adquisición de datos... 29	
4.6.4. Gabinete Metálico	30
4.7. Requerimientos del Sistema de Control para la Adquisición de datos	31
4.7.1. Requerimientos Generales	31
4.7.1.1. Puerta de enlace EGX 150	31
4.7.1.2. Medidor de Energía PM5110.....	32
4.7.1.3. Transformadores de Corriente	32
4.7.2. Función de transferencia del sistema de adquisición de datos.....	33
4.7.3. Diagrama de Bloques del Sistema de Control.....	33
4.7.4. Diagrama de flujo	34
4.8. Diseño del Protocolo de Comunicación del Sistema de Adquisición de Datos	35
4.8.1. Conexión de la Puerta de Enlace EGX 150	35
4.8.2. Protocolo de Comunicación RS-485	35
4.8.2.1. Ventajas de RS-485	36
4.8.2.2. Requerimientos de Voltaje.....	36
4.8.3. Desarrollo del Código de Programación del Sistema de Adquisición de Datos	37
4.8.4. Configuración del Analizador de Energía PM5110	37
4.8.5. Configuración de las comunicaciones Ethernet mediante la pantalla	38
4.8.6. Registro de datos	40
4.8.7. Configurar el registro de datos	40
4.9. Circuito de potencia del sistema de adquisición de datos	41

4.9.1. Conexión del Analizador de Energía.....	41
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS	42
5.1. Análisis del Consumo Energético en los Laboratorios	42
5.2. Resultados experimentales del sistema de adquisición de datos	42
5.2.1. Resultados del Voltaje entre Línea-Línea y Neutro	42
5.2.2. Resultados de las Corrientes en cada fase	45
5.2.3. Resultados de las Potencias (Activa, Reactiva y Aparente)	48
5.2.4. Resultados de la Frecuencia	49
6. PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS	53
6.1. Tabla de Presupuesto global del Proyecto por tipo de recurso.....	53
6.1.1. Tabla de Materiales y Suministros (Gastos Directos).....	54
6.1.2. Tabla de Compra y uso de equipos (Gastos Directos).....	54
6.2. Análisis de Impactos.....	55
6.2.1. Impacto Social.....	55
6.2.2. Impacto Tecnológico	55
6.2.3. Impacto Ambiental	55
7. CONCLUSIONES Y RECONMENDACIONES.....	55
7.1. Conclusiones.....	55
7.2. Recomendaciones	56
7.3. Referencias	57
8. ANEXOS	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Transformador acorazado (SHELL), [12].....	10
Figura 2: Transformador de columnas, [12].	11
Figura 3: Pararrayos, [15].	14
Figura 4: Pasarela modbus EGX150, [16].	16
Figura 5: Medidor de energía PM 5110, [18].	18

Figura 6: Conexión de un medidor de tipo monofásico, [17].	19
Figura 7: Conexión de un medidor de tipo trifásico, [17].	19
Figura 8: Conexión de un medidor de tipo trifásico y un neutro, [17].	19
Figura 9: Categorías Fundamentales	25
Figura 10: Partes del Gabinete de Control.	30
Figura 11: Gabinete de Control.	30
Figura 12: Pasarela EGX150, [16].	32
Figura 13: Medidor de energía PM5110, [18].	32
Figura 14: Función de Transferencia.	33
Figura 15: Diagrama de Bloques del Sistema.	33
Figura 16: Arquitectura de la propuesta tecnológica, [16].	35
Figura 17: Configuración del medidor de Energía PM5110 de Schneider Electric, [18].	40
Figura 18: Conexión de entrada del Medidor de Energía PM5110, [18].	41
Figura 19: Resultados de las magnitudes eléctricas	42
Figura 20: Resultados de los Voltajes de Línea-Línea y Neutro.	43
Figura 21: Índice de consumo de voltaje L-N.	43
Figura 22: Índice de consumo de voltaje L1.	44
Figura 23: Índice de consumo de voltaje L2.	44
Figura 24: Índice de consumo de voltaje L3.	45
Figura 25: Resultados de las Corrientes en cada fase.	46
Figura 26: Índice de consumo de Corriente I1.	46
Figura 27: Índice de consumo de Corriente I2.	47
Figura 28: Índice de consumo de Corriente I3.	47
Figura 29: Resultados de las Potencias Activa, Reactiva y Aparente.	48
Figura 30: Índice de consumo de las Potencias.	48
Figura 31: Resultados de la Frecuencia de operación.	49
Figura 32: Índice de valores de Frecuencia.	49
Figura 33: Curvas con los valores de tensión L1 de los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.	50
Figura 34: Curvas con los valores de tensión L2 de los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.	50
Figura 35: Curvas con los valores de tensión L3 de los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.	51

Figura 36: Curvas con los valores de corriente I1 de los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.....	51
Figura 37: Curvas con los valores de corriente I2 de los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.....	51
Figura 38: Curvas con los valores de corriente I2 de los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.....	52
Figura 39: % de magnitud de la tensión	52
Figura 40: % de magnitud de la tensión	54
Figura 41: THD de la tensión.....	53
Figura 42: THD de la tensión.....	54
Figura 43: % de magnitud de la corriente.....	53
Figura 44: % de magnitud de la corriente	54
Figura 45: Programación de la puerta de enlace EGX150 de Schneider Electric, [16].....	84
Figura 46: Programación de la puerta de enlace EGX150 de Schneider Electric (Lista de Dispositivos), [16].....	84
Figura 47: Programación de la puerta de enlace EGX150 de Schneider Electric (Configuración IP), [16].	85
Figura 48: Programación de la puerta de enlace EGX150 de Schneider Electric (Configuración protocolo), [16].	85
Figura 49: Programación de la puerta de enlace EGX150 de Schneider Electric (Control de Servicios Avanzados), [16].	86
Figura 50: Programación de la puerta de enlace EGX150 de Schneider Electric (Estadísticas), [16].....	86
Figura 51: Programación de la puerta de enlace EGX150 de Schneider Electric (Lectura de registros), [16].	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Actividades y Sistema de Tareas en relación a los objetivos planteados.	4
Tabla 2: Variable Independiente y Dependiente	25
Tabla 3: Variables para el sistema de monitoreo y adquisición de datos.	28
Tabla 4: Elementos que conforman el Sistema de Control	31
Tabla 5: Configuración de las comunicaciones Ethernet, [8].	39
Tabla 6: Configuración del registro de datos en el medidor de energía, [18]......	40

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TITULO: “Diseño e Implementación de un sistema de monitoreo y adquisición de datos en la cámara de transformación N°02 para evaluar los índices de consumo de energía eléctrica en la Universidad Técnica de Cotopaxi Campus Matriz, Periodo 2019-2020.”

Autores: Achote Guanotasig Guido José

Pumashunta Guisha Cristian Jorge

RESUMEN

La presente propuesta tecnológica está enfocada en el diseño de un sistema de obtención de datos y la implementación de equipos para el monitoreo y control, cuyo objetivo es obtener datos de los índices del consumo de energía eléctrica, con lo cual se tendrá una base de datos históricos y por ende visualizar los valores de consumo de energía en las jornadas matutina, vespertina y nocturna, en la cámara de transformación, por otro lado, el monitoreo de los índices de consumo de energía beneficiará a la universidad y a los estudiantes ya que se podrá visualizar los datos obtenidos en cualquier lugar por medio de una plataforma virtual.

El sistema de adquisición de datos consta de dos elementos fundamentales como es el medidor de potencia PM5110 el cual permite la medición de valores de magnitudes eléctricas como es potencia, frecuencia y corriente; por otro lado, la pasarela EGX150 permite el enlace con la red ethernet mediante un software de Adquisición de datos y con ello poder mostrar los valores en tiempo real.

Es por esta razón que la implementación del sistema permitirá a los docentes, estudiantes y personal autorizado obtener datos de las magnitudes eléctricas para futuros estudios sean estos de calidad de energía u otros en la cámara de transformación N°02 de la Universidad Técnica de Cotopaxi campus la Matriz, de la Provincia de Cotopaxi.

Finalmente se pudo evidenciar los índices de consumo de los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi mediante el análisis de las magnitudes eléctricas y con ello los datos obtenidos se hizo posteriormente una comparación con otro analizador de redes para determinar los armónicos existentes en la red eléctrica y con ello se podrá ser objeto de análisis en distintos ámbitos de la Ingeniería Eléctrica.

Palabras Clave: Medidor, Pasarela, Control, Adquisición, Transformación, Energía.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

THEME: "Design and implementation of a monitoring and data acquisition system in the transformation chamber N°02 to evaluate the electrical energy consumption indices in the Technical university of Cotopaxi campus Matriz, 2019-2020 period."

Author: Achote Ganotasig Guido Jose

Pumashunta Guisha Cristian Jorge

ABSTRACT

This technological proposal is focused on the design of a procurement system of data and the implementation of equipment for monitoring and control, whose objective is to obtain data on the indices of electric power consumption, which will have a historical database and therefore to visualize the energy consumption values in the morning, evening and night journeys, in the transformation chamber, on the other hand, the monitoring of energy consumption rates benefits to the university and to the students as well since it will be possible to visualize the data obtained in any place through of a virtual platform.

The data adquisition system consists of two fundamental elements such as the PM5110 power meter which allows measurement of electrical magnitude values such as power, frequency and current, on the other hand the EGX150 gateway which allows to link to a server through a web browser and an Ethernet network, besides that to be able to register and display the values in real time.

It is for this reason that the implementation of the system will allow teachers, students and authorized personnel to obtain real-time data on a website, from the electrical quantities for the study of energy quality in the chamber of transformation number two of the Technical University of Cotopaxi campus Matriz, of the Cotopaxi Province.

Finally, it was possible to show the consumption rates of the laboratories of the Technical University of Cotopaxi through the analysis of the electrical quantities and with the selected data a comparison was made with another network analyzer to determine the harmonics affected in the electrical network and with This can be analyzed in different changes in electrical engineering.

Keywords: Meter, Gateway, Control, Current, Frequency, Acquisition, Energy.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen de la tesis al Idioma Inglés presentado por los estudiantes; **ACHOTE GUANOTASIG GUIDO JOSE** y **PUMASHUNTA GUISHA CRISTIAN JORGE**, cuyo título es “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y ADQUISICIÓN DE DATOS EN LA CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN N°2 PARA EVALUAR LOS INDICES DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS MATRÍZ, PERIODO 2019-2020**”, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

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

Latacunga, febrero 2020

Atentamente,



.....
Msc. Vladimir Sandoval
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.I.: 050210421-9

1. INFORMACIÓN GENERAL

Propuesto por:

ACHOTE GUANOTASIG GUIDO JOSE

PUMASHUNTA GUISHA CRISTIAN JORGE

Tema Aprobado:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y ADQUISICIÓN DE DATOS EN LA CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN N°2 PARA EVALUAR LOS INDICES DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS MATRIZ, PERIODO 2019-2020”

Carrera:

Ingeniería Eléctrica

Equipo de Trabajo: Achote Guido, Pumashunta Cristian, Ing. Carlos Pacheco Mena M.Sc

Tutor de la propuesta tecnológica, Asesor Técnico (1)

Ing. Carlos Pacheco Mena M.Sc

Lugar de ejecución: Universidad Técnica de Cotopaxi

Región: Zona 5,

Provincia: Cotopaxi,

Cantón: Latacunga,

Parroquia: Juan Montalvo

Tiempo de duración de la propuesta:

1 AÑO CALENDARIO

Fecha de inicio: Octubre del 2019

Fecha de entrega: Febrero del 2020

Línea de investigación:

Línea 5. Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental.

Sub líneas de investigación de la carrera:

Sub Línea 2. Control y sistemas inteligentes.

Tipo de Propuesta Tecnológica

La propuesta tecnológica está enfocada en la construcción de un Sistema de Monitoreo y adquisición de datos en un Centro de transformación, además de controlar las variables que intervienen en el proceso del proyecto tales como: potencia, voltajes, corrientes, frecuencia; tomando en cuenta que la implementación del proyecto es en beneficio para la Universidad Técnica de Cotopaxi.

2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

2.1. Título de la Propuesta Tecnológica

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y ADQUISICIÓN DE DATOS EN LA CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN N°2 PARA EVALUAR LOS ÍNDICES DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS MATRIZ, PERIODO 2019-2020”.

2.2. Tipo de proyecto/alcance

a) Multipropósito

Este trabajo está destinado para el beneficio de la Universidad Técnica de Cotopaxi, el cual tiene por propósito mejorar los índices de consumo de energía eléctrica en la cámara de transformación, además esta incorpora un sistema de monitoreo y adquisición de datos en tiempo real mediante un software y conexión a internet.

b) Desarrollo

El desarrollo de este proyecto se basa en el ámbito del diseño de un sistema de monitoreo y adquisición de datos en la cámara de transformación, ya que se aplica una serie de variables como son: potencias, voltaje, corriente, frecuencia, etc.; para un determinado control de los índices de energía eléctrica.

2.3. Área del Conocimiento

Ingeniería, industria y construcción

2.4. Sinopsis de la propuesta

El presente proyecto tiene como finalidad el diseño e implementación de un sistema de monitoreo energético y adquisición de datos en el campus "Matriz"; este sistema permitirá a la comunidad de Utecina y en especial a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica, obtener y monitorear los datos de la cámara de transformación con facilidad mediante un Sitio Web para poder visualizar la calidad de energía consumida en los laboratorios, además es un instrumento para la gestión de energía el cual permitirá a los estudiantes realizar estudios de calidad de energía permitiendo el uso racional de recursos energéticos y finalmente se podrá observar mediante una plataforma virtual la cual es amigable para los estudiantes y personal autorizado de los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

2.5. Objeto de Estudio y Campo de Acción

2.5.1. Objeto de Estudio

La Cámara de Transformación N°2 para evaluar los Índices de Consumo de energía eléctrica en la Universidad Técnica de Cotopaxi.

2.5.2. Campo de Acción

La implementación de un sistema de monitoreo y adquisición de datos para observar las mediciones en tiempo real del consumo de energía eléctrica mediante un software virtual.

2.6. Situación Problémica y Problema

2.6.1. Situación Problémica

En los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, los estudiantes realizan con gran dificultad prácticas en la cámara de transformación sin poder comprobar la visualización de magnitudes en el sistema; por ello el avance tecnológico y la implementación de nuevos equipos permite que los estudiantes obtengan un conocimiento óptimo para su formación profesional.

En la actualidad el monitoreo de la energía eléctrica en la cámara de transformación en el campus la matriz no lo realizan y por lo cual solo tienen acceso a esta información el personal técnico y personal autorizado ya que las mediciones se las realiza directamente en la cámara de

transformación ubicada en un lugar muy distante de los Laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

2.6.2. Problema

La inexistencia de equipos modernos y la falta de un sistema de monitoreo y adquisición de datos para la realización de un seguimiento de control y seguridad en la Cámara de Transformación N°02 de los Laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

2.7. Hipótesis o Formulación de Pregunta Científica

¿Con la implementación del Sistema de Monitoreo en la Cámara de Transformación N°02, se mejorará la realización de estudios de calidad de energía y recursos energéticos en los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi?

2.8. Objetivos

2.8.1. Objetivo General

Diseñar e Implementar un Sistema de Monitoreo y Adquisición de datos en la Cámara de Transformación N°2 para la evaluación de índices de consumo de energía eléctrica en la Universidad Técnica de Cotopaxi Campus Matriz, Periodo 2019-2020.

2.8.2. Objetivos Específicos

- Investigar mediante referencias bibliográficas sobre los diferentes sistemas de monitoreo y adquisición de datos para determinar los componentes necesarios que se utilizara en la implementación de dicho sistema.
- Desarrollar el sistema de monitoreo y adquisición de datos en la cámara de transformación N°2, mediante la utilización de un dispositivo de adquisición de datos y un medidor de energía para la visualización de cada una de las magnitudes eléctricas y el consumo de energía.
- Evaluar cada uno de los índices de consumo de energía eléctrica en los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

2.9. Descripción de las Actividades y Tareas Propuestas con los Objetivos Establecidos

Tabla 1: Actividades y Sistema de Tareas en relación a los objetivos planteados.

Objetivos Específicos	Actividades (Tareas)	Resultado de la Actividad	Descripción de la actividad (Técnica e Instrumentos)
<p>Investigar mediante referencias bibliográficas sobre los diferentes sistemas de monitoreo y adquisición de datos para determinar los componentes necesarios que se utilizara en la implementación de dicho sistema.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Recopilar de la información referente al sistema de monitoreo y adquisición de datos en la cámara de transformación. - Describir de cada uno de los equipos necesarios para la implementación del sistema. - Conocer de los distintos tipos de comunicación para la determinación y obtención de datos acerca del consumo energético. 	<p>Diseño de la programación y enlace de los dispositivos para la visualización de los datos.</p>	<p>Investigación Científica</p>
<p>Desarrollar el sistema de monitoreo y adquisición de datos en la cámara de transformación N°2, mediante la utilización de un dispositivo de adquisición de datos y un medidor de energía para la visualización de cada una de las magnitudes eléctricas y el consumo de energía.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Implementar de la estructura para la ubicación de los diferentes elementos dispositivos. - Determinar de las características de los materiales que se van a utilizar. - Especificar de cada uno de los elementos para la implementación en la 	<p>Implementación del tablero de control del sistema de monitoreo de datos.</p>	<p>Investigación de Campo</p>

	cámara de transformación.		
Evaluar cada uno de los índices de consumo de energía eléctrica en los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar del funcionamiento del monitoreo y adquisición de datos en la cámara de transformación. - Desarrollar de un manual de funcionamiento del sistema de adquisición de datos. - Interpretar de cada uno de los índices de consumo energético mediante una visualización gráfica. - Acceder al registro de datos del consumo de energía eléctrica en los laboratorios mediante el diseño de una interfaz accesible con el usuario final. 	Medición y visualización de los datos de las variables eléctricas en tiempo real.	Investigación Experimental

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes

Carlos Armijos menciona que: “Que las cámaras de transformación en general deben ser colocadas o instaladas lo más cerca posible a la red primaria del servicio, en la cual deben ser fácilmente accesibles y también manteniendo las distancias permitidas, manteniendo el acceso

de solo personas autorizadas y calificadas para que puedan hacer el mantenimiento preventivo al equipo instalado” [1].

Según autor del siguiente proyecto menciona que: “La demanda de energía eléctrica en el país, ha ido incrementándose constantemente durante las últimas décadas, ya sea por soluciones con dispositivos que facilitan las funciones diarias o nuevos elementos que permiten la conexión a diferentes medios de información como puede ser en computadoras, se destaca estos consumos ya que en el Ecuador, el sector residencial representa el sector con mayor gasto energético” [2].

El autor del siguiente proyecto dialoga que: “Los sistemas SCADA en la automatización industrial, el prime tipo de SCADA se utilizó en aplicaciones tales como tuberías de gas y líquidos, la transmisión y distribución de energía eléctrica se obtiene en los sistemas de distribución de agua”, en la cual explica que la estructura funcional del sistema de visualización y adquisición de datos está enfocado a la estructura maestro esclavo [3].

La cámara de transformación prácticamente son lugares donde se maneja alta tensión; es por esto que es muy importante su diseño estructural y de seguridad para evitar que exista accidentes en estos lugares, donde normalmente solo gente autorizada y capacitada técnicamente puede ingresar.

Según la Gabriela Carrillo dialoga que: “El análisis y obtención de los medidores de estado sólido S4 del centro de transformación de la empresa eléctrica de Ambato no se a desarrollado con anterioridad tanto en la misma empresa como en la Universidad, en la cual no se cuenta con información muy importante sobre el desarrollo me técnicas y métodos para su obtención y procesamiento” [4].

3.2. Cámara de Transformación

Una cámara de transformación está compuesta por diversos elementos como es: el Transformador, Equipos de Protección instalados en el interior o dentro de una edificación creada para dicho fin. La cámara de transformación es el núcleo de un sistema eléctrico, el cual debe ser perfectamente diseñado, para de esta manera realizar una correcta distribución de energía al sistema.

A continuación, se especifican cada uno de los dispositivos que conforman la cámara de transformación, teniendo muy en cuenta sus detalles técnicos, las cuales deben satisfacer las necesidades del sistema de monitoreo y adquisición de datos [5].

Los elementos principales que intervienen en la Cámara de Transformación son los siguientes:

a. Transformador

- Monofásicos

Un transformador monofásico es aquel que posee una sola fase y un neutro, además este transformador es únicamente de 110 voltios. Este transformador es un sistema de consumo de energía eléctrica formado por una corriente alterna y son utilizados para iluminación y pequeños motores [6].

- Trifásicos

Este transformador trifásico es aquel que tiene tres fases y un neutro. En la cual tiene tres fases de 110 voltios que combinado se obtiene 360 voltios [6].

b. Elementos de protección

- Los Pararrayos

Los pararrayos es un dispositivo de protección contra descargas atmosféricas cuyo objetivo es atraer y canalizar al rayo hacia la tierra a través de los conductores y pueden ser colocados en diferentes lugares [7].

- Seccionadores o Fusible

Los seccionadores y los fusibles son dispositivos de operación sin carga, que sirve para aislar partes de la red. En los sistemas de distribución son los más utilizados como elementos de protección y además son de bajo costo. También deben ser suficientemente robustos para soportar la corriente máxima en condiciones normales [8].

c. En el secundario del transformador intervienen los siguientes elementos

- Los Interruptores Termo magnéticos

Actúan por un porcentaje por arriba de la corriente nominal en la cual puede ser por acción térmica o por una acción de una sobrecarga de varias veces la corriente nominal por la acción magnética [9].

- Fusibles tipo NH

Son utilizados especialmente en plantas industriales y redes de distribución.

d. Los Equipos de medición que se utilizan en la Cámara de Transformación

➤ Contadores de energía

Un contador de energía es un dispositivo que es capaz de medir el consumo de energía eléctrica, facilitando la lectura del consumo y otras operaciones a distancia. Además, es un aparato que contabiliza la energía en las líneas y redes de corriente alterna, ya puede ser monofásica o trifásica.

➤ Transformador de corriente

Un transformador de corriente es aquel encargado de reproducir en un circuito secundario la corriente, que pasa por un circuito primario en una proporción definida y prácticamente conservando esencialmente la relación de fase. También este tipo de transformador son los más utilizados en la industria ya que permite medir o a la vez controlar altas corrientes [10].

➤ Transformador de potencia

El transformador son aparatos eléctricos estáticos y que no tienen partes móviles, que cambia la potencia eléctrica alterna de un nivel de voltaje a otro nivel de voltaje mediante la acción del campo magnético.

Los transformadores de potencia son utilizados en los sistemas eléctricos para transportar energía entre circuitos y trabaja con inducción electromagnética, también son escogidos en base a su aplicación y su diseño, comúnmente los transformadores más utilizados son para la operación *step-up* (elevación) que son usados principalmente en el generador, y los de operación *step-down* (reducción) son utilizados prácticamente para alimentar a los circuitos de distribución y normalmente los transformadores de potencia son más de 500 kVA.

➤ Amperímetro

Es un instrumento que está diseñado para medir y presentar en forma digital la corriente eléctrica de cualquier aparato, además el amperímetro puede ser utilizado tanto en corriente alterna como corriente continua [11].

➤ Multímetro

Un multímetro es un aparato de medida que ofrece la posibilidad de medir distintos aspectos eléctricos y también magnitudes del mismo aparato. Las principales mediciones que ofrece son: voltímetro, amperímetro y óhmetro. Es utilizado constantemente por técnicos en toda el área de electricidad [11].

3.3. Tipos de Transformadores

Los transformadores se clasifican por diferentes puntos de vista y son los siguientes:

3.3.1. Por el Tipo de Núcleo

- a. **Acorazado (Shell):** Tiene como particularidad que el núcleo es el que envuelve a las bobinas [12].

En la figura 1 se puede observar un tipo de transformador acorazado (SHELL).

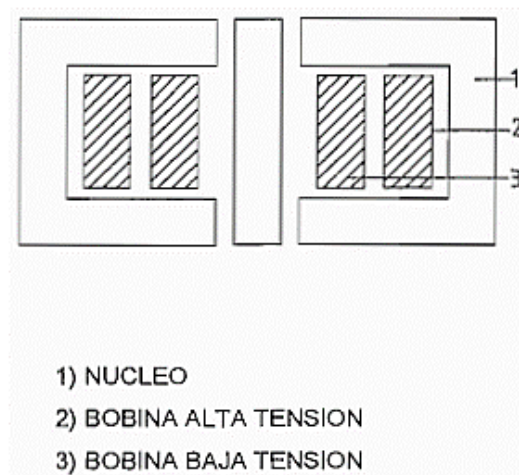


Figura 1: Transformador acorazado (SHELL), [12].

1. Ventajas de este tipo de diseño:
 - Tiene alta resistencia mecánica
 - Tiene baja impedancia
 - Tiene la facilidad de transportar grandes potencias
 - Tiene mejor regulación
2. Desventajas de este tipo de diseño:
 - Tiene costo inicial
 - Tiene Costo de representación

- b. De Columnas:** Es donde las bobinas envuelven al núcleo y se utiliza prácticamente en baja y mediana potencia donde representa en la figura 2.

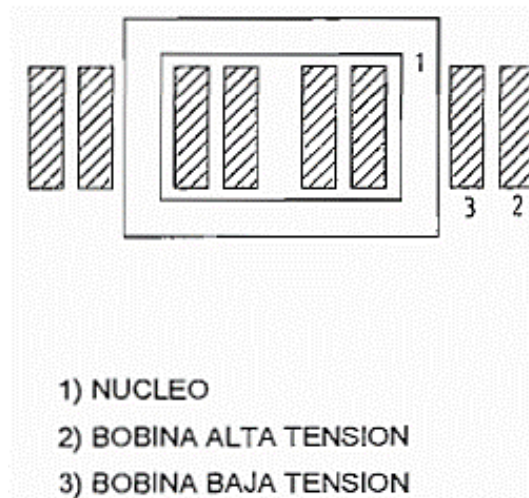


Figura 2: Transformador de columnas, [12].

Ventajas

- Tiene menor costo
- La impedancia es mayor

Desventajas

- La resistencia mecánica es menor
- La regulación es menor

3.3.2. Por el Tipo de Enfriamiento

- OA (Enfriamiento natural)

Son transformadores sumergibles en aceite con enfriamiento natural, en la cual estos transformadores, el aceite circula por convección natural en el interior de un tanque en la que tiene paredes lisas o también son corrugadas. Y también son para transformadores de más de 50 KVA con voltajes superiores a 15KV [13].

- OA/FA (Enfriamiento con aire forzado)

Estos transformadores son sumergibles en líquido aislante, ya puede ser con enfriamiento propio o por enfriamiento por aire forzado, esencialmente es un transformador que tienen

ventiladores para poder aumentar la capacidad de disipación de calor en las superficies de enfriamiento [13].

- AA (Tipo seco, con enfriamiento seco)

Son transformadores tipo seco con enfriamiento propio, en la cual no contienen aceite ni otros líquidos a el enfriamiento, el aire también puede ser un medio aislante que rodea el núcleo y las bobinas, además son construidos con capacidades inferiores a 2,000 KVA y un voltajes menores de 15 Kv [13].

- AFA (Tipo seco, con enfriamiento por aire forzado)

Estos transformadores son empleados para aumentar la potencia disponible a los tipo AA “seco con enfriamiento seco” [13].

3.3.3. Por número de fases

Para los sistemas de potencia en transformadores monofásicos tiende a desaparecer, por su alto costo y área de instalación, mientras que los diseños modernos de los transformadores trifásicos han obtenido mayor confiabilidad en el mercado.

- Monofásico
- Trifásico

3.3.4. Por su Aplicación

- Reductor

Son transformadores encargados de reducir las magnitudes de voltaje y corriente ya puede ser de alta a baja tensión.

- Elevador

Son transformadores encargados de elevar las magnitudes de voltaje y corriente ya sea de baja a alta tensión.

3.4. Elementos de Protección

Los elementos principales para proteger la cámara de transformación son los cables de conexión simultáneamente con el transformador.

Las fallas externas más elementales son:

- Cortocircuito

Ocurren cuando existe falta de protecciones en el transformador lo que en consecuencia ocasiona un cortocircuito en la que dañan internamente al equipo.

- Sobrecargas

Cuando el transformador falla debido a los siguientes aspectos, debido cuando el papel aislante de la bobina es quebradizo,

- Sobre tensiones por fallas atmosféricas

Se debe tener muy en cuenta al escoger los pararrayos para la protección de los equipos contra los sobre voltajes provocados por los rayos, los cuales son las fallas más peligrosas que puede causar a los transformadores.

3.4.1. Seccionadores Fusibles

Los seccionadores son dispositivos que permiten la desconexión del transformador de la línea de alimentación, con el afán de dar un mantenimiento; como puede ser el cambio de elementos, limpieza, medición, etc., en la cámara de transformación [5].

3.5.1.1. Para potencias inferiores a 300 kVA

- Se utilizan seccionadores porta fusibles
- La operación siempre debe ser hecha en vacío
- Es muy utilizado por abrir corrientes en corto circuito

3.5.1.2. Potencias superiores a los 300 kVA

- Se utilizan seccionadores de potencia tripolares operado
- Se utilizan en operación bajo carga con fusibles adosados

3.5.1.3. Seccionadores de alta tensión

Para estos seccionadores se utilizan comúnmente en alta tensión y son los siguientes.

- Seccionador de cuchilla giratoria

Estos seccionadores giran horizontalmente al entorno de un eje que suele ser el propio aislador. Este tipo de seccionador está constituido por dos aisladores que hacen de soporte de las cuchillas y un eje entorno [14].

- Seccionador de cuchilla deslizante

Estos seccionadores se mueven longitudinalmente y poseen tres aisladores de soporte [14].

3.4.2. Pararrayos

El pararrayos tiene como función en dirigir cualquier descarga eléctrica hacia el suelo evitando así que exista peligro que caiga sobre algún objeto o persona.

Los pararrayos deben cumplir las siguientes características:

- El pararrayos prácticamente se presenta en alta impedancia con voltajes normales y por otro lado las bajas impedancias trabajan en circunstancias de sobretensión.
- Los pararrayos se encargan de conducir la corriente de descarga o sobretensión hacia el suelo sin alterar el funcionamiento de la red [15].

En la siguiente figura 3 se representa pararrayos que se utilizaran en la actualidad y es de tipo, clase “polimérico, oxido, metálico”.

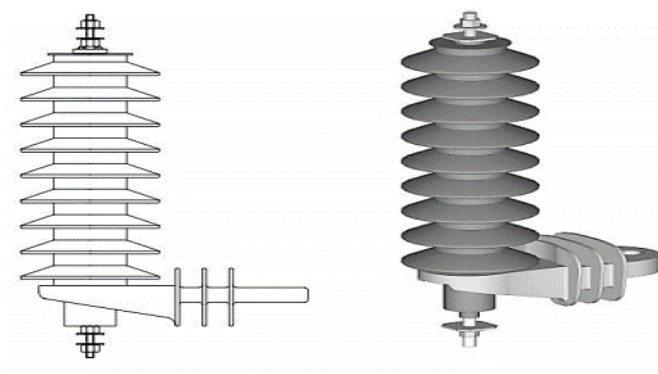


Figura 3: Pararrayos, [15].

3.4.3. Interruptor Termomagnéticos

Interruptores termomagnéticos son dispositivos que consiente en interrumpir la corriente eléctrica de un sistema de manera automática y su utilidad es muy importante para la protección de los aparatos e instalaciones eléctricas.

Los interruptores termo magnéticos deben basarse en las normas ASTM (Norma Americana) y cumplir con las siguientes características:

- Numero de polos: 1, 2 o 3 polos
- Corriente nominal: De acuerdo al proveedor
- Tensión nominal: 110 V-240 V
- Terminales para conductor: 1/0 a 250 MCM

3.4.4. Fusibles

Los fusibles los utilizados como elementos para proteger circuitos, capacitores, transformadores y cualquier otro dispositivo de manera segura.

Para fusibles de baja tensión en los transformadores secundarios tipo convencional son importantes ya que sirve como protección contra sobrecargas de las cuales existen dos tipos de fusibles basadas en la norma VDE (Norma Alemana):

3.5.4.1. Tipo NH:

Son utilizados prácticamente en plantas industriales y redes de distribución y consiste en interrumpir la corriente de cortocircuito en un lapso de tiempo para proteger maquinarias y líneas eléctricas.

3.5.4.2. Tipo 3NA:

Son utilizados para circuitos secundarios subterráneos y protegen contra sobrecorriente que se originan con incrementos de temperatura.

3.5. Pasarela Modbus EGX150

El EGX150 es un dispositivo que es basado en Ethernet que abastece una interfaz clara entre redes Ethernet y dispositivo que pueden ser instalados por el consumidor. Entre los dispositivos que puede ser instalado por el consumidor pueden ser como medidores, relés, PLC y otros

dispositivos que se comunican mediante protocolos Modbus, JBUS [16].

El EGX150 es una pasarela de Ethernet para registrar y observar datos históricos en tiempo real y, por otro lado, también recoge información de magnitudes eléctricas de hasta 64 dispositivos conectados en serie.

Una de las principales características es que permite crear páginas personalizadas para poder ampliar la información de equipos de medida del sistema eléctrico e incorporar información.

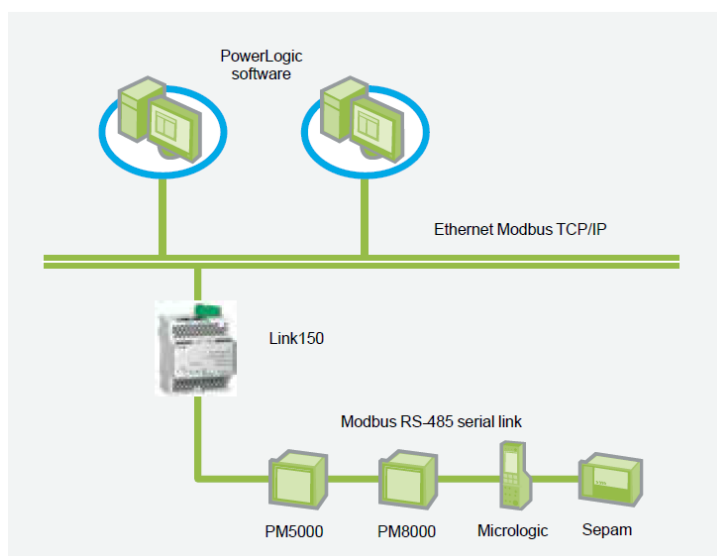


Figura 4: Pasarela modbus EGX150, [16].

3.6. Medidores Electrónicos de Energía

Un sistema de medición de parámetros eléctricos es capaz de registrar todas las variables eléctricas, que en un determinado tiempo proporcionen información para establecer el comportamiento de un sistema de potencia.

El contar con un sistema de medición permanente lleva a los usuarios tarde o temprano a lograr mejoras en el sistema eléctrico y a la obtención de ahorros de energía sustentados en una base real de comparación [17].

Un sistema de medición de consumo de energía eléctrica es un contador el cual permite conocer los índices de consumo de las magnitudes eléctricas en una determinada vivienda, empresa industrial o empresas de distribución permitiendo al consumidor mejorar la distribución de cargas en el día permitiendo ahorros de energía.

En la actualidad existen diversos medidores electromecánicos y electrónicos. En los cuales los medidores de energía electromecánicos utilizan bobinados tanto para corriente y bobinados para

la tensión para crear corrientes parasitas las cuales en un disco que bajo la influencia de los campos electromagnéticos causando un giro las cuales hacen mover a la aguja de la caratula.

Los medidores eléctricos son de aproximadamente 600 voltios y las corrientes máximas pueden variar hasta 20 amperios. Cuando las tensiones ya las corrientes exceden los límites se demandan de transformadores de corriente y de tensión. Se utilizan factores de conversión para calcular el consumo en dichos casos [17].

Con la variedad de los equipos de medición existentes en la actualidad, el usuario tiene la facilidad de obtener un medidor o contador de energía de acorde a la necesidad del mismo para mejorar el consumo de su vivienda o industria dado que para los diferentes medidores ya sea electromecánicos o electrónicos se necesitan equipos para completar el sistema de monitoreo y adquisición de datos. Existe una clasificación de los medidores en los cuales varían por sus características.

3.6.1. Medidor de Energía PM5110

El medidor de potencia PowerLogic™ PM5000 es el ajuste ideal para aplicaciones de administración de costos. Proporciona las capacidades de medición necesarias para asignar el uso de energía, realizar mediciones de inquilinos y subfacturación, ahorrar energía, optimizar la eficiencia y la utilización del equipo, y realizar una evaluación de alto nivel de la calidad de la energía de la red eléctrica.

En una sola unidad de 96 x 96 mm, con una pantalla gráfica, las tres fases, neutral y tierra, pueden monitorearse simultáneamente, la pantalla brillante y antideslumbrante presenta caracteres grandes y una potente retroiluminación para una fácil lectura incluso en condiciones de iluminación extrema y ángulos de visión.

Menús fáciles de entender, texto en 8 idiomas, iconos y gráficos seleccionables crean un ambiente amigable para aprender sobre su red eléctrica y dispositivos de alta precisión con certificaciones de facturación global.



Figura 5: Medidor de energía PM 5110, [18].

3.6.2. Mecanismos Indicadores

3.7.2.1. Instrumentos de magneto permanente y bobina móvil.

Utilizan una bobina que termina en un par de resortes antagonicos en espiral, a través de los cuales circula la corriente a medir, en la cual la bobina está dentro del campo magnético casi homogéneo que se produce un imán permanente y se desplaza con un movimiento giratorio.

3.7.2.2. Instrumentos electrodinámicos

El instrumento electrodinámico es casi similar al sistema DArsonval (instrumento que se usa para detectar y medir la corriente eléctrica) pero en lo cual cambia en la utilización de un imán permanente posee una bobina móvil que gira en el campo que la rodea.

3.7.2.3. Instrumentos de hierro móvil

Este tipo de instrumento son los más empleados a las frecuencias de la red los cuales operan por medio de la corriente en la bobina, la cual rodea dos aletas magnéticas, una fija y otra que es movible de modo que aumente el espaciamiento entre ellas.

3.7. Tipos de Medidores por su Configuración

3.7.1. Medidores monofásicos

Son contadores los cuales están diseñados de forma monofásica de 2 hilos en los cuales un hilo es destinado para fase y el otro hilo es destinado para neutro y el cual calcula los parámetros eléctricos del sistema como se indica en la figura 6.

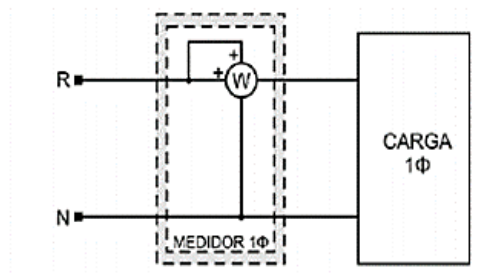


Figura 6: Conexión de un medidor de tipo monofásico, [17].

3.7.2. Medidores Trifásicos

Estos medidores hacen referencia a las líneas trifásicas los cuales son diseñados para el cálculo del consumo de los parámetros eléctricos en un sistema de distribución trifásica, los cuales pueden ser de tres hilos, dos hilos destinados para fase y un hilo para neutro como se muestra en la figura 7.

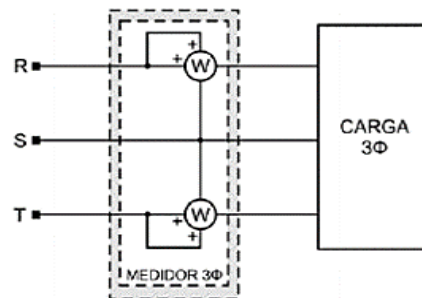


Figura 7: Conexión de un medidor de tipo trifásico, [17].

En cambio, el de cuatro hilos; los tres hilos son destinados para fases y un hilo para neutro como se muestra en la figura 8.

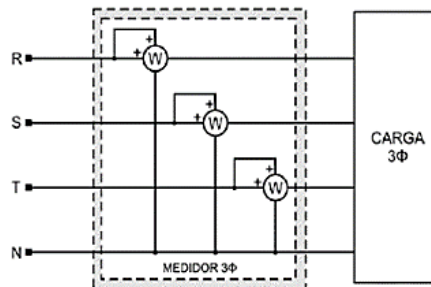


Figura 8: Conexión de un medidor de tipo trifásico y un neutro, [17].

3.8. Protocolos de Comunicación

Los protocolos de comunicación para redes de comunicación industrial son un tipo de estandarización que cada vez está exigiendo más a nivel empresarial.

Según el autor específica que “El protocolo de comunicación es un conjunto de regla y convenciones que permiten la transferencia el intercambio de datos entre los distintos dispositivos que conforman una red. Estos han tenido un proceso de evolución gradual a medida que la tecnología ha avanzado y muy especial en lo que se refiere a los microprocesadores” [19].

Muchas veces se ha escuchado la palabra protocolo, pero no está claro cuál es el protocolo de comunicación industrial los cuales son un conjunto de reglas las cuales permiten las interferencias e intercambios de datos entre varios dispositivos los cuales forman parte de una red.

Un número importante de empresas en nuestro país presentan las existencias de islas automatizadas (células de trabajo sin comunicación entre sí), siendo en estos casos las redes y los protocolos de comunicación industrial indispensables para realizar un enlace entre las distintas etapas que conforman el proceso, la irrupción de los microprocesadores en la industria ha posibilitado su integración.

A medida que la tecnología va avanzando estos van teniendo un proceso de evolución, las comunicaciones a este nivel deben de poseer una característica particular para responder a las necesidades de intercomunicación en tiempo real. Los protocolos que se usan en la industria provienen de la evolución de los antiguos basado en comunicaciones serie, de la creación de nuevos estándares basados en nuevas tecnologías, la evolución de los antiguos protocolos se pueden citar Modbus/TCP, profinet, entre otros [20].

En la actualidad la utilización de los protocolos de comunicación en los equipos viene formando en su mayoría una parte fundamental del sistema eléctrico, ya que gracias a estos se puede optimizar el sistema eléctrico u otros sistemas y al contar con la información se puede tomar mejores decisiones.

3.8.1. Clasificación de los Protocolos de Comunicación

En la actualidad la integración digital de los instrumentos con los sistemas de control queda implantada definitivamente como una oportunidad de campo pudiendo aprovechar toda la potencialidad de los microprocesadores desde el punto de vista de configuración de los buses de campo.

Uno de las principales funciones del Ethernet/IP es que se utilizan todas sus herramientas y tecnologías tradicionales, como son los protocolos de transporte TCP, IP y las tecnologías de acceso y señalización de medios que se encuentran dentro de la interfaz Ethernet.

3.8.1.1. Protocolo HART

El protocolo Hart permite un soporte de hasta 256 variables, los transmisores pueden conectarse entre sí a través de un bus y comunicarse con 15 aparatos entre ellos los ordenadores, PLC's entre otros.

3.8.1.2. Protocolo Modbus RTU

Es una estructura de mensajería creada por Modicon, este producto se usa para establecer una comunicación que enlaza al cliente y servidor en los dispositivos entre los cuales permiten a los dispositivos industriales como PLC's, PC's, Drivers para motores entre otros; permitiendo el control de una red de comunicación de resultados a una PC de supervisión con una unidad remota RTU, en sistemas de supervisión de adquisición de datos.

3.8.1.3. Protocolo PROFINET

Este protocolo está basado en Ethernet industrial, TCP/IP y algunos estándares de comunicación pertenecientes al mundo TI. Entre sus características se destaca que es Ethernet en tiempo real, donde los dispositivos que se comunican por el bus de campo acuerdan cooperar el procesamiento de solicitudes que se realizan dentro del bus de comunicaciones.

Entre ellos encontramos:

✓ **Profinet/CBA**

Este protocolo está asociado a las aplicaciones de automatización la cual está distribuida en entornos industriales.

✓ **Profinet/DCP**

Este protocolo está basado en la capa de enlace, el cual se utiliza para la configuración de nombres de los dispositivos y otorgándoles una IP.

✓ **Profinet/IO**

Este protocolo se utiliza para la intercomunicación en las periferias descentralizadas

✓ **Profinet/MRP**

Protocolo utilizado para la redundancia de medios. Este protocolo posibilita la restauración de las redes en caso de sufrir un fallo cuando la red posee una tipología en anillo.

✓ **Profinet/MRRT**

Su objetivo es dar soluciones a la redundancia de medios.

✓ **Profinet/PTCP**

Protocolo de control de precisión de tiempo basado en la capa de enlace, para sincronizar señales de reloj/tiempo en varios PLC's.

✓ **Profinet/RT**

Permite la transferencia de los datos en tiempo real

3.8.1.4. Protocolo PROFIBUS

Es un estándar de red de campo abierto e independiente de proveedores en donde la interfaz permite una amplia aplicaciones procesos, fabricación y automatización en tiempo real.

3.9. Base de Datos

Una base de datos o banco de datos es un conjunto de datos pertenecientes a un mixto contexto y almacenamientos sistemáticamente para su posterío uso.

En la actualidad existe diversos programas a los cuales los denominan gestores de base datos, abrigado SGBD, que permita almacenar y posteriormente acceder a los datos de forma rápida y estructurada. Las propiedades de estos SGBD, así como su utilización y administración, se estudian dentro del ámbito de la informática [21].

En la actualidad el contar con una base de datos es importante ya que gracias a ello se puede realizar un pronóstico a futuro y un estudio respectivo con los datos históricos en la toma de las mejores decisiones.

3.9.1. Tipos de bases de datos

3.9.1.1. Según la variabilidad de los datos almacenados

- **Base de datos estáticas**

Según los autores Ildefonso Grande y Elena Abascal mencionan que si una base de datos se compra a un tercero sin acordar la actualización de la información, la base de datos es estáticas [22].

Una base de datos es estática cuando los datos almacenados en la misma solo sirven para la lectura en la cual se puede guardar, pero sin modificarlos.

- **Base datos dinámicas**

Según los autores Ildefonso Grande y Elena Abascal mencionan que si una empresa crea su propia base de datos esta fuente de información es dinámica [22].

Una base de datos es dinámica cuando a su contenido en la base de datos puede ser actualizada o consultada en periodos de tiempo ya que estas bases de datos son las más utilizadas en las empresas.

3.9.1.2. Según el contenido

- **Base de datos bibliográficas**

El autor Naresh Malhotra en su libro especifica que la base de datos bibliográfica se compone de citas de artículos en diarios, revistas, estudios de investigación de

mercados, informes técnicos, documentos gubernamentales y similares, en los cuales suelen proporcionarse resúmenes o extractos del material citado [23].

- **Base de datos de texto completo**

Según el autor Naresh Malhotra menciona que una base de datos de texto completo contiene el texto completo de los documentos de fuentes secundarias y abarcan la base de datos [23].

- **Directorios**

Las bases de datos directorios son las que proporcionan información acerca de los individuos, organizaciones y servicios [23].

3.9.1.3. Según el modelo de administración de bases de datos

- **Base de datos jerárquicas**

Según Marcela en su artículo menciona que Las bases de datos jerárquicas indican su información de una forma jerárquica la cual es parecida a un árbol, en las cuales son utilizadas en el caso aplicaciones que manejen un gran volumen de información y datos muy compartidos permitiendo crear estructuras estables y de gran rendimiento [24].

La base de datos jerárquica es utilizada en las empresas ya que las mismas cuentan con un gran tamaño de información y es la más recomendable para la creación de su base de datos.

- **Base de datos de red**

Este es un modelo ligeramente distinto del jerárquico ya que permite que un mismo nodo tenga varios padres es uno de los beneficios de la base de datos jerárquica [24].

- **Base datos relacional**

En este modelo, el lugar y la información que se almacena los datos no tiene relevancia a diferencia de otros modelos, esto tiene la considerable ventaja de que es más fácil de entender y utilizar por un usuario esporádico de la base de datos [24].

- **Base de datos documentales.**

En este último grupo cada registro se corresponde con un documento sea este de cualquier tipo ya sea una publicación impresa, un documento audio visual, gráfico o sonoro, un documento de archivo, un documento electrónico [24].

4. METODOLOGÍA

4.1. Diseño de la Investigación

Para la presente propuesta tecnológica se utilizó un enfoque de tipo descriptivo, con investigación de campo y experimental para el desarrollo de la misma y posterior sustentación, existe un sin número de variables a tratar; pero solo se discutirá las tres más importantes, las cuales son: Voltaje, Corriente, Potencia.

4.1.1. Tabla de Variables

Tabla 2: Variable Independiente y Dependiente

Variable Independiente	Variable Dependiente
Sistema de monitoreo y adquisición de datos en la Cámara de Transformación N°2.	Índices de Consumo de Energía Eléctrica en la Universidad Técnica de Cotopaxi

4.1.2. Variables en el Sistema de adquisición de datos para la Cámara de Transformación

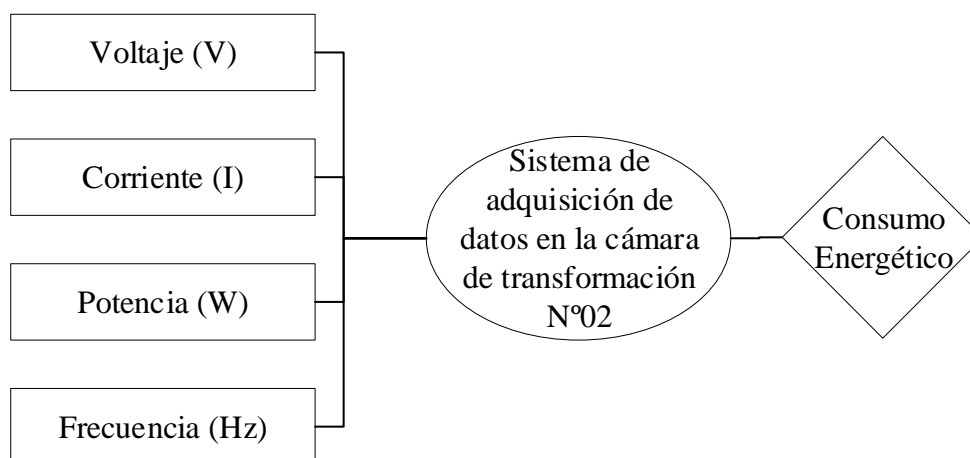


Figura 9: Categorías Fundamentales

4.2. Procedimiento de Campo

En la elaboración de la propuesta tecnológica se utilizó una investigación de campo para conocer antecedentes de funcionamiento de distintos sistemas de adquisición de datos de variables relacionadas con la energía eléctrica, las características y procesos para el diseño e implementación del sistema en la cámara de transformación N°02; y así obtener el índice de consumo de energía en los laboratorios de la Universidad técnica de Cotopaxi.

Por otro lado, se investigará cada uno de los equipos a utilizar en la propuesta tecnológica, datos de fabricantes y comercializadores, aspectos técnicos importantes tales como: precios, protecciones de los equipos y materiales que van a ser incorporados.

Adicionalmente, el trabajo de investigación realizado utilizó estudios relacionados al ámbito comercial, por cuanto se ha establecido varias relaciones de variables de manera simple, tales como:

- Relación existente entre el diseño de elementos y los instrumentos que van a ser incorporados en el sistema de adquisición de datos para la cámara de transformación.
- Relación existente entre costos, beneficios, localización y la evaluación financiera.

4.3. Procedimiento Experimental

Según Van Dalen D, en su libro *“Estrategia de la investigación experimental”*, hace referencia que la investigación experimental consiste en la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o porque causa se produce una situación o acontecimiento en particular [25].

Mediante este procedimiento se procede a la descripción y pasos para la toma de decisiones en la propuesta tecnológica, además se detallará cada uno de los equipos y materiales a utilizar, instrumentos de medición y sus características y así estimar cada una de las magnitudes a medir.

4.4. Métodos de Estudio

Según Garza Ario en su libro *“Manual de técnicas de investigación para estudiantes”*, donde define a los métodos de estudio como cualquier procedimiento que aplica cierto orden racional o cierta pauta sistemática a distintos objetos [26].

A continuación, se detalla cada una de ellas:

4.4.1. Método Científico

Según Ruiz Ramón en su artículo *“El método científico y sus etapas”*, donde dice que el método científico es el procedimiento planteado que se sigue en la investigación para descubrir las formas de existencia de los procesos objetivos, para generalizar y profundizar los conocimientos así adquiridos y llegar a demostrarlos con rigor racional y con ello comprobarlos en el experimento y con las técnicas de su aplicación [27].

En el desarrollo de la tesis se va aplicar el método científico mediante un conjunto de pasos ordenados que se emplean en la obtención de un nuevo conocimiento y así llegar a un resultado determinado.

4.4.2. Método Deductivo

Según Gómez Miguel, en su libro **“Investigación, escritura y publicación”**, menciona que el método deductivo va de un razonamiento general a uno particular, del principio a la consecuencia; infiere una conclusión a partir de una premisa de un principio o de una ley [28].

La propuesta tecnológica plantea que en los laboratorios no existen equipos para la medición del consumo de energía, es por ello que se optó por la implementación de un sistema de adquisición de datos para tener un registro e índices de las variables a medir, además se nos facilitó la evaluación de estudios técnicos, las características técnicas de los equipos a utilizar, los precios, la infraestructura donde se va a implementar y recursos humanos, comerciales.

4.4.3. Método Cuantitativo

Según Ñaupás Humberto en su libro **“Metodología de la Investigación Cuantitativa-Cualitativa y Redacción”**, donde habla del enfoque cuantitativo que se caracteriza por utilizar métodos y técnicas cuantitativas y por ende tiene que ver con la medición, el uso de magnitudes, la observación y medición de las unidades de análisis, por otro lado utiliza la recolección de datos y el análisis de los mismos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis formuladas previamente [29].

Mediante el método cuantitativo se usará la recolección de datos para probar la hipótesis, con base en la medición numérica y análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.

En la implementación de la tesis se evaluaría índices de consumo energético, y se pretende tabular los datos mediante un registro histórico en tiempo real mediante la web y con ello realizar estudios posteriores de calidad de energía.

4.5. Técnicas

4.5.1. Instrumentos de medición

Los instrumentos utilizados para la medición de las diferentes magnitudes del Sistema adquisición de datos y monitoreo son los siguientes:

- Analizador de energía PM 5110 – Schneider Electric
- Transformadores de corriente.
- Pasarela EGX 150 – Schneider Electric.

Tabla 3: Variables para el sistema de monitoreo y adquisición de datos.

Variables	Dimensión	Instrumento
Voltaje	Voltaje (V)	Analizador de Energía
Corriente	Amperios (A)	Analizador de Energía
Potencia	Vatios (W)	Analizador de Energía
Frecuencia	Hertz (Hz)	Analizador de Energía

4.5.2. Determinación de los Transformadores de Corriente

Para determinar los transformadores de corriente necesarios se tuvo en consideración el valor de corriente a la salida del transformador N°02, para lo cual se determinó mediante catálogos (Ver **Anexo I**) los TC's y por ende para la conexión al medidor de energía PM5110.

4.6. Diseño del Sistema de Control para la adquisición de datos

4.6.1. Procedimiento para el diseño

Para la obtención y monitoreo de datos en esta propuesta tecnológica se empleó la técnica de observación de tipo experimental, la misma que se determina para la recolección de las variables que actúan en el sistema y mediante un software se desarrolló una interfaz para el

monitoreo de los índices de consumo de energía eléctrica en los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Seguidamente se instalará un tablero de control en donde se alojarán los equipos y materiales necesarios para el sistema de adquisición y monitoreo de datos de los laboratorios en la Universidad.

Finalmente se desarrolló una interfaz donde se describe cada uno de los consumos de las variables a medir, como son el voltaje, la corriente y las distintas potencias para la determinación del consumo energético en la cámara de transformación.

4.6.2. Diseño del tablero de control

El diseño se lo va a realizar mediante un software de dibujo asistido por computadora, el cual permite modelar en tres dimensiones cualquier tipo de pieza o elemento que se requiera para la construcción del tablero de control del sistema de adquisición de datos y monitoreo.

4.6.3. Especificaciones de los equipos para el diseño del sistema de adquisición de datos.

El módulo consta de tres equipos principales, como son el medidor de energía PM5110, la pasarela EGX150 y los transformadores de corriente; también hay que recalcar que dentro de las especificaciones del módulo están los protocolos de comunicación TCP/IP y el protocolo RS-485.

El tablero de control tendrá las siguientes medidas: ancho 60 cm, alto 60 cm y espesor de 20 cm; así mismo constará de un riel DIN, la cual permite alojar los equipos de forma ordenada y respetando la norma.

La pasarela será previamente programada para la obtención de la información del medidor de energía PM5110, permitiendo así ser utilizadas para la interpretación y posterior análisis y con ello validar la fiabilidad consumo energético de cada una de las variables que conforman el sistema de adquisición y monitoreo de la cámara de transformación N°02 de los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

4.6.4. Gabinete Metálico

En el gabinete metálico se va alojar todas las conexiones del sistema de control, así como también el analizador de energía y la pasarela EGX150, etc.; este gabinete se lo puede adquirir en cualquier local de equipos eléctricos, a un bajo costo.

En la figura 10 se puede observar el desglose del tablero de control con sus respectivos elementos que lo constituyen y que también se puede visualizar los planos en el (Anexo VIII).

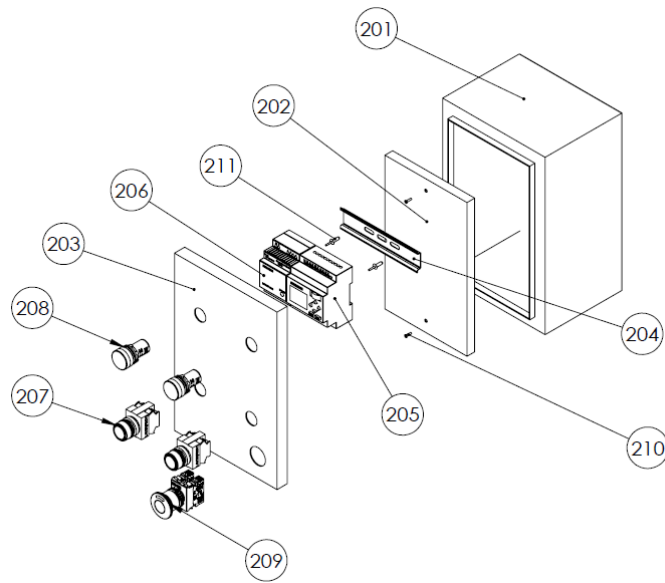


Figura 10: Partes del Gabinete de Control.

En la figura 11 se puede observar el tablero concluido con todos los elementos del sistema de adquisición de datos.

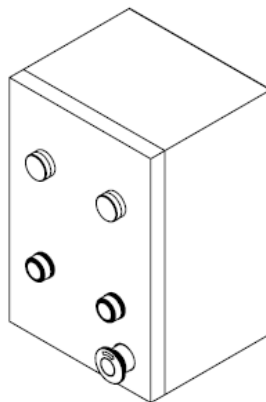


Figura 11: Gabinete de Control.

En la tabla 4 se describe los elementos que constituyen el tablero de control con su respectiva numeración.

Tabla 4: Elementos que conforman el Sistema de Control

Nº- Elemento	Denominación
201	Estructura Gabinete Metálico
202	Placa Doble Fondo Gabinete
203	Puerta Gabinete Metálico
204	Riel DIN 35mm x 7.5mm
205	Pasarela EGX150
206	Módulo de Alimentación 110V AC/24V DC
207	Medidor de energía PM5110
208	Luces Piloto Verde/Roja
209	Paro de Emergencia
210	Tornillos 2x6 mm
211	Remaches 2x4 mm

4.7. Requerimientos del Sistema de Control para la Adquisición de datos

4.7.1. Requerimientos Generales

El sistema requiere de un medidor de energía que se detallará a continuación; el cual funcionará como el elemento fundamental en el sistema de adquisición de datos, además de esto el medidor de energía deberá funcionar con un voltaje de 110V AC.

Por otro lado, se utiliza transformadores de corriente a la salida del transformador N°02, para la reducción de la corriente que ingresa al medidor de energía, siendo esto de una escala de 100/5 Amperios; y finalmente se utilizara la pasarela EGX150 que a continuación se detallara la misma.

La información del consumo energético se mostrará a través del programa ION Setup V3.2 de Schneider Electric, teniendo así una interfaz de cada una de las variables del proceso.

4.7.1.1. Puerta de enlace EGX 150

La puerta de enlace Link150 proporciona conectividad Ethernet rápida y confiable en las aplicaciones más exigentes, desde un solo edificio hasta una empresa de múltiples sitios, esta puerta de enlace admite medidores, monitores, relés de protección, unidades de disparo, controles de motor y otros dispositivos que necesitan comunicarse datos de forma rápida y eficiente.



Figura 12: Pasarela EGX150, [16].

Para el monitoreo del sistema de adquisición de datos en la cámara de Transformación N°02, se empleó diferentes protocolos de comunicación, como son Modbus TCP/IP y el protocolo RS-485; cada uno con sus diferentes configuraciones de registros y programación y por consecuente, la lectura de los datos de las magnitudes eléctricas es proyectadas en el ordenador.

4.7.1.2. Medidor de energía PM5110

Los medidores de potencia de la serie PowerLogic PM5000 son el nuevo punto de referencia en medición de precisión asequible, el valor que desea, la precisión que necesita; estos Medidores de potencia compactos y asequibles con capacidades de alto costo y administración básica de energía móvil.



Figura 13: Medidor de energía PM5110, [18].

4.7.1.3. Transformadores de Corriente

Los transformadores de corriente se utilizan para tomar muestras de corriente de la línea y reducirla a un nivel seguro y medible, para las gamas normalizadas de instrumentos, aparatos de medida, u otros dispositivos de medida y control.

Los valores nominales de los transformadores de corriente se definen como relaciones de corriente primaria a corriente secundaria. Unas relaciones típicas de un transformador de

corriente podrían ser $600 / 5$, $800 / 5$, $1000 / 5$. Los valores nominales de los transformadores de corriente son de 5 A y 1 A.

4.7.2. Función de transferencia del sistema de adquisición de datos

En los últimos años se ha originado una teoría en los sistemas de control, es por ello que se considera a la función de transferencia al comportamiento de un sistema transmisor de datos mediante un modelo matemático.

El concepto de la función de salida de un sistema cualquiera se define como la operación de la función de transferencia sobre una función de entrada, como se muestra en la figura 14.

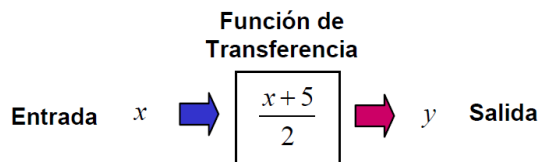


Figura 14: Función de Transferencia.

Para determinar la función de transferencia se utilizó un software de computo numérico que ofrece un entorno de desarrollo integrado con un lenguaje de programación propio.

A continuación, se especificará y detallará la función antes mencionada y la programación se puede observar en el **Anexo VI**.

4.7.3. Diagrama de Bloques del Sistema de Control

En la siguiente figura 15 se puede observar el diagrama de bloques con su respectiva función de transferencia del sistema de adquisición de datos.

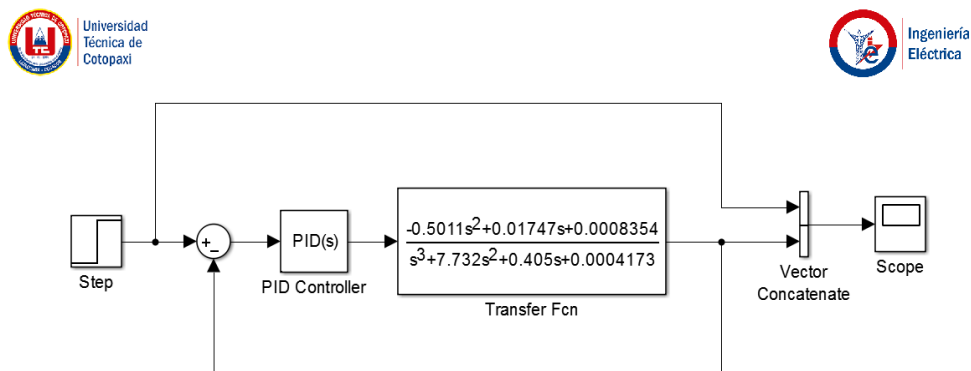
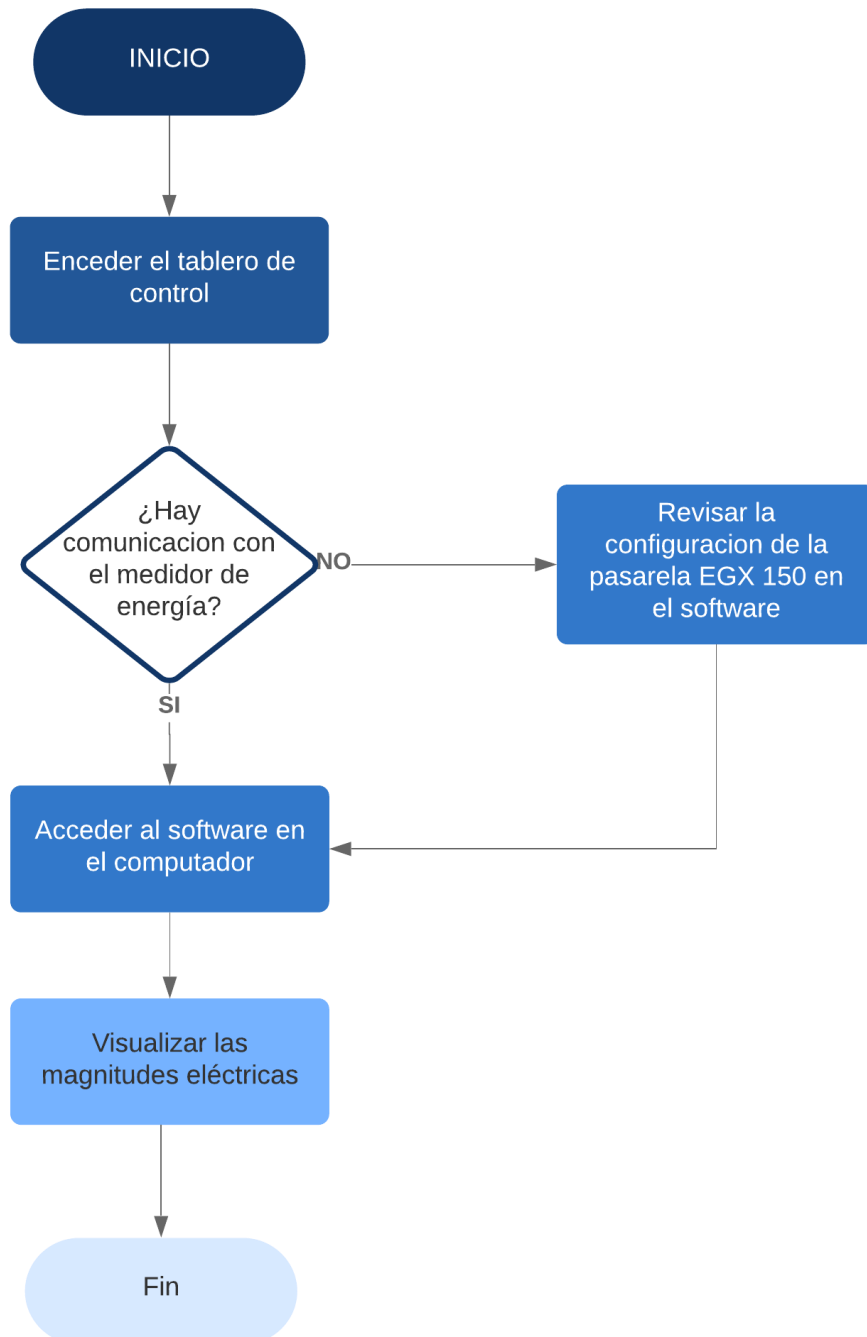


Figura 15: Diagrama de Bloques del Sistema.

4.7.4. Diagrama de flujo

A continuación, en la figura 16 se muestra el diagrama de flujo del sistema de adquisición de datos:



4.8. Diseño del Protocolo de Comunicación del Sistema de Adquisición de Datos

4.8.1. Conexión de la Puerta de Enlace EGX 150

Una vez establecido la ubicación de los elementos dentro del tablero de control, se puede definir como diseño único de conexiones el que se presenta en la figura 16.

Este diseño representa la conexión general y la que de mejor manera permite apreciar todas las conexiones que se realizarán en la implementación del sistema.

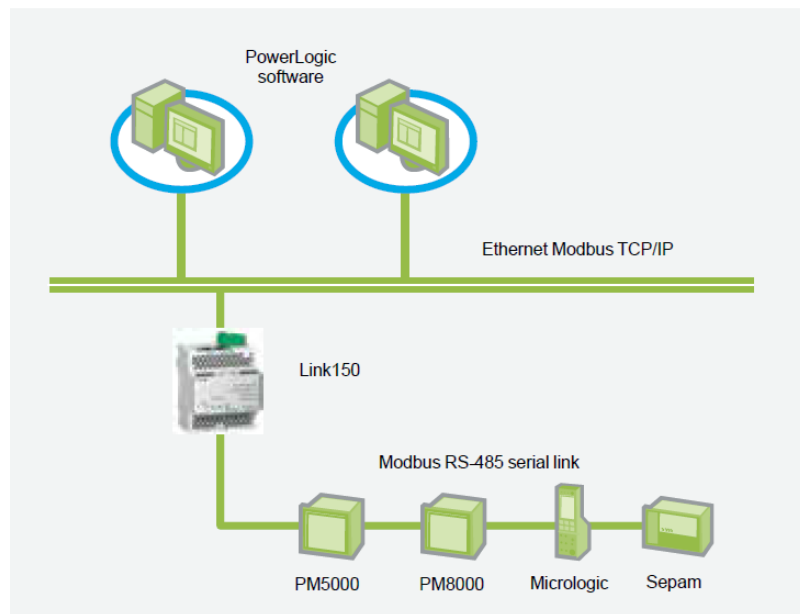


Figura 16: Arquitectura de la propuesta tecnológica, [16].

4.8.2. Protocolo de Comunicación RS-485

Una de las características principales que diferencia la comunicación RS485 de cualquier otra comunicación serie es el formato de los datos intercambiados. Mientras que los dispositivos RS232 se conectan por protocolos de texto (ASCII), la mayoría de los dispositivos RS485 utilizan Modbus.

Modbus es un protocolo de comunicaciones en serie, que es ampliamente utilizado por los dispositivos electrónicos industriales. En Modbus, la conexión se establece entre un maestro (host) y esclavos (dispositivos basados en COM). Modbus permite acceder a la configuración de los dispositivos y leer los indicadores.

El intercambio de datos es iniciado por un host. El host puede cambiar su driver RS-485 a modo de transmisión por su propia cuenta, mientras que los otros drivers RS485 (esclavos) trabajan

en modo recepción. Para que un esclavo responda al host por la línea de comunicación, el 'maestro' le envía un comando especial, que le da al dispositivo previsto el derecho de cambiar su driver a modo de transmisión durante un cierto tiempo [30].

Para la conexión entre el medidor de energía y la pasarela EGX 150, necesariamente se necesita del protocolo RS-485 para que se puedan comunicar entre ellos y mediante el cual se puede enlazar hasta 64 dispositivos a la vez.

4.8.2.1. Ventajas de RS-485

Esta interface tiene muchas ventajas con respecto a RS 232, entre las cuales se mencionan:

a) Bajo costo

Los Circuitos Integrados para transmitir y recibir son baratos y solo requieren una fuente de +5V para poder generar una diferencia mínima de 1.5v entre las salidas diferenciales. En contraste con RS-232 que en algunos casos requiere de fuentes dobles para alimentar algunos circuitos integrados.

b) Capacidad de interconexión

RS-485 es una interfase multi-enlace con la capacidad de poder tener múltiples transmisores y receptores. Con una alta impedancia receptora, los enlaces con RS-485 pueden llegar a tener a lo máximo hasta 256 nodos.

c) Longitud de Enlace

En un enlace RS-485 puede tener hasta 4000 pies de longitud, comparado con RS-232 que tiene unos límites típicos de 50 a 100 pies.

d) Rapidez

La razón de bits puede ser tan alta como 10 Mega bits/ segundo.

4.8.2.2. Requerimientos de Voltaje

Las interfaces típicas RS-485 utilizan una fuente de +5 Volts, pero los niveles lógicos de los transmisores y receptores no operan a niveles estándares de +5V o voltajes lógicos CMOS. Para una salida válida, la diferencia entre las salidas A y B debe ser al menos +1.5V. Si la interface

está perfectamente balanceada, las salidas estarán desfasadas igualmente a un medio de la fuente de Voltaje.

En el receptor RS-485, la diferencia de voltaje entre las entradas A y B necesita ser 0.2V. si A es al menos 0.2V más positiva que B, el receptor ve un 1 lógico y si B es al menos 0.2v más positivo que A, el receptor ve un 0 lógico. Si la diferencia entre A y B es menor a 0.2v, el nivel lógico es indefinido. Si esto ocurre habría un error en la transmisión y recepción de la información.

La diferencia entre los requerimientos del Transmisor y el Receptor pueden tener un margen de ruido de 1.3V. La señal diferencial puede atenuarse o tener picos de largo como de 1.3v, y aun así el receptor verá el nivel lógico correcto. El margen de ruido es menor que el de un enlace RS-232, no hay que olvidar que RS-485 maneja señales diferenciales y que cancela la mayoría del ruido a través de su enlace.

El total de corriente utilizada por un enlace RS-485 puede variar debido a las impedancias de los componentes, incluyendo los Transmisores, Receptores, cables y la terminación de los componentes. Una baja impedancia a la salida del Transmisor y una baja impedancia en los cables, facilitan los cambios de nivel y asegura que el receptor vea la señal, no importa cuán larga sea la línea de transmisión. Una alta impedancia en el receptor decremента la corriente en el enlace e incrementa la vida de las fuentes de voltaje.

La terminación de los componentes, cuando se utiliza tiene un gran efecto sobre la corriente en el enlace. Muchos enlaces con RS-485 tiene una resistencia de 120 ohms a través de las líneas A y B en cada extremo de la línea, por lo tanto, cada, enlace tiene dos terminales [31].

4.8.3. Desarrollo del Código de Programación del Sistema de Adquisición de Datos

A continuación, se desarrolla el código necesario para la pasarela EGX150 en el software ION Setup V3.2 de Schneider Electric. La programación se la puede observar en el **Anexo VII**.

4.8.4. Configuración del Analizador de Energía PM5110

Para enlazar el medidor de energía a la pasarela EGX150, primero se debe configurar la IP del dispositivo, esta central de medida está configurada de fábrica con ajustes de comunicación Ethernet predeterminados.

Nota: La programación se la hace manualmente en el medidor de energía.

Debe modificar los ajustes Ethernet predeterminados antes de conectar la central de medida a su red de área local (LAN) usando las páginas web de la central de medida.

Los ajustes de comunicaciones Ethernet predeterminados son:

- Dirección IP = 169.254.0.10
- Máscara de subred = 255.255.0.0
- Pasarela = 0.0.0.0
- Nombre de dispositivo = PM53-#xxxxxxxxxx, donde xxxxxxxxxxxx es el número de serie de fábrica de la central de medida (con ceros delante si el número de serie tiene menos de 10 caracteres).
- Método IP = Predeterminado

4.8.5. Configuración de las comunicaciones Ethernet mediante la pantalla

La pantalla de configuración Ethernet le permite asignar una dirección IP única a la central de medida de forma que pueda utilizar un software para acceder a sus datos o configurarla desde una ubicación remota a través del puerto Ethernet. Antes de configurar los parámetros Ethernet, asegúrese de obtener información sobre la dirección IP de la central de medida a través del administrador de la red o el departamento de informática.

1. Vaya a Mant > Config.
2. Escriba la contraseña de configuración (la contraseña predeterminada es “0000”) y, a continuación, pulse OK.
3. Pulse Com.
4. Desplace el cursor de modo que quede señalado el parámetro que desea modificar y, a continuación, pulse Editar.
5. Modifique el parámetro según convenga y, a continuación, pulse OK.
6. Desplace el cursor de modo que quede señalado el siguiente parámetro que desea modificar, pulse Editar, haga los cambios y, a continuación, pulse OK.
7. Pulse la flecha arriba para salir.
8. Pulse Sí para guardar los cambios.

Tabla 5: Configuración de las comunicaciones Ethernet, [8].

Parámetro	Valores	Descripción
Método IP	Almacenada, Predeterminada, DHCP, BOOTP	Controla el protocolo de red de su dispositivo (parámetro que utiliza la central de medida para obtener su dirección IP). Almacenada: Utiliza el valor estático programado en el registro de configuración de direcciones IP Predeterminada: Utiliza 169.254 como los dos primeros valores de la dirección IP y, posteriormente, convierte los dos últimos valores hexadecimales de la dirección MAC a decimales y los utiliza como los dos últimos valores de la dirección IP. Ejemplo: Dirección MAC = 00:80:67:82:B8:C8 IP predeterminada = 169.254.184.200 DHCP: Protocolo de configuración dinámica de host BOOTP: Protocolo de arranque
Dirección IP	Póngase en contacto con el administrador de la red local para obtener los valores de los parámetros.	Dirección del protocolo Internet de su dispositivo.
Subred	Póngase en contacto con el administrador de la red local para obtener los valores de los parámetros.	Dirección IP de la subred Ethernet correspondiente a su red (máscara de subred).
Pasarela	Póngase en contacto con el administrador de la red local para obtener los valores de los parámetros.	Dirección IP de la pasarela Ethernet correspondiente a su red.
Servidor HTTP	Desactivado	Controla si el servidor web y las páginas web de su dispositivo se encuentran activas o no.
Nombre de Aparato	No procede	Se trata de un parámetro de solo lectura para fines informativos.

4.8.6. Registro de datos

La central de medida cuenta con un registro de datos y alarmas para determinados valores seleccionados. Los registros se almacenan en la memoria no volátil de la central de medida y se denominan “registros incorporados”. El registro de datos viene desactivado de fábrica [18].

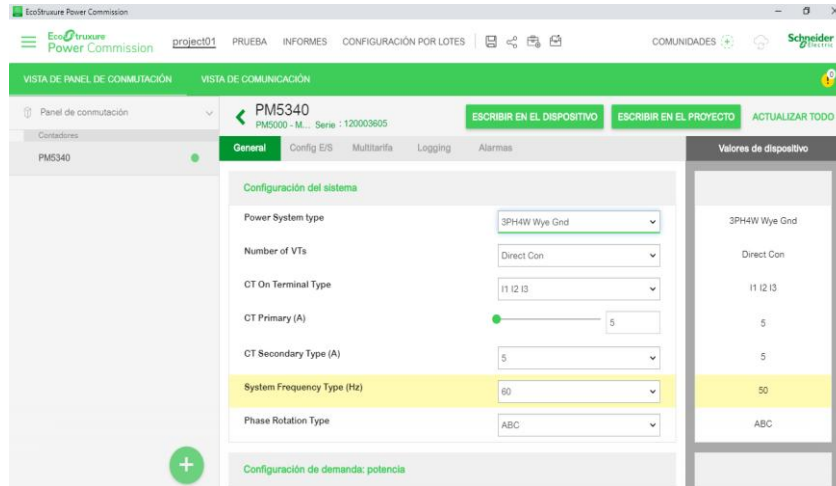


Figura 17: Configuración del medidor de Energía PM5110 de Schneider Electric, [18].

4.8.7. Configurar el registro de datos

Puede seleccionar los elementos que va a registrar en el registro de datos y la frecuencia (intervalo de registro) en la que desea actualizar estos valores. Utilice ION Setup para configurar el registro de datos.

1. Inicie ION Setup y abra su central de medida en el modo de pantallas de configuración (View > Setup Screens). Consulte la Ayuda de ION Setup para obtener instrucciones.
2. Haga doble clic en Data Log #1.
3. Configure la frecuencia de registro y las mediciones/los datos que desea registrar.
4. Haga clic en Send para guardar los cambios realizados en la central de medida.

Tabla 6: Configuración del registro de datos en el medidor de energía, [18].

Parámetro	Valores	Descripción
Estado	Enable, Disable	Configure este parámetro para activar o desactivar el registro de datos en la central de medida.

Intervalo	15 minutos, 30 minutos, 60 minutos	Seleccione un valor de tiempo para establecer la frecuencia de registro.
Channels	Los elementos que pueden registrarse varían dependiendo del tipo de central de medida.	<p>Seleccione un elemento para su registro desde la columna "Available", y a continuación haga clic en el botón de doble flecha derecha para desplazar el elemento a la columna "Selected".</p> <p>Para eliminar un elemento, selecciónelo en la columna "Selected" y haga clic en el botón de doble flecha izquierda.</p>

4.9. Circuito de potencia del sistema de adquisición de datos

4.9.1. Conexión del Analizador de Energía

Para el medidor se utiliza los transformadores de corriente y las líneas principales de voltaje para su conexión en el tablero de control.

A continuación, se puede observar la conexión del medidor de energía PM5110 y también se puede observar en el **Anexo IV**.

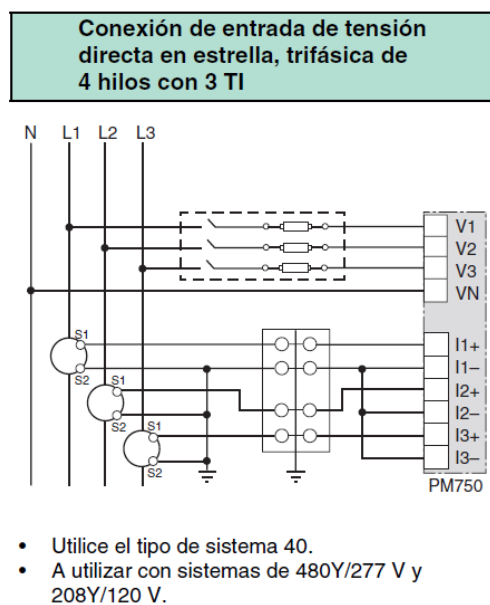


Figura 18: Conexión de entrada del Medidor de Energía PM5110, [18].

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1. Análisis del Consumo Energético en los Laboratorios

El análisis de resultados se los determina mediante el medidor de energía PM5110 de Schneider Electric, el cual arroja los valores de voltaje y corriente de cada fase, cada una de las potencias y finalmente la frecuencia.

Por otro lado, se puede visualizar los valores de las magnitudes directamente en el medidor instalado en la cámara de transformación N°02, ya que el medidor cuenta con una pantalla de visualización.

	Total	Phase A	Phase B	Phase C
10/02/2020 14:38:19				
Volts L-N	126.16	126.93	125.22	123.16
Volts L-L	217.38	218.63	219.52	215.44
Amps	0.01	0.00	0.01	0.01
kW	0.00	0.00	0.00	0.00
kVA	0.00	0.00	0.00	0.00
kVAR	0.00	0.00	0.00	0.00
Power Factor	-0.753	-1.000#10	-0.524	-0.897
Frequency	60.03			
Amps I4	0.00			

Figura 19: Resultados de las magnitudes eléctricas

5.2. Resultados experimentales del sistema de adquisición de datos

A continuación, se obtuvo los resultados de cada una de las magnitudes eléctricas:

5.2.1. Resultados del Voltaje entre Línea-Línea y Neutro

En la figura 20 se puede observar los valores de los voltajes en tiempo real, esta lectura se la realizó el 15 de Enero del 2020 a las 12h43 pm.

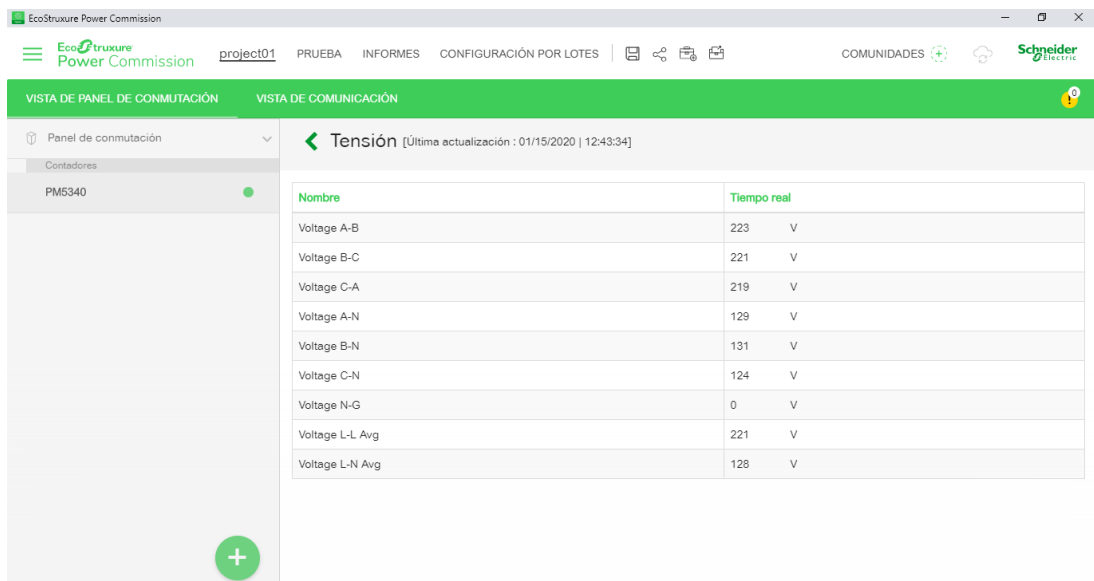


Figura 20: Resultados de los Voltajes de Línea-Línea y Neutro.

A continuación, se observa en la figura 21, la variación del voltaje L-N con respecto a las horas del día que está disponible los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

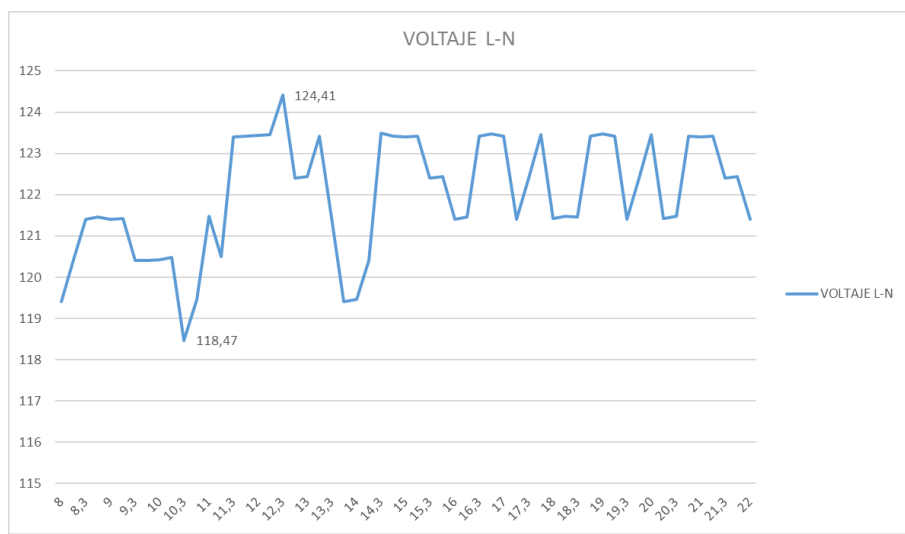


Figura 21: Índice de consumo de voltaje L-N.

En la figura 21 se puede observar la variación del voltaje, siendo el pico más alto de 124,41V cuando son las 12h30 pm de la tarde; y el pico más bajo de voltaje es de 118,47V cuando son las 10h30 am del día. Los valores en promedio son de 121V, donde existen fluctuaciones y caídas mínimas de voltaje en las horas de la tarde. En el (Anexo VIII) se puede observar los datos de los valores de voltaje con mayor detalle.

A continuación, se observa en la figura 22, la variación del voltaje L1 con respecto a las horas del día que está disponible los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

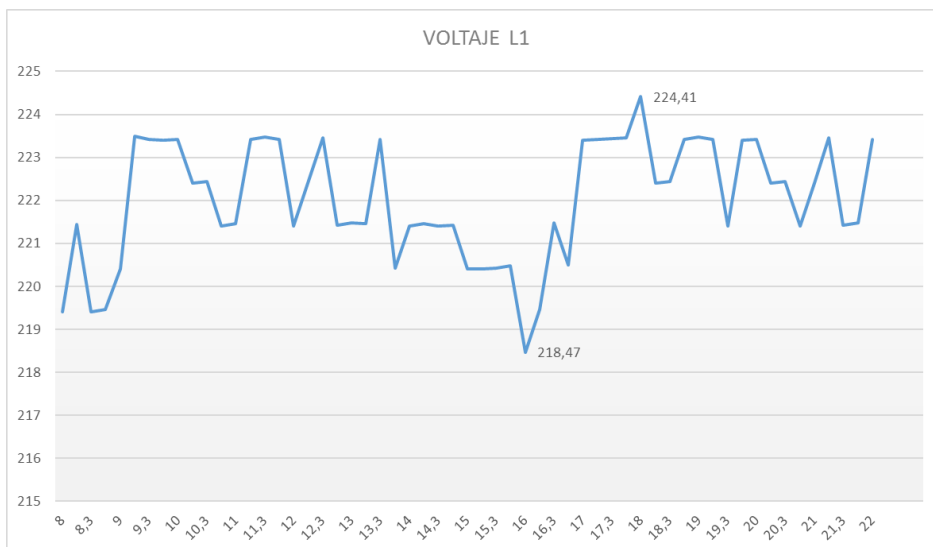


Figura 22: Índice de consumo de voltaje L1.

En la figura 22 se puede observar la variación del voltaje, siendo el pico más alto de 224,41V cuando son las 18h00 pm de la tarde; y el pico más bajo de voltaje es de 218,47V cuando son las 16h00 pm de la tarde. Los valores en promedio son de 221V, donde existen fluctuaciones y caídas mínimas de voltaje en las horas de la tarde. En el (**Anexo VIII**) se puede observar los datos de los valores de voltaje con mayor detalle.

A continuación, se observa en la figura 23, la variación del voltaje L2 con respecto a las horas del día que está disponible los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

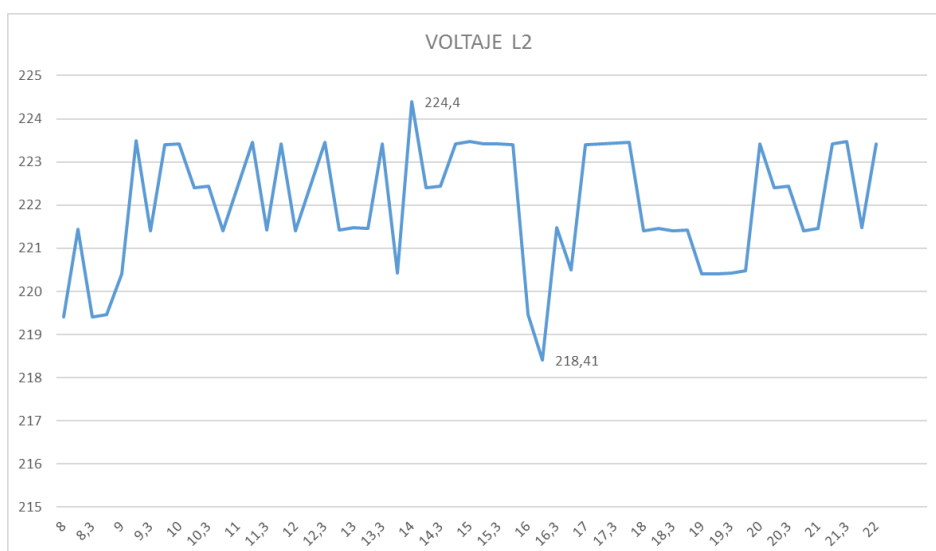


Figura 23: Índice de consumo de voltaje L2.

En la figura 23 se puede observar la variación del voltaje, siendo el pico más alto de 224,40V cuando son las 14h00 pm de la tarde; y el pico más bajo de voltaje es de 218,41V cuando son

las 16h15 pm de la tarde, Los valores en promedio son de 220V, donde existen fluctuaciones y caídas mínimas de voltaje en las horas de la tarde. En el (**Anexo VIII**) se puede observar los datos de los valores de voltaje con mayor detalle.

A continuación, se observa en la figura 24, la variación del voltaje L3 con respecto a las horas del día que está disponible los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

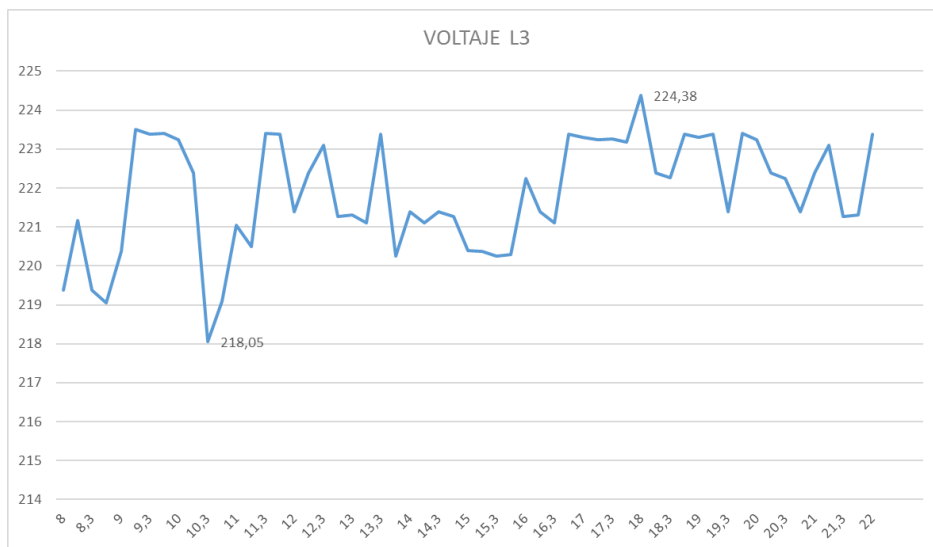


Figura 24: Índice de consumo de voltaje L3.

En la figura 24 se puede observar la variación del voltaje, siendo el pico más alto de 224,40V cuando son las 18h00 pm de la tarde; y el pico más bajo de voltaje es de 218,05V cuando son las 10h30 am del día. Los valores en promedio son de 222V, donde existen fluctuaciones y caídas mínimas de voltaje en las horas de la tarde. En el (**Anexo VIII**) se puede observar los datos de los valores de voltaje con mayor detalle.

5.2.2. Resultados de las Corrientes en cada fase

En la figura 25 se puede observar los valores de las corrientes en tiempo real, esta lectura se la realizo el 15 de Enero del 2020 a las 12h44 pm.

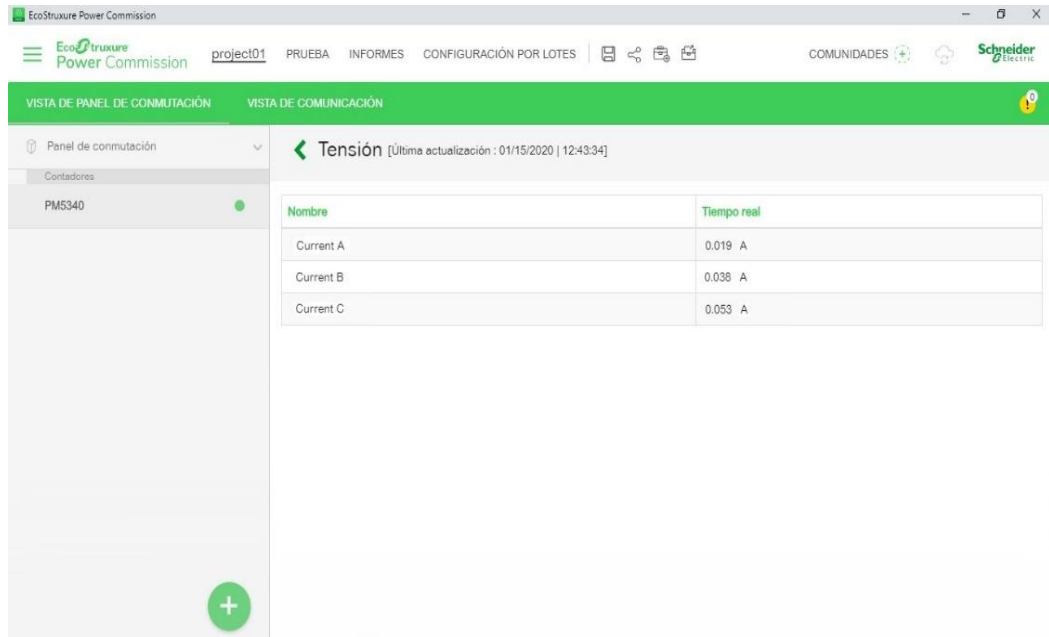


Figura 25: Resultados de las Corrientes en cada fase.

A continuación, se observa en la figura 26 la variación de la corriente I1 con respecto a las horas del día que está disponible los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

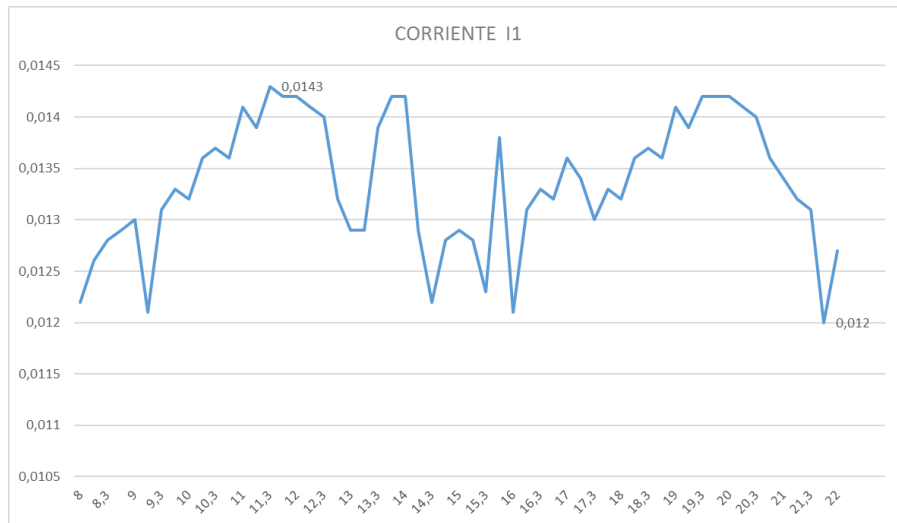


Figura 26: Índice de consumo de Corriente I1.

En la figura 26 se puede observar la variación del corriente, siendo el pico más alto de 0,0143A cuando son las 11h30 am del día; y el pico más bajo de corriente es de 0,012A cuando son las 21h45 pm de la noche. Los valores en promedio son de 0,0131A, donde existen fluctuaciones y caídas mínimas de corriente en las horas de la tarde. En el (Anexo VIII) se puede observar los datos de los valores de corriente con mayor detalle.

A continuación, se observa en la figura 27 la variación de la corriente I2 con respecto a las horas del día que está disponible los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

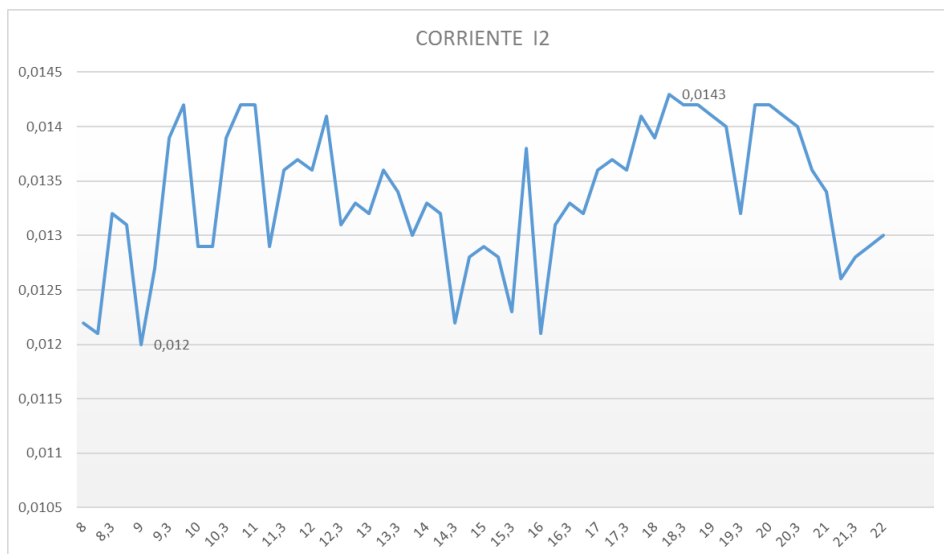


Figura 27: Índice de consumo de Corriente I2.

En la figura 27 se puede observar la variación del corriente, siendo el pico más alto de 0,0143A cuando son las 18h15 pm de la tarde; y el pico más bajo de corriente es de 0,012A cuando son las 09h00 am del día. Los valores en promedio son de 0,0130A, donde existen fluctuaciones y caídas mínimas de corriente en las horas de la tarde. En el (**Anexo VIII**) se puede observar los datos de los valores de corriente con mayor detalle.

A continuación, se observa en la figura 28 la variación de la corriente I3 con respecto a las horas del día que está disponible los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

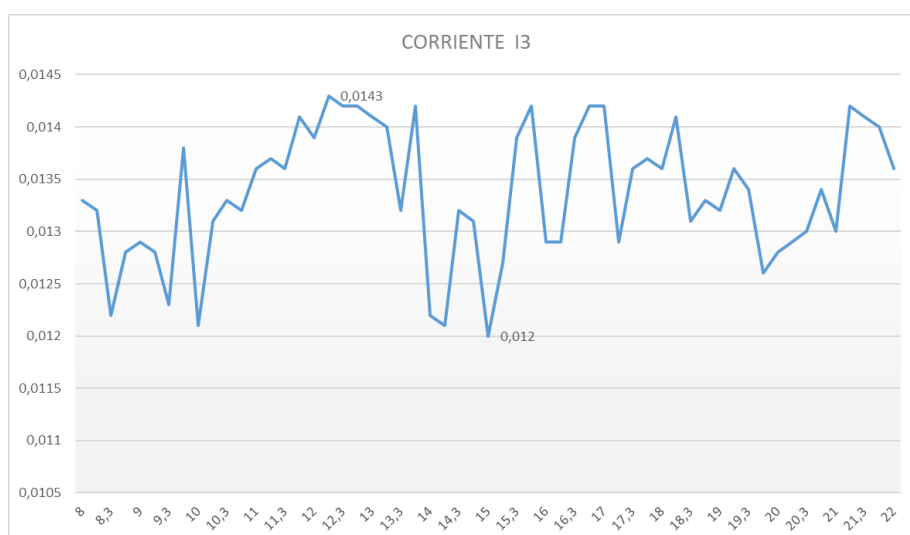


Figura 28: Índice de consumo de Corriente I3.

En la figura 28 se puede observar la variación del corriente, siendo el pico más alto de 0,0143A cuando son las 12h15 pm de la tarde; y el pico más bajo de corriente es de 0,012A cuando son

las 15h00 pm de la tarde. Los valores en promedio son de 0,01315A, donde existen fluctuaciones y caídas mínimas de corriente en las horas de la tarde. En el (Anexo VIII) se puede observar los datos de los valores de corriente con mayor detalle.

5.2.3. Resultados de las Potencias (Activa, Reactiva y Aparente)

En la figura 29 se puede observar los valores de las corrientes en tiempo real, esta lectura se la realizo el 15 de Enero del 2020 a las 12h44 pm.

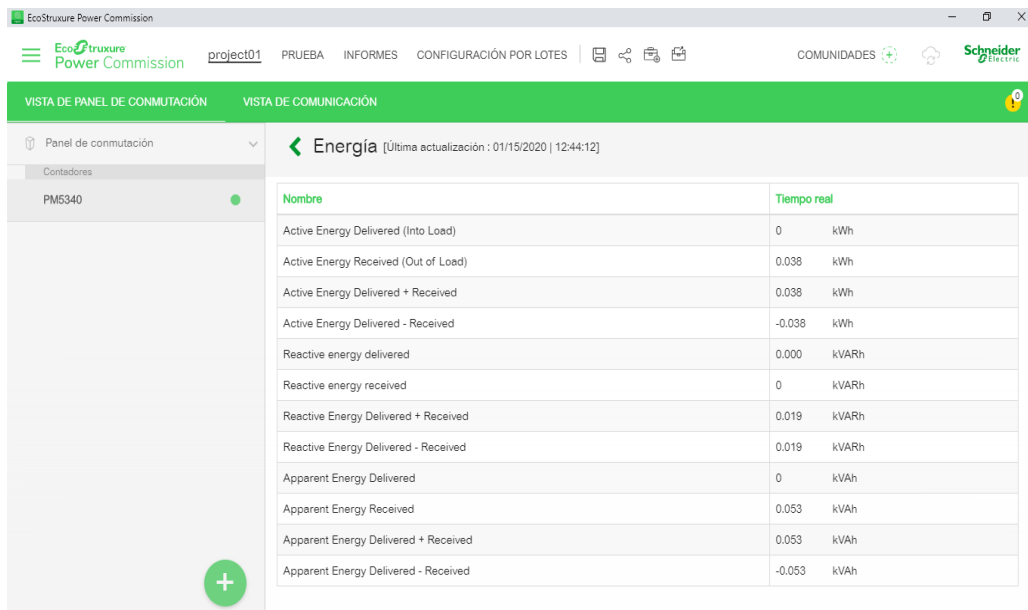


Figura 29: Resultados de las Potencias Activa, Reactiva y Aparente.

A continuación, se observa en la figura 30 la variación de las Potencias con respecto a las horas del día que está disponible los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

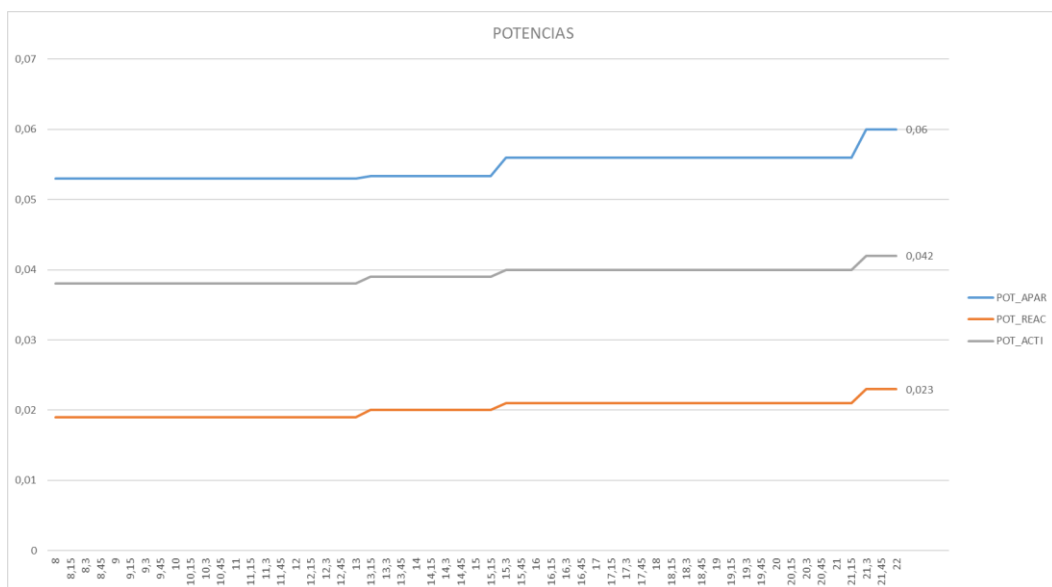


Figura 30: Índice de consumo de las Potencias.

En la figura 30 se puede observar la variación de las potencias, estos valores pueden variar escalonadamente las tres potencias medidas, ya que dependerá del consumo de los laboratorios. Los valores en promedio son de 0,55kW, 0,41kVar y 0,215Kva, donde existen caídas mínimas de las potencias en las horas de la tarde. En el (Anexo VIII) se puede observar los datos de los valores de las potencias con mayor detalle.

5.2.4. Resultados de la Frecuencia

En la figura 31 se puede observar los valores de las corrientes en tiempo real, esta lectura se la realizó el 15 de Enero del 2020 a las 12h44 pm.

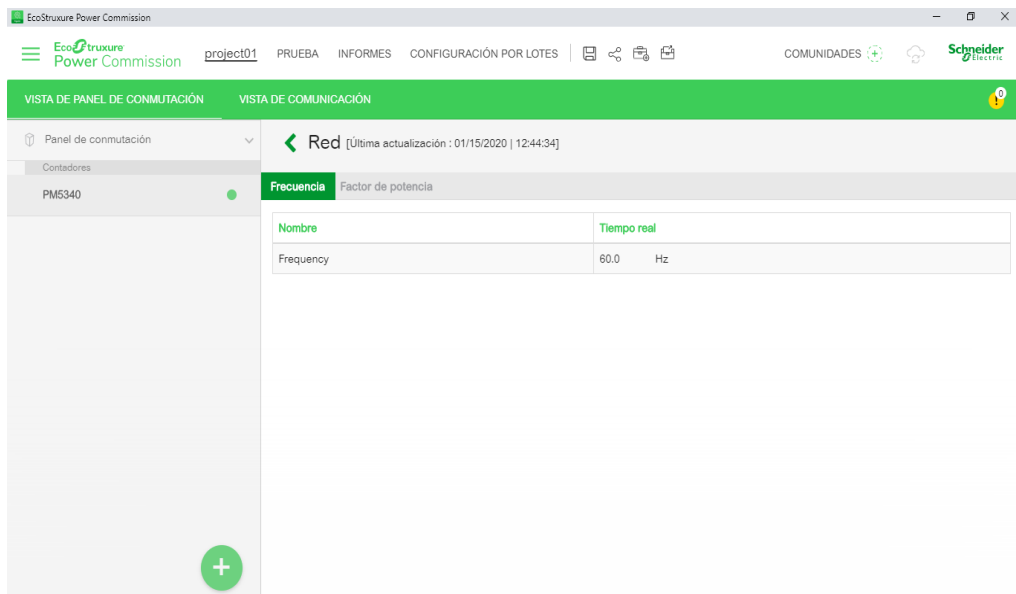


Figura 31: Resultados de la Frecuencia de operación.

A continuación, se observa en la figura 32 la variación de las Potencias con respecto a las horas del día que está disponible los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

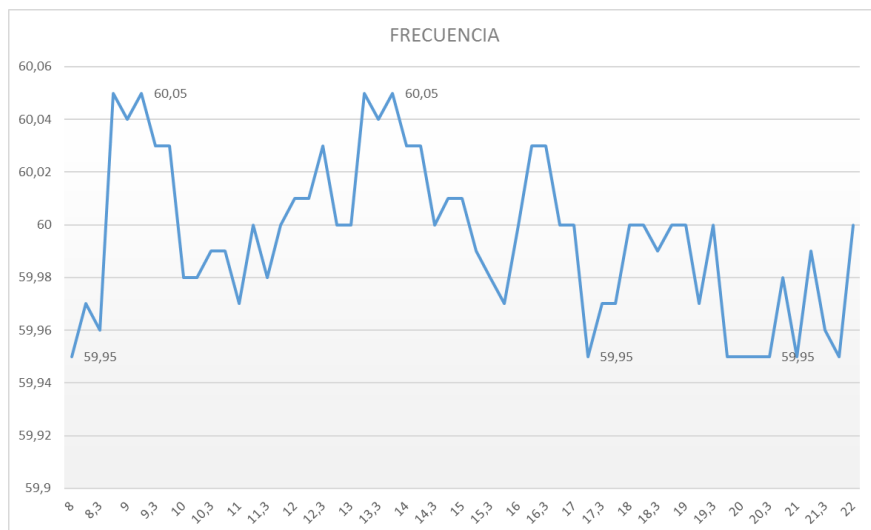


Figura 32: Índice de valores de Frecuencia.

En la figura 32 se puede observar la variación de la Frecuencia, este valor puede variar dependiendo la carga conectada hacia la red interconectada. Los valores en promedio son de 60 Hz, donde existen fluctuaciones y caídas mínimas de frecuencia en las horas de la tarde. En el (Anexo VIII) se puede observar los datos de los valores de la frecuencia con mayor detalle.

5.3. Comparación de los resultados con el analizador FLUKE 1735

A continuación, se podrá observar los resultados obtenidos con el analizador de redes:

5.3.1. Resultados de las magnitudes eléctricas con el analizador FLUKE 1735

A continuación, en las siguientes figuras se puede observar los valores de tensión y corriente medidas con el analizador de redes conectado en la cámara de transformación de los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

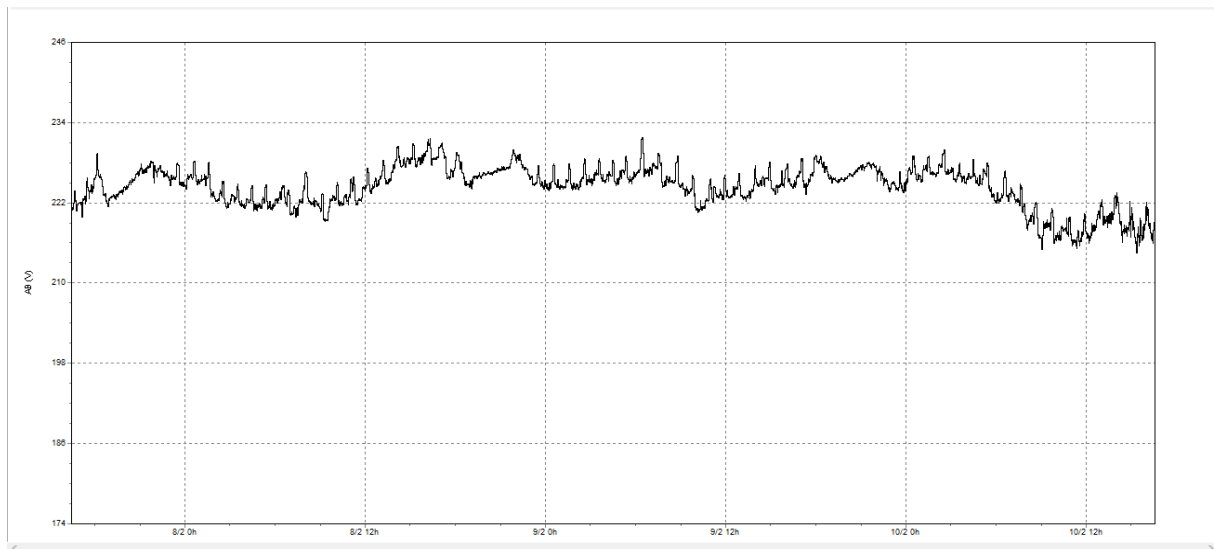


Figura 33: Curvas con los valores de tensión L1 de los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi

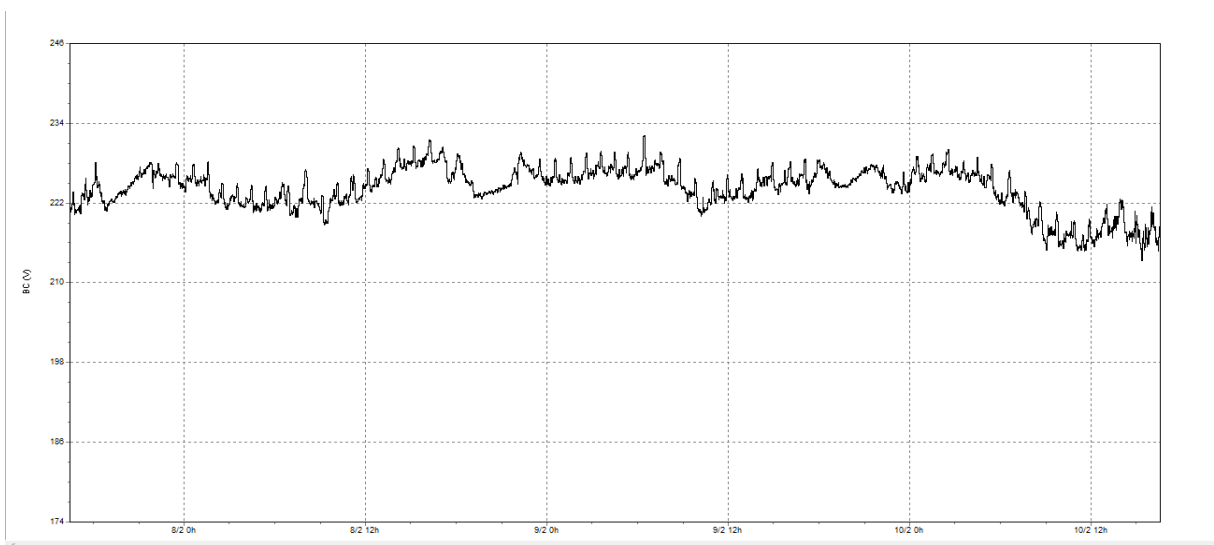


Figura 34: Curvas con los valores de tensión L2 de los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi

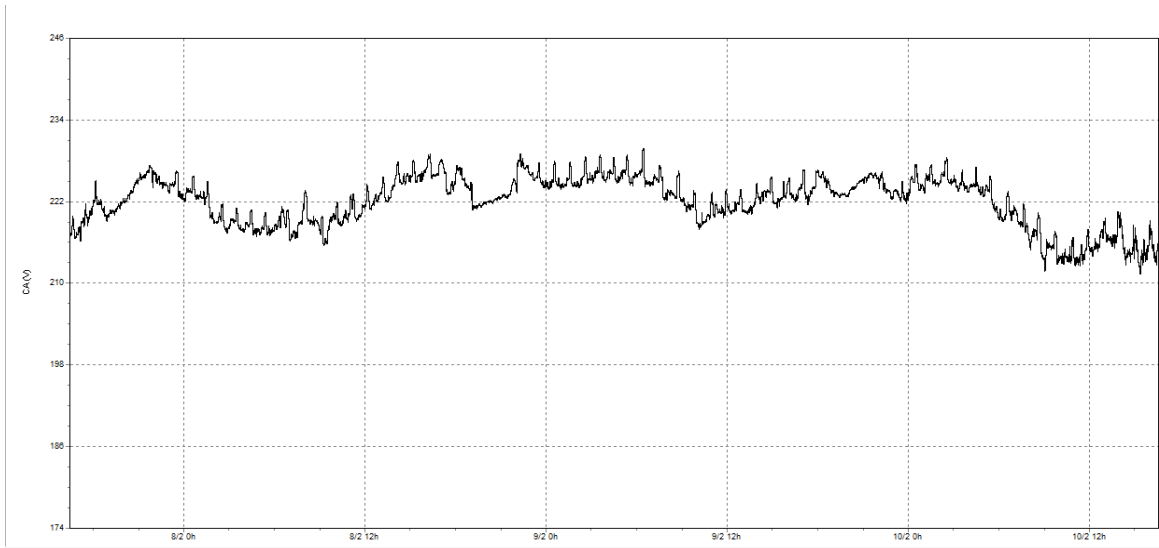


Figura 35: Curvas con los valores de tensión L3 de los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi

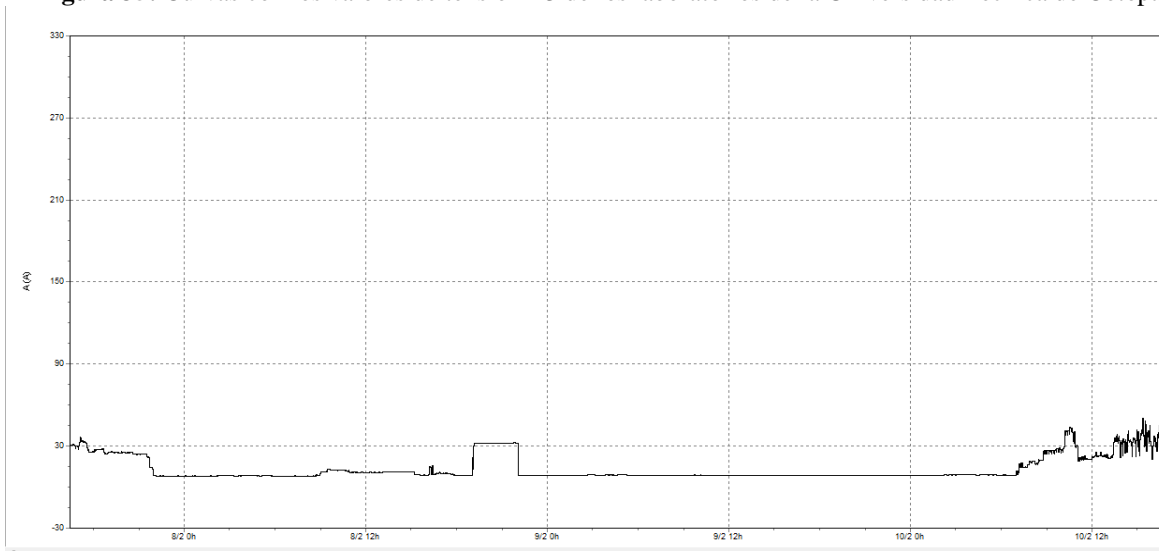


Figura 36: Curvas con los valores de corriente I1 de los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi

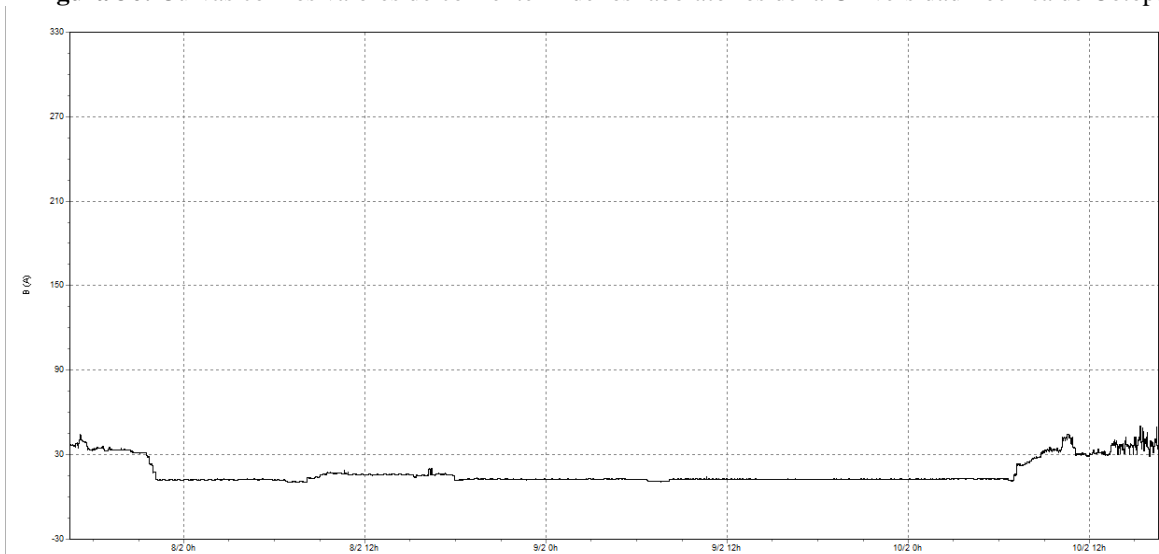


Figura 37: Curvas con los valores de corriente I2 de los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi

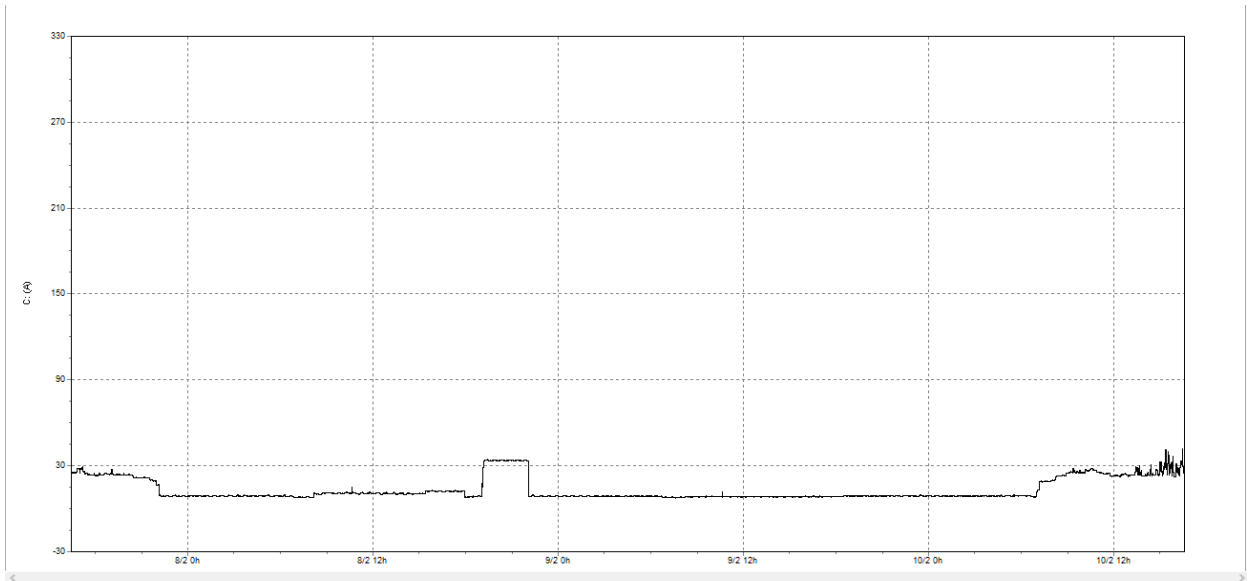


Figura 38: Curvas con los valores de corriente I2 de los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi

5.3.2. Comparación de los armónicos en la red eléctrica con el medidor PM5110

El análisis de los armónicos se comparó mediante los analizadores de energía en los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi, a continuación, se puede observar en las siguientes figuras los valores de los armónicos para su posterior comparación.

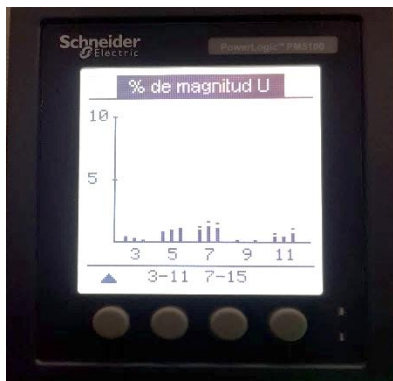


Figura 39: % de magnitud de la tensión en el analizador PM5110.

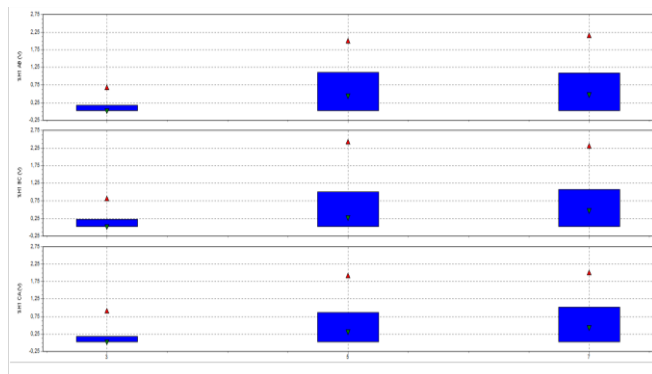


Figura 40: % de magnitud de la tensión en el analizador FLUKE 1735.

Con los resultados obtenidos con los dos analizadores se pudo visualizar que el valor más alto de porcentaje de tensión en los armónicos es 1% en el tercer armónico, el 2% en el quinto armónico y se tiene un 3% en el séptimo armónico, por otro lado, los valores con el otro analizador son similares en magnitud; los cuales son el 3% en el tercer armónico, el 7% en el quinto armónico y se tiene un 6% en el séptimo armónico.



Figura 41: THD de la tensión en el analizador PM5110.

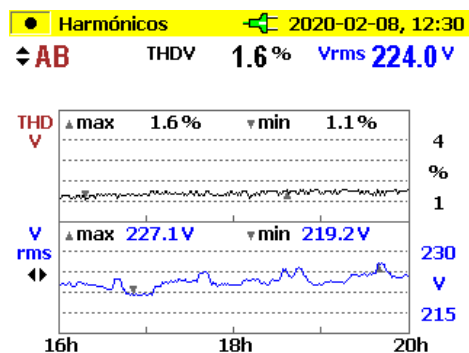


Figura 42: THD de la tensión en el analizador FLUKE 1735.

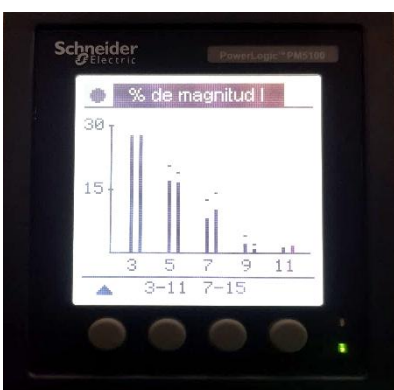


Figura 43: % de magnitud de la corriente en el analizador PM5110.

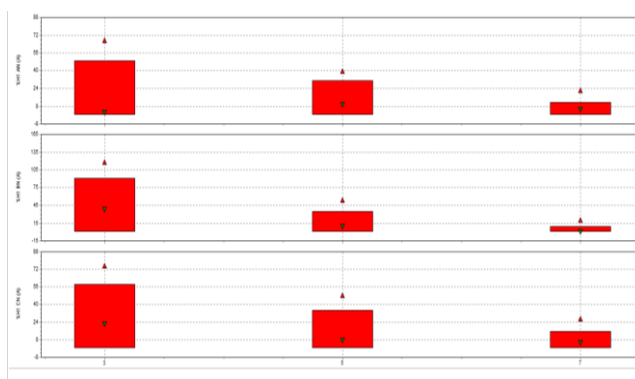


Figura 44: % de magnitud de la corriente en el analizador FLUKE 1735.

Con los resultados obtenidos con los dos analizadores se pudo visualizar que el valor más alto de porcentaje de corriente en los armónicos es 29% en el tercer armónico, el 16% en el quinto armónico y se tiene un 14% en el séptimo armónico, por otro lado, los valores con el otro analizador son similares en magnitud; los cuales son el 33% en el tercer armónico, el 21% en el quinto armónico y se tiene un 15% en el séptimo armónico.

6. PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS

6.1. Tabla de Presupuesto global del Proyecto por tipo de recurso

RUBROS	Tipo de recurso		TOTAL
	Efectivo	En especie	
MATERIALES Y SUMINISTROS. (Gastos Directos)	363,00	-	363,00
COMPRA DE EQUIPOS PARA USO DIRECTO DEL PROYECTO (Gastos Directos)	1038,88	-	1168,88
IMPREVISTOS (Gastos Indirectos)	100,00		100,00
TOTAL:			1631,88

Observaciones: Los tesistas aportaron el gasto total del proyecto. En los Anexos se puede apreciar los elementos que van hacer incorporados en el sistema de adquisición de datos y monitoreo.

6.1.1. Tabla de Materiales y Suministros (Gastos Directos)

MATERIALES	JUSTIFICACIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR
Fuente de Alimentación 24V dc	Sistema de Control	30,00	30,00
Riel DIN	Conexiones	1,60	1,60
4 Transformadores de Corriente	Conexiones	50,00	200,00
Cable RJ-45	Conexiones	1,80	1,80
Cable RS-485	Conexiones	5,00	5,00
Gabinete Metálico	Estructura	35,00	35,00
2 Luces Piloto 24V – (ROJA-VERDE)	Sistema de Control	1,50	3,00
4 Breaker para riel DIN 32A	Conexiones	5,00	20,00
4 Fusibles de 10 A	Conexiones	0,40	3,20
4 Porta Fusibles de 10 A	Conexiones	1,60	6,40
Pines de Conexión	Conexiones	2,00	2,00
10 m - Alambre de Cobre # 14 AWG	Conexiones	0,50	5,00
VARIOS	-	-	50,00
TOTAL:			363,00

Observaciones: En los anexos se puede apreciar el costo de los elementos que van hacer incorporados en el sistema de adquisición de datos y monitoreo.

6.1.2. Tabla de Compra y uso de equipos (Gastos Directos)

EQUIPO	JUSTIFICACIÓN	Tipo de recurso		TOTAL
		En efectivo	En especie	
Pasarela EGX150	Sistema de Control	580,00	-	580,00
Medidor de energía PM5110	Sistema de Control	588,88	-	588,88

TOTAL:	1168,88
Observaciones: En los anexos se puede apreciar el costo de los elementos que van hacer incorporados en el sistema de adquisición de datos y monitoreo.	

6.2. Análisis de Impactos

A continuación, se detalla los impactos necesarios en la presente propuesta tecnológica:

6.2.1. Impacto Social

Cuando se habla de Impacto Social se refiere al ámbito de la sociedad, en otras palabras, el impacto social con esta propuesta tecnológica es muy grande, ya que beneficia a una comunidad estudiantil para el desarrollo de estudios de calidad de energía y posteriores proyectos a ejecutarse.

6.2.2. Impacto Tecnológico

Con esta propuesta Tecnológica se aprovechó el avance de la tecnología referente al área de la automatización, mediante la aplicación de equipos fundamentales para la adquisición de datos y con ello fortalecer en ámbito del monitoreo y la medición de los índices de consumo energético en los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

6.2.3. Impacto Ambiental

Este aspecto engloba a todo lo que se refiere a contaminación hacia el ambiente, por otro lado, en la cámara de transformación N°02, no se produce ningún tipo de contaminación ya que en el proceso de adquisición de datos se utiliza equipos electrónicos amigables con el ambiente.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

Con el sistema de adquisición de datos de la cámara de transformación N°02, se podrá en un futuro realizar estudios y proyectos en la materia de calidad de energía y beneficiará a los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica, además las magnitudes eléctricas se las puede visualizar en tiempo real y se pueden evidenciar que las caídas de voltaje, corriente, potencias y frecuencias son en un porcentaje mínimo, las cuales no afectan a los equipos de los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Este sistema de monitoreo es accesible a cualquier usuario, debido a que se puede configurar mediante el programa ION Setup V3.2, el cual es un software libre y nos proporciona herramientas útiles para el desarrollo de un sistema de monitoreo y adquisición de datos entre las magnitudes eléctricas como son Voltajes, Corrientes, Potencias y Frecuencia.

Dentro del análisis de resultados se tuvo la oportunidad de comparar las magnitudes eléctricas con el analizador FLUKE 1735, es por ello que se pudo observar la variación mediante gráficas y, además se obtuvo el porcentaje de armónicos en la red eléctrica.

Con los resultados obtenidos con los dos analizadores se pudo evidenciar que el pico más alto de porcentaje de tensión en los armónicos es 1% en el tercer armónico, el 2% en el quinto armónico y en el séptimo armónico se tiene un 3% y, por otro lado, nos dan casi los mismos valores con el otro analizador; los cuales son el 3% en el tercer armónico, el 7% en el quinto armónico y en el séptimo armónico se tiene un 6%.

7.2. Recomendaciones

Para la correcta manipulación del tablero de control se recomienda utilizar el equipo de protección personal ya que se está expuesto a riesgo eléctrico lo cual podría causar algún tipo de accidente.

Es importante tener en cuenta cada una de las configuraciones detalladas en el manual de programación y funcionamiento del sistema de monitoreo y adquisición de datos para evitar problemas en la transmisión y recepción de la información.

Es recomendable revisar y modificar el proyecto a futuro para obtener resultados más exactos y poder realizar estudios de calidad de energía e índices de consumo considerando las variaciones de las magnitudes eléctricas antes mencionadas.

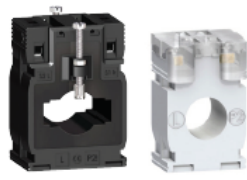
7.3. Referencias

- [1] C. A. Armijos M, DESCRICION Y FUNCIONAMIENTO DE UNA CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN, LOJA: Universidad de loja.
- [2] R. M. Antamba Rivas, «Diseño para Centros de Transformación a funcionar en Edificios Residenciales,» Academica, Sangolqui, 2010.
- [3] E. Pérez Lopéz , *Los sistemas SCADA en la automatizacion industrial*, Costa Rica: Universidad de Costa Rica, 2015.
- [4] G. A. CARRILLO CÓRDOVA, ADQUISICIÓN DE DATOS PARA LA ADMINISTRACION TÉCNICAS DE LAS CAMARAS DE TRANSFORMACION DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO S.A, AMBATO, 2009.
- [5] Snaider, *DESCRIPCION DEL SISTEMA ELETRICOACTUAL ESPE-L*, QUITO, 2010.
- [6] *DIFERENCIA ENTRE LOS TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS, BIFÁSICOS Y TRIFÁSICOS.*, ECUATRAN, 2020.
- [7] INGENIERIA ELECTRICA, *PARARRAYOS*, HUANCAYO: UNCP, 2015.
- [8] M. G. Gallardo Sarzosa y L. E. Herrera Vaca, SELECCION Y COORDINACION DEL SISTEMA DE PROTECCIONES DEL ALIMENTADOR TRIFÁSICO Y SUS DERIVACIONES MONOFÁSICAS DE LA SUBESTACIÓN DEL CALVARIO, Latacunga: Universidad Tecnica de Cotopaxi, 2011.
- [9] M. C. Rubén Barbecho, APLICACIÓN DE INTERRUPTORES DIFERENCIALES PARA LA PROTECCION ELECTRICA DE INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN RESIDENCIALES, CUENCA: UNIVERSIDAD DE CUENCA, 2012.
- [10] J. F. CADENA LEMOS, DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN TRANSFORMADOR DE CORRIENTE DE USO INDUSTRIAL PARA MEDIDA EN BAJA TENSIÓN, QUITO: POLITECNICA NACIONAL, 1991.
- [11] P. . A. Tanchez Pérez, APLICACION DEL MEDIDOR MONOFÁSICO ELECTRÓNICO DE ENERGÍA ELECTRICA PARA USO DOMESTICO E INDUSTRIAL EN GUATEMALA, GUATEMALA: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, 2011.
- [12] J. c. Corrales Leon, PRUEBAS PARA INSTALACION, PUESTA EN SERVICIO, OPERACION Y MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA, QUITO, 2010.
- [13] RTE, *MANUAL TECNICODE TRANSFORMADORES Y EQUIPO ELÉCTRICO PARA ALTA TENSIÓN*, 2007.
- [14] SECTOR ELECTRICIDAD, «SECCIONADORES,» 17 JUNIO 2018. [En línea]. Available: <http://www.sectorelectricidad.com/20135/seccionadores/>.
- [15] J. F. LAZO CARDENAS y N. A. VÉLEZ TENEMAZA, ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACION DE PARARRAYOS EN SISTEMA DE DISTRIBUCION DE MEDIA TENSION, CUENCA, 2016.
- [16] Schneider Electric, *Pasarela Ethernet EGX300 de powerlo*, 2009.

- [17] J. L. ORTIZ BONILLA , «REPOSITORIO ESPE,» 29 11 2019. [En línea]. Available: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6206/1/T-ESPEL-EMI-0237.pdf>. [Último acceso: 29 04 2013].
- [18] Schneider Electric, *Analizador de energía PM 5340*, Madrid: Unknown, 2015.
- [19] ACÁN CHAZO, «DESARROLLO E IMPLEMENTACION DE UN SOFTWARE DE ADQUISICION Y MONITOREO DE DATOS, PARA LA MEDICION DE ENERGIA ELECTRICA EN LA EMPRESA PLASTICAUCHO INDUSTRIAL S.A.,» 29 11 2019. [En línea]. Available: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/6437>. [Último acceso: 07 07 2015].
- [20] A. Creus sole, INSTRUMENTACION INDUSTRIAL, ESPAÑA, 2010.
- [21] G. A. CARRILLO CORDOVA, ADQUISICION DE DATOS PARA LA ADMINISTRACION TECNICA DE LAS CAMARAS DE TRANSFORMACION DE LA EMPRESA ELECTRICA DE AMBATO S.S. RUTA 2, AMBATO - CENTRO, ECUADOR, 2019.
- [22] I. E. Grande y E. Abascal Fernández , *Funadamentos y Técnicas de Investigacion Comercial*, Madrid: ESIC EDITORIAL, 2009.
- [23] n. k. Malhotra, *Investigacion de Mercados un Enfoque Aplicado*, Mexico: Pearson , 2004.
- [24] M. «Base de Datos,» 17 02 2011. [En línea]. Available: <http://marcelabasededatos.blogspot.com/>. [Último acceso: 24 01 2020].
- [25] D. B. Van Dalen, *Estrategia de la Investigación Experimental*, Madrid: marcombo, 2015.
- [26] A. Garza Mercado, *Manual de técnicas de investigación para estudiantes*, Septima ed., Mexico D.F.: El colegio de Mexico, 2009, pp. 3-4.
- [27] R. Ruíz, *El Método Científico y sus Etápas*, Mexico D.F.: Grijalbo, 2007.
- [28] M. Á. Gomez Mendoza, *Investigacion, escritura y publicación*, Primera ed., Bogotá: Ecoe Ediciones, 2010, p. 170.
- [29] H. Ñaupas Paitán y E. Mejía , *Metodología de la Investigación Cuantitativa-Cualitativa y Redaccion de la Tesis*, Cuarta ed., Bogotá: ediciones de la U, 2014, p. 97.
- [30] O. Weis, «Eltima,» *Eltima Publishing*, 11 Diciembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.eltima.com/es/article/rs485-data-logger.html>. [Último acceso: 10 Enero 2020].
- [31] J. Alexon, *Protocolo RS-485*, Madrid: Ingeniería en Microcontroladores, 2017.
- [32] Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura, *Clasificación Internacional Normalizada de la Educación*, Reedición ed., vol. I, París: Instituto de Estadística, 1997, p. 48.
- [33] N. S. Nise, *SISTEMAS DE CONTROL PARA INGENIERÍA*, tercera ed., Mexico: Compañía Editorial Continental, 2006, pp. 16,17,18.
- [34] A. Creus Solé, *Instrumentación Industrial*, Barcelona - España: marcombo, 2011.
- [35] G. A. Leal, «Instrumentación, Control y Supervisión para la Automatizacion de Procesos Industriales,» *Venezuela* , 2012.
- [36] A. D. Helfrick y W. D. Cooper , *Instrumentación Electrónica Moderna y Técnicas de Medición*, Primera ed., Mexico D.F.: PRENTICE-HALL HISPANOAMERICA S.A., 1991.

[37] E. Perez Lopez, Los sistemas SCADA en la automatizacion industrial, Costa rica, 2015, pp. 3-14.

8. ANEXOS

ANEXO I	Selección de Transformadores de Corriente		1-1							
<h1>Gestión de la energía</h1> <h2>Transformadores de corriente: PowerLogic</h2>										
<p>Los Transformadores de corriente de núcleo cerrado de PowerLogic garantizan una fiable medida para la aplicación de medición de la energía, algunas otras marcas ofrecen una clase de precisión de la energía más elevada, sin embargo se debe de tomar en cuenta la precisión de todo el conjunto.</p>										
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="background-color: orange; padding: 2px 5px;">CC</div> <div style="background-color: green; padding: 2px 5px;">MA</div> <div style="background-color: green; padding: 2px 5px;">MB</div> <div style="background-color: green; padding: 2px 5px;">MC</div> <div style="background-color: green; padding: 2px 5px;">MD</div> <div style="background-color: blue; padding: 2px 5px;">DD</div> <div style="background-color: blue; padding: 2px 5px;">DC</div> </div> 										
<p>Transformadores de Corriente de núcleo cerrado</p>										
Referencia	Relación IP/5A	Potencia (VA) Clase de Precisión			TIPO (forma interna)	Diámetro del cable (mm)	Dimensiones de la barra (mm)	Dimensiones externas (ancho x alto x prof.) mm	Cantidad indivisible	Precio \$
		0.5	1	3						
METSECT5CC005	50	-	-	1	CC	Ø 21	-	44 x 65 x 30	1	119.796
METSECT5CC008	75	-	1,5	2,5					1	118.916
METSECT5CC010	100	2	2,5	3,5					1	118.578
METSECT5CC015	150	3	4	5					1	127.414
METSECT5CC020	200	4	5,5	6					1	81.524
METSECT5MB025	250	3	4	-	MB	Ø 26	12 x 40 15 x 32	60 x 85 x 43	1	153.496
METSECT5MB030	300	4	7	-					1	96.234
METSECT5MB040	400	6	8	-					1	96.234
METSECT5MA015	150	3	4	-	MA	Ø 27	10 x 32 15 x 25	56 x 80 x 43	1	130.344
METSECT5MA020	200	4	7	-					1	130.344
METSECT5MA025	250	6	8	-					1	130.344
METSECT5MA030	300	8	10	-					1	138.140
METSECT5MA040	400	10	12	-					1	145.286
METSECT5MC025	250	3	5	-	MC	Ø 32	10 x 40 20 x 32 25 x 25	70 x 95 x 45	1	103.092
METSECT5MC030	300	5	8	-					1	103.092
METSECT5MC040	400	8	10	-					1	108.073
METSECT5MC050	500	10	12	-					1	161.055
METSECT5MC060	600	12	15	-					1	199.444
METSECT5MC080	800	10	18	-	MD	Ø 40	12 X 50 20 X 40	70 x 95 x 45	1	200.766
METSECT5MD050	500	4	6	-					1	230.096
METSECT5MD060	600	6	8	-					1	222.476
METSECT5MD080	800	8	12	-	1	245.450				
METSECT5DD100	1000	10	15	-	DD / DC	-	34 x 84	96 x 116 x 58	1	383.531
METSECT5DD125	1250	12	15	-					1	360.556
METSECT5DD150	1500	15	20	-					1	383.531
METSECT5DC200	2000	25	30	-			52 x 127	125 x 160 x 40	1	585.963
METSECT5DC250	2500	30	50	-					1	613.568
METSECT5DC300	3000	30	50	-	1	613.568				
METSECT5DC400	4000	30	50	-	1	644.336				



3. Medición y Calidad de Energía

La aplicación eficaz de la eficiencia energética hoy en día es un requerimiento necesario, que involucra el compromiso de todos los usuarios de la energía en todos sus niveles, desde la generación hasta el consumo. Schneider Electric es el único fabricante global que ofrece un portafolio completo, asegurando un ahorro energético eficiente, continuo y sostenido en el tiempo.

Vea este capítulo en
su versión digital

bit.ly/2IRf0P5



Life Is On

Schneider
Electric

Hoja de características del producto

Características

METSEPM5110

PM5110 analizador con modbus - hasta 15th H -
1DO 33 alarmas - Panel



especificas de los usuarios

Principal

Gama	PowerLogic
Nombre del producto	PowerLogic PM5001
Nombre corto del dispositivo	PM5110
Tipo de producto o componente	Central de medida

Complementario

Análisis de calidad de energía	Hasta armónico 15
Aplicación del dispositivo	Supervisión de potencia
Tipo de medición	Corriente Tensión Frecuencia Factor de potencia Energía Potencia activa y reactiva
Supply voltage	100...415 V CA 45..0.65 Hz 125...250 V CC
Frecuencia de red	50 Hz 60 Hz
[In] Corriente nominal	1 A 5 A
Type of network	1P + N 3P + N 3P
Maximum power consumption in VA	10 VA en 415 V
Señalizaciones en local	80 ms 120 V CA típico 100 ms 230 V CA típico 100 ms 415 V CA típico
Tipo de pantalla	LCD retroiluminada
Resolución de la pantalla	128 x 128
Velocidad de muestreo	64 muestras/ciclos

¡gati! Esta documentación no pretende sustituir ni debe utilizarse para determinar la adecuación o la fiabilidad de estos productos para aplicación

Tipo de entrada analógica	tensión (impedancia 5 MOhm) corriente (impedancia 0.3 MOhm)
Tensión de medida	35...690 V CA 45..0,65 Hz entre fases 20...400 V CA 45..0,65 Hz entre fase y neutro
Frecuencia	45...65 Hz
Número de entradas	0
Precisión de medida	Energía activa +/- 0.5 % Energía reactiva +/- 2 % Potencia activa +/- 0.5 % Potencia aparente +/- 0.5 % Frecuencia +/- 0.05 % Factor de potencia +/- 0.005 % Corriente +/- 0.5 % Tensión +/- 0.5 %
Clase de precisión	Clase 0.5S energía activa acorde a IEC 62053-22
Número de salidas	1 digital
Communication port protocol	Modbus RTU y ASCII en 9,6, 19,2 y 38,4 kbaudios Par/Impar o ninguna - 2 cables, aislamiento 2500 V JBUS
Soporte del puerto de comunicación	RS485
Registro de datos	Sellado de tiempo Valores instantáneos mín./máx.
Conexiones - terminales	Circuito tensión, estado 1 bloque de terminales de tornillo4 Circuito de control, estado 1 bloque de terminales de tornillo2 Transformador de corriente, estado 1 bloque de terminales de tornillo6 Circuito salida/entrada, estado 1 bloque de terminales de tornillo6 RS485 link, estado 1 bloque de terminales de tornillo4
Tipo de montaje	Montaje enrasado
Soporte de montaje	Marco
Normas	UL 61010-1 EN 50470-3 EN 50470-1 IEC 62053-22 IEC 60529 IEC 62053-24 IEC 61557-12
Certificaciones de producto	CE acorde a IEC 61010-1 CULus acorde a UL 61010-1
Anchura	96 mm
Profundidad	72 mm
Altura	96 mm
Peso del producto	380 g
Entorno	
Compatibilidad electromagnética	Límites para emisiones de corrientes armónicasClase A acorde a IEC 61000-3-2 Descarga electrostáticalevel 4 ((*)) acorde a IEC 61000-4-2 Conducted rf disturbancesNivel 3 acorde a IEC 61000-4-6 Campo magnético a frecuencia eléctricalevel 4 ((*)) acorde a IEC 61000-4-8 Emisiones conducidas e irradiadasClase b acorde a EN 55022
Grado de protección IP	Frontal, estado 1 IP52 acorde a IEC 60529 Cuerpo, estado 1 IP30 acorde a IEC 60529
Humedad relativa	5...95 % en 50 °C
Grado de contaminación	2
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...70 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C
Altitud máxima de funcionamiento	2000 m
Sostenibilidad de la oferta	
Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium

Link150 Ethernet gateway

Technical specifications

Link150	
Weight	175 g without packing
Dimensions (HxWxD)	72 x 105 x 71 mm
Mounting	DIN rail
Power-over-Ethernet (PoE)	Class 3
Power supply	24 V DC (-20/+10 %) or Power over Ethernet (PoE Class 3 IEEE 802.3 af) at 15 W
Consumption (typical)	24 V DC, 130 mA at 20 °C PoE 48 V DC, 65 mA at 20 °C
Ambient operating temperature	-25 to 70 °C
Ambient storage temperature	-40 to 85 °C
Humidity rating	5 % to 95 % relative humidity (without condensation) at +55°C
Pollution Degree	Level 2
IP Ratings	On the front panel (wall-mounted enclosure): IP4x Connectors: IP20 Other parts: IP30

Regulatory/standards compliance for electromagnetic interference

Emissions (radiated and conducted)	EN 55022/EN 55011/FCC class A
Immunity for industrial environments:	
electrostatic discharge	EN 61000-6-2
radiated RF	EN 61000-4-2
electrical fast transients	EN 61000-4-3
surge	EN 61000-4-4
conducted RF	EN 61000-4-5
power frequency	EN 61000-4-6
magnetic field	EN 61000-4-8

Regulatory/standards compliance for safety

Safety - IEC	IEC 60950
Safety - UL★	UL 60950 UL 61010-2-201
EMC	IEC 6100-6-2
Australia	C-tick - RCM
Sustainability	Green Premium

Serial ports

Number of ports	2 (1 available at a time)
Types of ports	RS-232 or RS-485 (2-wire or 4-wire), depending on settings
Protocol	Modbus, Serial
Baud rates	19200 bps (factory setting), 2400 bps, 4800 bps, 9600 bps, 38400 bps, 56000 bps★★, 57600 bps★★
Maximum number of connected devices	32 (directly) 247 (indirectly)

Ethernet ports (used as a switch)

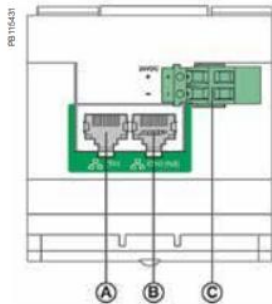
Number of ports	2
Type of port	10/100BASE-TX (802.3af) por
Protocol	HTTP, Modbus TCP/IP, FTP, SNMP (MIB II)

★ Dual listed for US and Canada

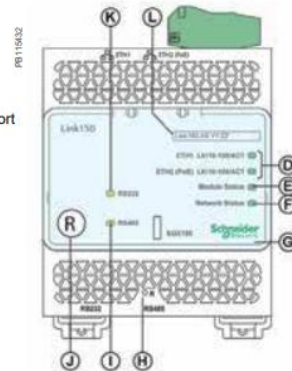
★★ Only available when Physical Interface is set to RS-232 and Transmission Mode is set to Modbus ASCII

Link150 Ethernet gateway

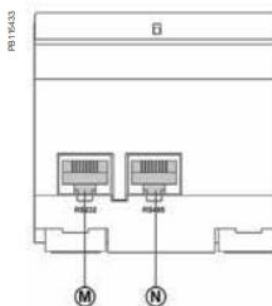
Parts



- Ⓐ Ethernet 1 communication port
- Ⓑ Ethernet 2 (PoE) communication port
- Ⓒ Midspan PoE injector

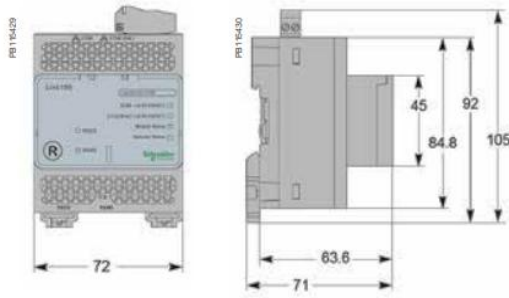


- Ⓓ Ethernet communication LEDs
- Ⓔ Module status LED
- Ⓕ Network status LED
- Ⓖ Sealable transparent cover
- Ⓗ IP reset pin
- Ⓙ RS-485 traffic status LED
- ⓫ Device soft restart button (Accessible through closed cover)
- Ⓚ RS-232 traffic status LED
- Ⓛ Device name label

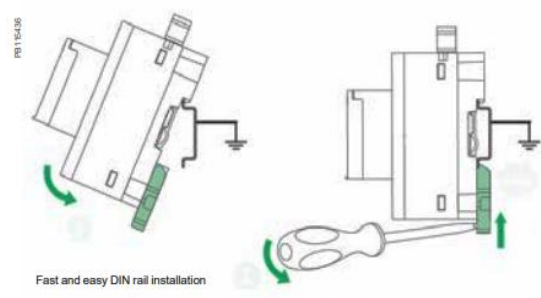


- Ⓜ RS-232 port
- Ⓝ RS-485 port

Dimensions



DIN rail mounting



Fast and easy DIN rail installation

See appropriate Installation Guide for this product.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

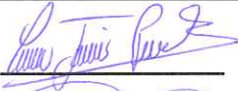



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

Carrera de Ingeniería Eléctrica

**MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE
ADQUISICIÓN DE DATOS Y MONITOREO DE LA
CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN N°02 DE LOS
LABORATORIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA
DE COTOPAXI**



LATACUNGA – COTOPAXI – ECUADOR

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Cristian Pumashunta Guido Achote	Ing. Carlos Francisco Pacheco Mena M.Sc.	Ing. Eduardo Hinojosa
Firmas:  	Firma: 	Firma: 

1	OBJETIVO
----------	-----------------

Realizar la puesta en marcha del equipo, basándose en la conexión de encendido para así visualizar el funcionamiento de todos los elementos que interactúan en el sistema.

2	INTRODUCCIÓN
----------	---------------------

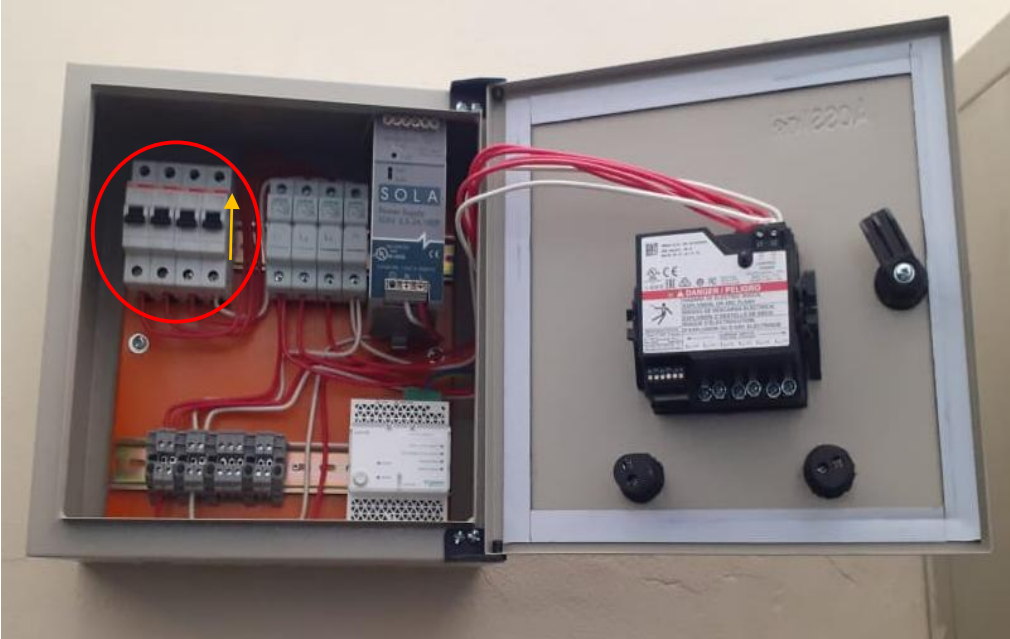
En el presente manual se podrá comprender los diferentes pasos para el correcto funcionamiento y puesta en marcha del sistema de adquisición de datos y monitoreo.
Con la ayuda de una pasarela EGX150 y el respectivo conjunto de elementos, se dará una explicación de cómo se procede a dar funcionamiento al mismo.

3	PASOS PARA LA PUESTA EN MARCHA DEL TABLERO DE CONTROL
----------	--

1) Cerciorarse que la luz piloto verde este encendida, caso contrario observar la posición de los breakers.



2) Ver si los Breakers están en posición de encendido



3) Visualizar que el medidor de energía se encienda completamente.



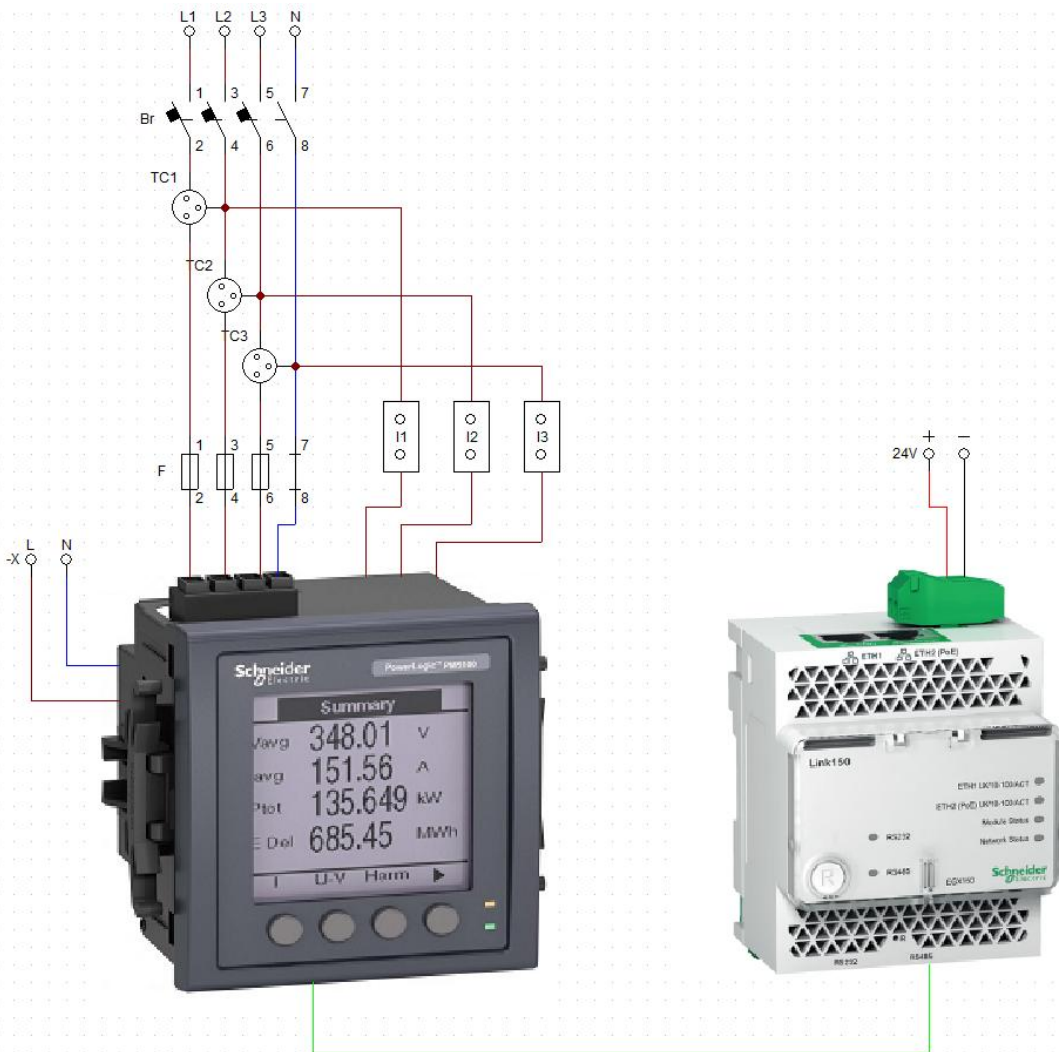
4) Visualizar que la Pasarela EGX150 se encienda completamente.



5) Seguidamente procedemos al encendido de la computadora para la visualización de las magnitudes.

4 RECOMENDACIONES

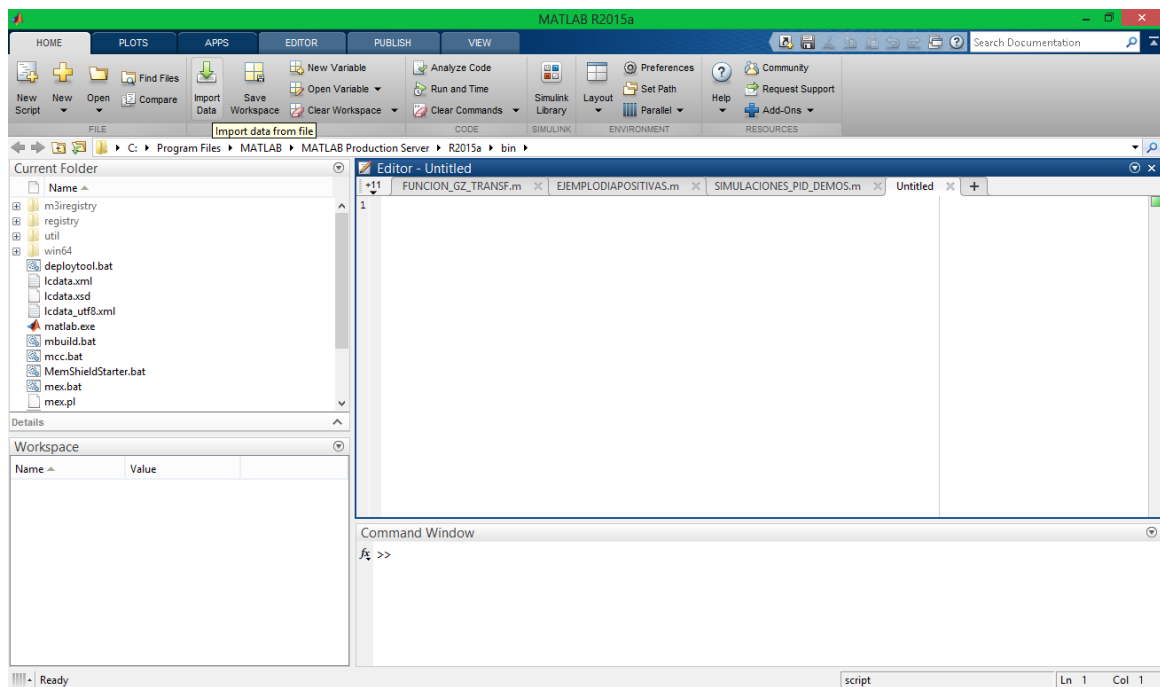
- En el presente manual se podrá comprender los diferentes procedimientos que se deberá realizar dentro del funcionamiento del sistema de monitoreo y adquisición de datos.
- El tablero de control funciona automáticamente, lo único que se debe realizar es visualizar las magnitudes eléctricas en el ordenador.
- El usuario puede detener en cualquier momento el funcionamiento del tablero de control.
- Tener precaución al momento de encender el medidor de energía, ya que se está expuesto a riesgo eléctrico y altos voltajes.



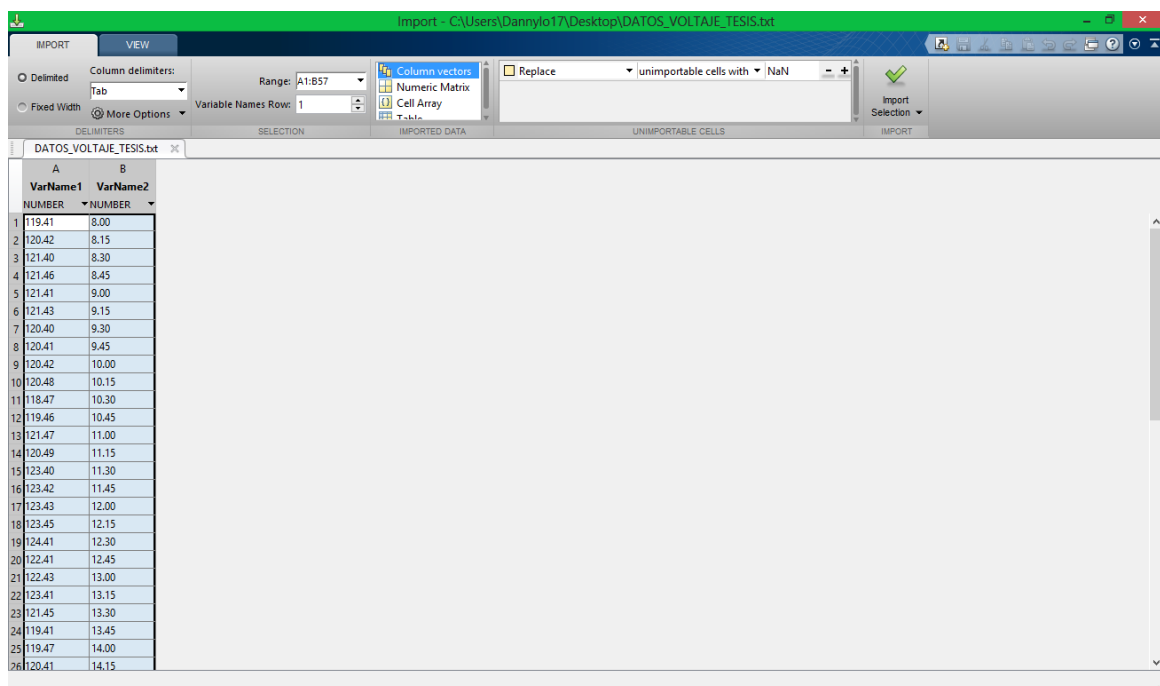






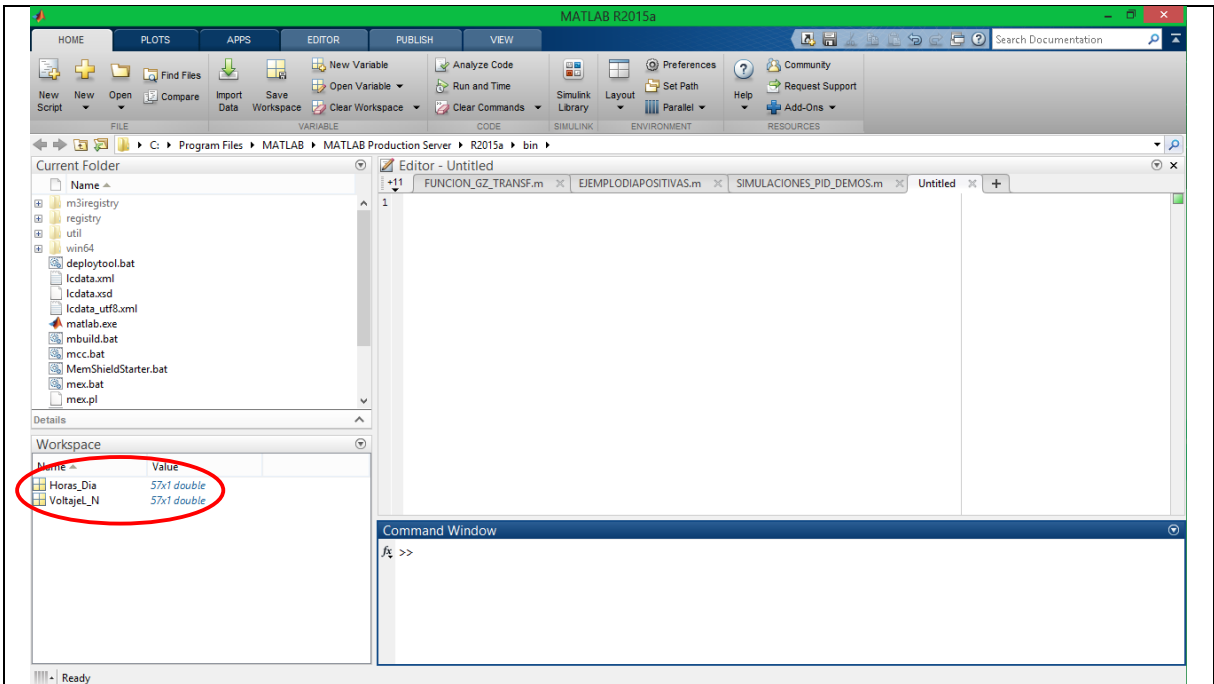


Primero abrimos el programa y seleccionamos la opción Import Data.

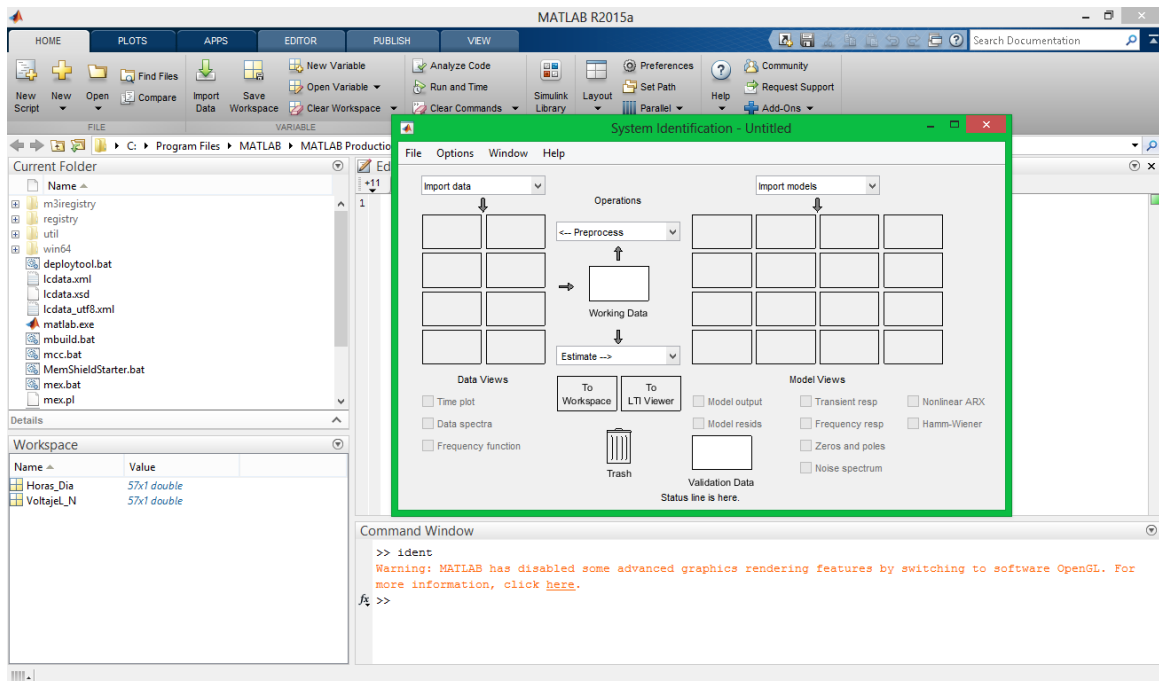


Una vez importado los datos, se nos desplegará una nueva ventana donde aparecerán los datos de voltaje en filas y columnas.

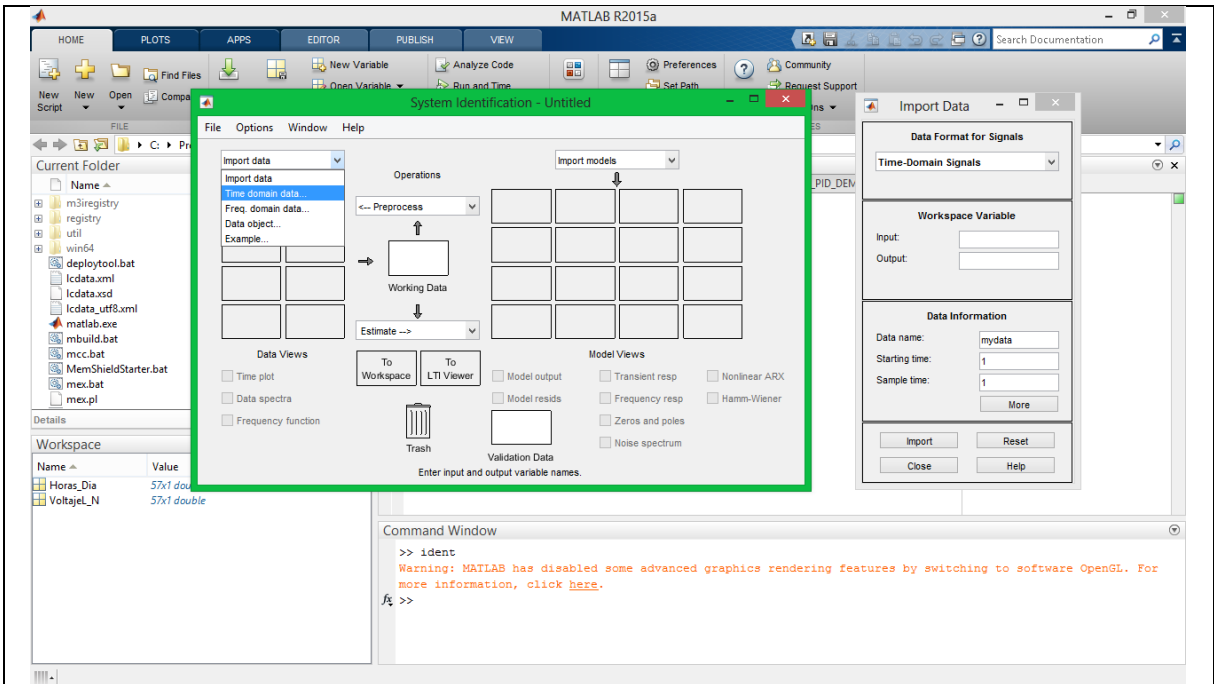
8AM – 22 PM



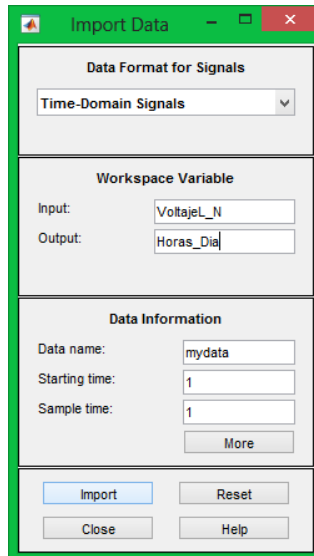
De ahí nos aparecerá en forma de matrices las variables de voltaje y horas.



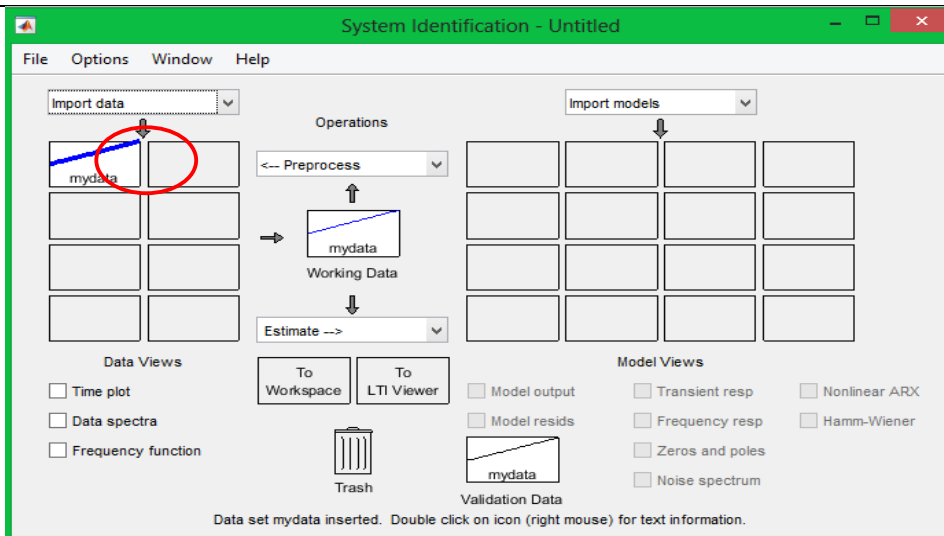
Paso siguiente mandamos a llamar al comando IDENT en el command window, y se aparecerá una nueva ventana llamada System Identification.



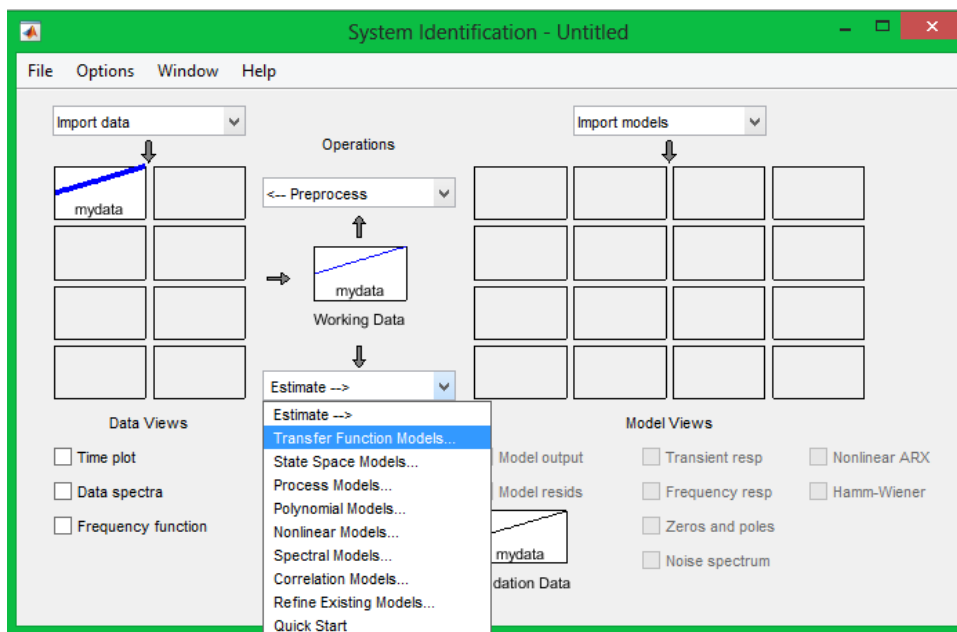
Despues seleccionamos en la ventana system identification la opción Time domian data y se abrirá una nueva ventana para importar los datos.



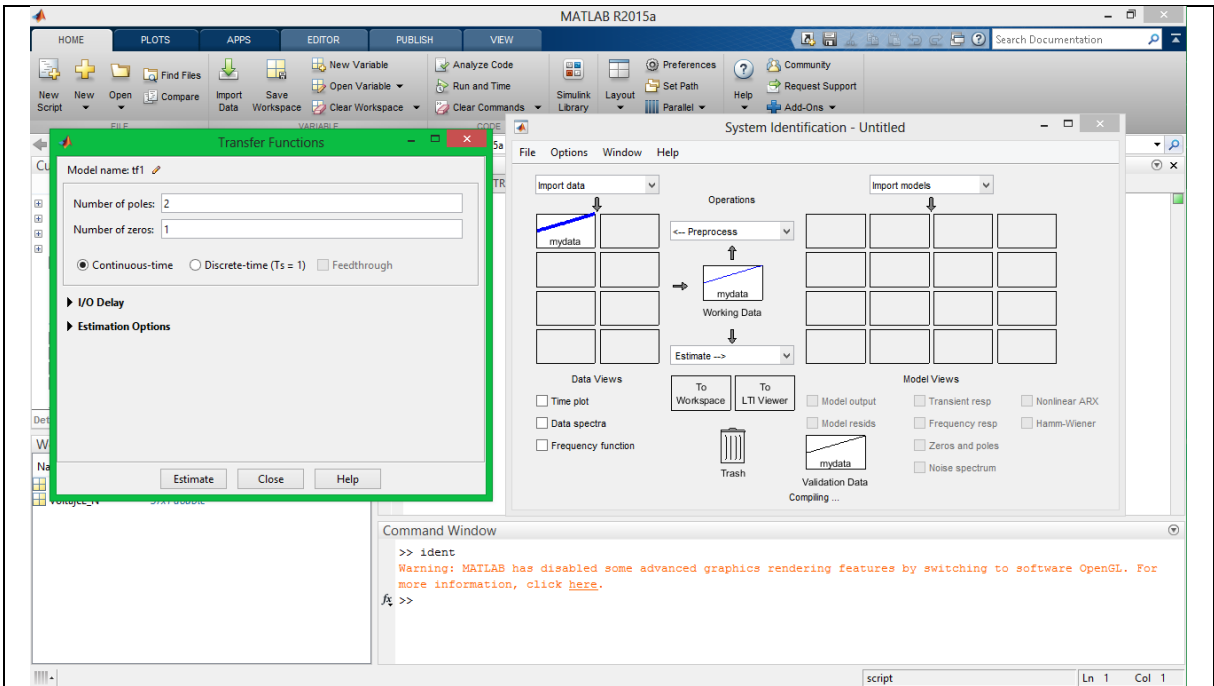
Declaramos las variables de entrada y salida tal como se muestra en la figura.



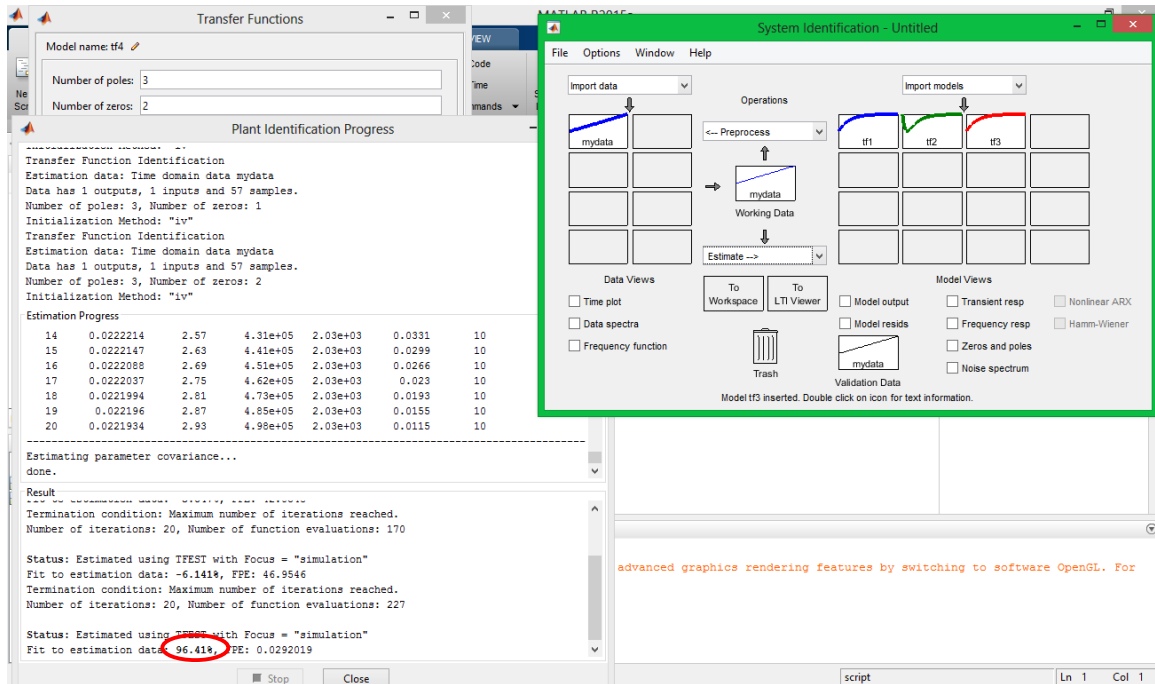
Una vez importado los datos nos aparecerá una curva, la cual será el objeto de estudio para la determinación de la función de transferencia.



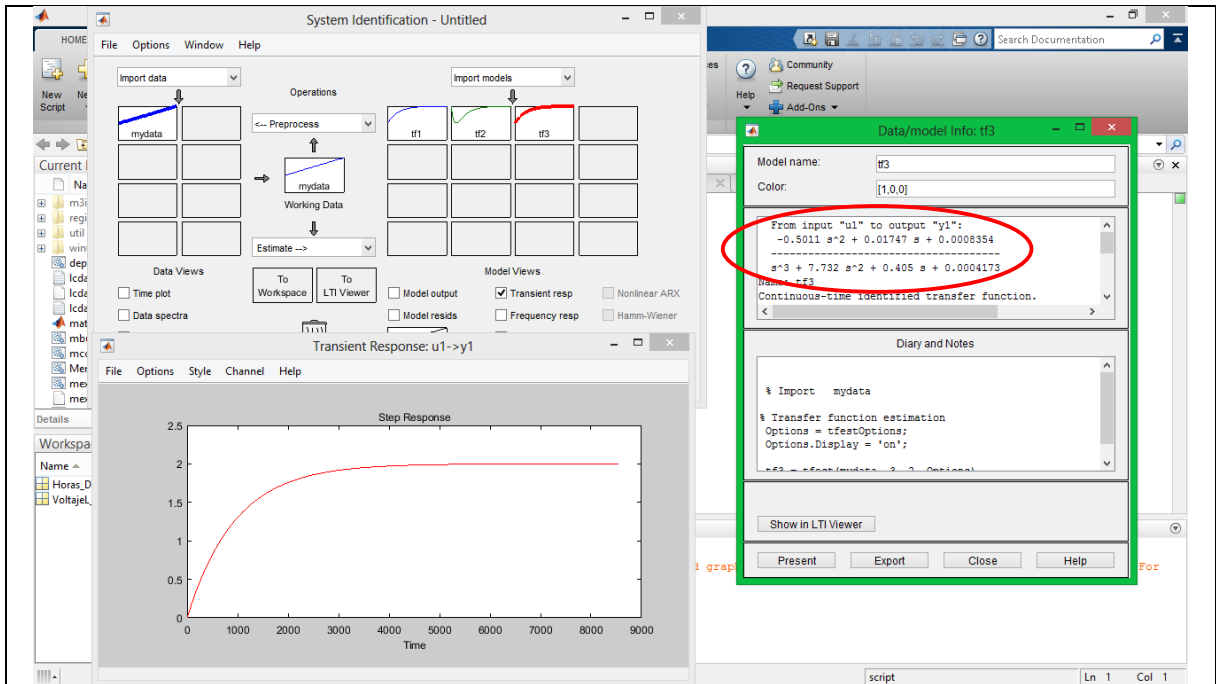
Luego seleccionamos la opción Transfer Funtions Models.



Luego seleccionamos el número de polos y zeros para la función de transferencia, en nuestro caso escogimos 3 polos y 2 zeros y damos click en estimate.



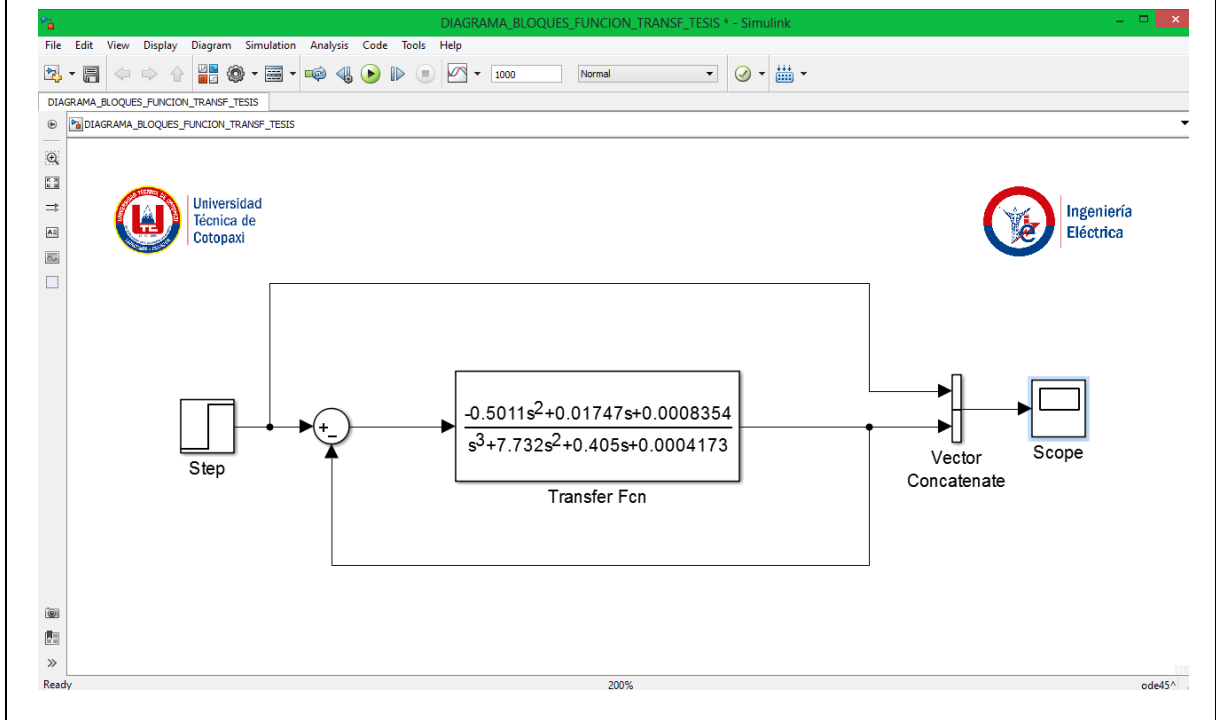
Después de eso nos indicará el porcentaje de confiabilidad del sistema, en caso de que el porcentaje sea menor al 80% se tendrá que seleccionar distintos números de polos y zeros hasta conseguir un porcentaje mayor al 80%.



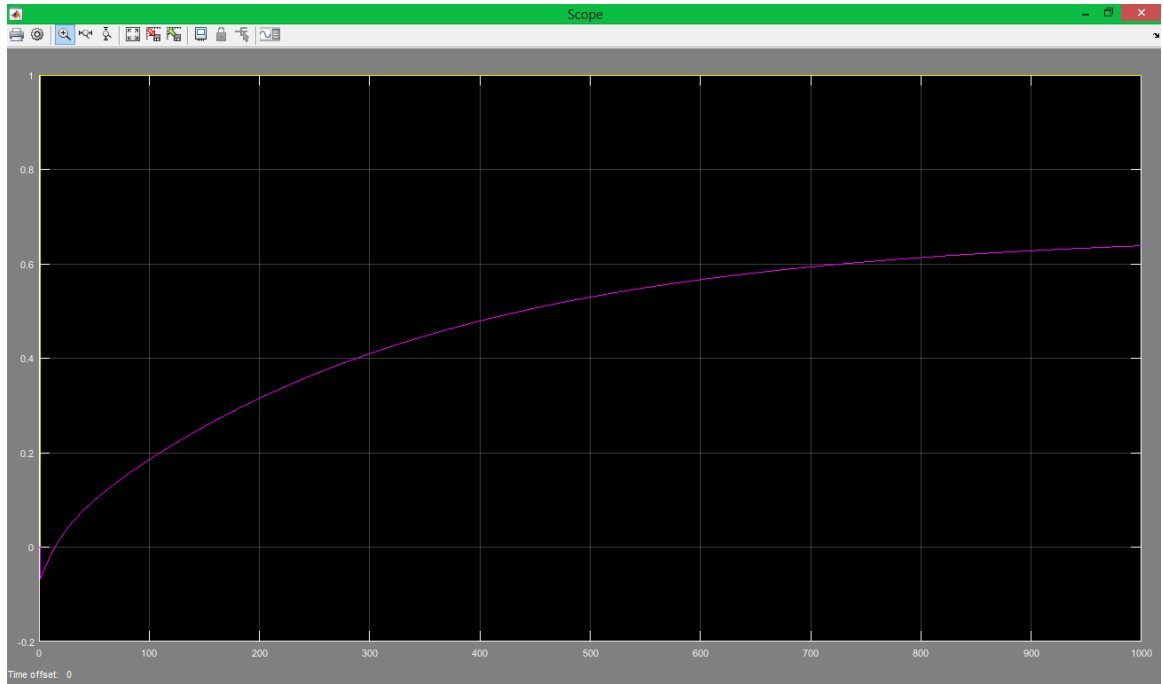
Después damos doble click en la curva de más alto porcentaje y se abrirá una nueva ventana indicándonos la función de transferencia de los datos de voltaje.

Finalmente realizamos en el SIMULINK el esquema con los diagramas de bloques para observar el comportamiento de la curva y el tiempo de respuesta del sistema ante cualquier perturbación.

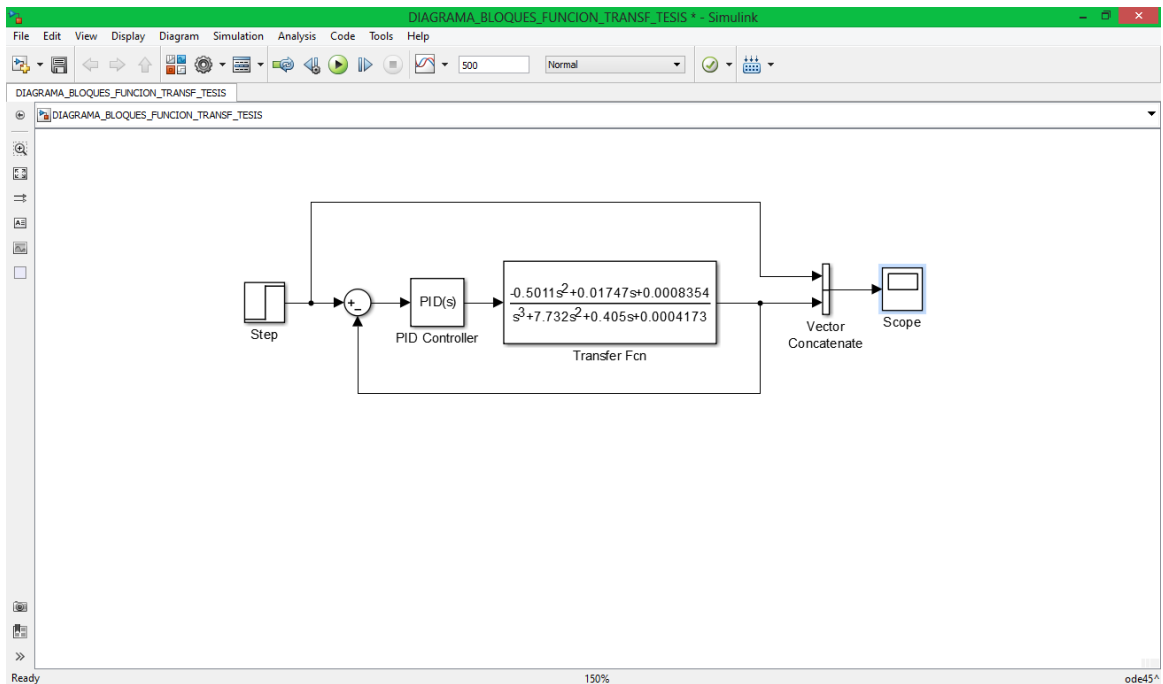
En el siguiente diagrama se podrá observar la curva de comportamiento del sistema sin la ayuda de un Control PID.



Como se puede observar la curva tiende a un tiempo de respuesta muy largo y el sistema se desestabiliza, por ende, se implementará un control PID para el corregimiento del tiempo y curva del sistema.



A continuación, se observa la implementación del control PID y su posterior simulación para verificar si se obtuve la ayuda en la curva de estabilidad del sistema.



MATLAB R2015a

Function Block Parameters: PID Controller

This block implements continuous- and discrete-time PID control algorithms and includes advanced features such as anti-windup, external reset, and signal tracking. You can tune the PID gains automatically using the "Tune..." button (requires Simulink Control Design).

Controller: PID Form: Parallel

Time domain:
 Continuous-time
 Discrete-time

Main PID Advanced Data

Controller parameters

Source: internal [Compensator formula](#)

Proportional (P): 1

Integral (I): 1

Derivative (D): 0

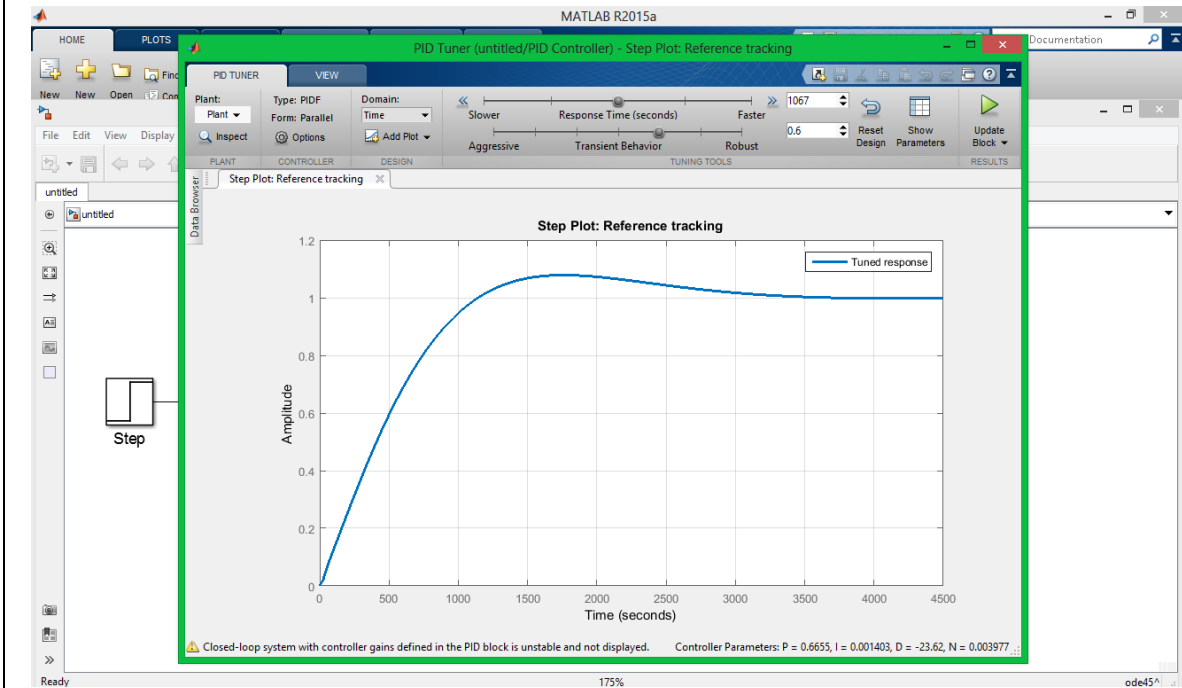
Filter coefficient (N): 100

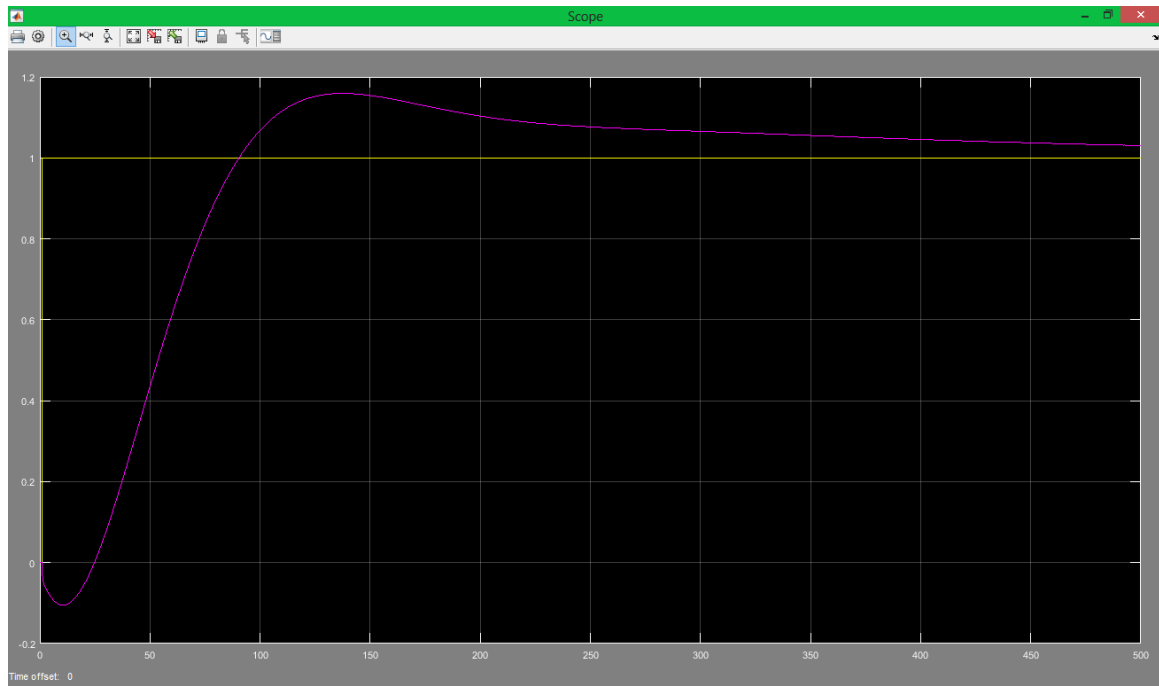
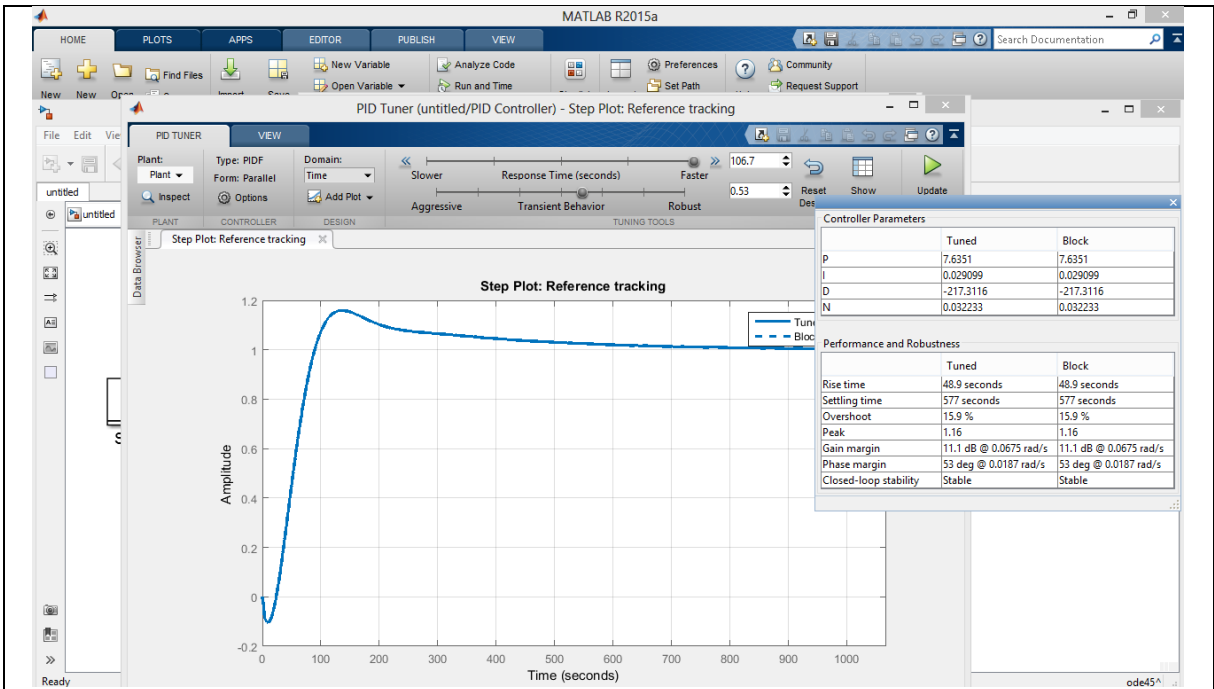
$P + I \frac{1}{s} + D \frac{N}{1 + N \frac{1}{s}}$

Tune...

Initial conditions

OK Cancel Help Apply











UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

Carrera de Ingeniería Eléctrica

MANUAL DE PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA DE
ADQUISICIÓN DE DATOS Y MONITOREO DE LA
CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN N°02 DE LOS
LABORATORIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA
DE COTOPAXI

LATACUNGA – COTOPAXI – ECUADOR

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Cristian Pumashunta Guido Achote	Ing. Carlos Francisco Pacheco Mena M.Sc.	Ing. Eduardo Hinojosa
Firmas:  	Firma: 	Firma: 

A continuación, se muestra la programación de la puerta de enlace EGX150 de Schneider Electric.

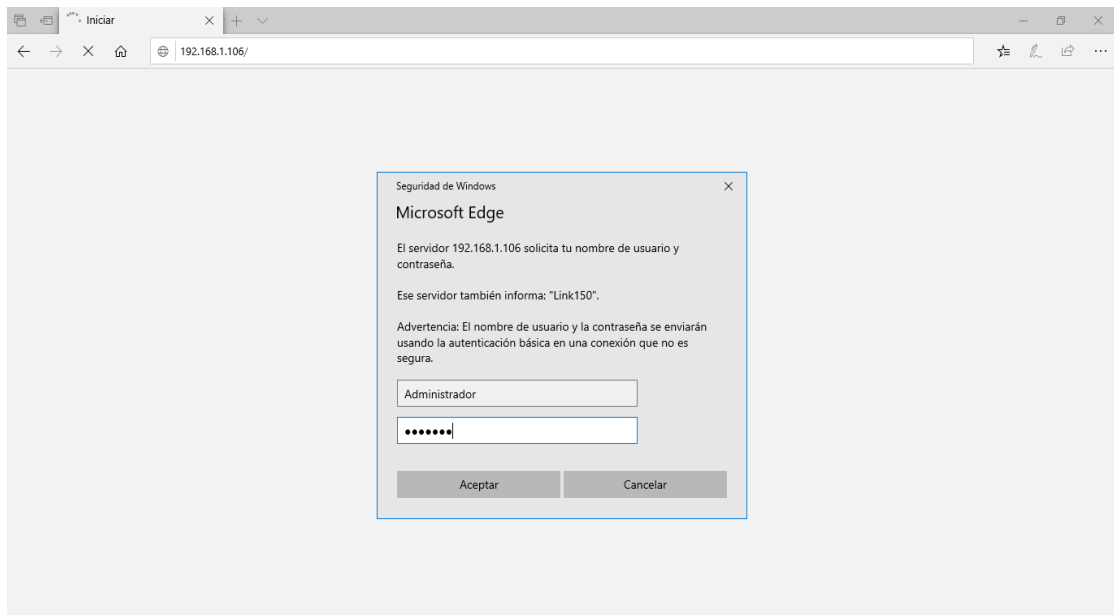


Figura 45: Programación de la puerta de enlace EGX150 de Schneider Electric, [16].

1) Una vez ingresado al programa debemos configurar el dispositivo para poder realizar el proyecto de comunicación y adquisición de datos.

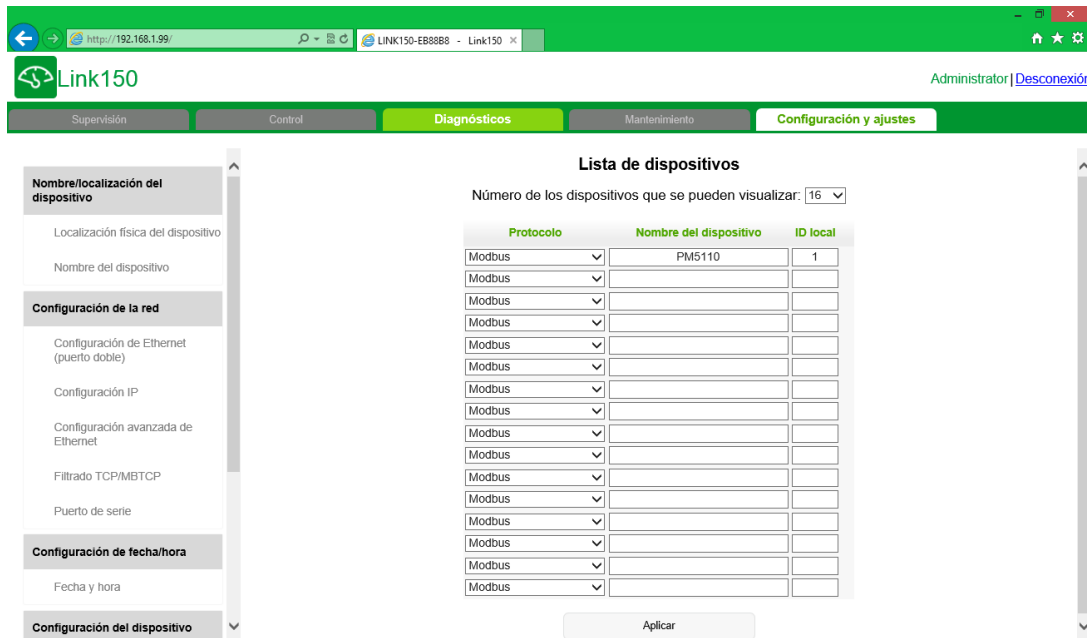


Figura 46: Programación de la puerta de enlace EGX150 de Schneider Electric (Lista de Dispositivos), [16].

2) Primero debemos configurar la IP para poder acceder al dispositivo mediante la red.

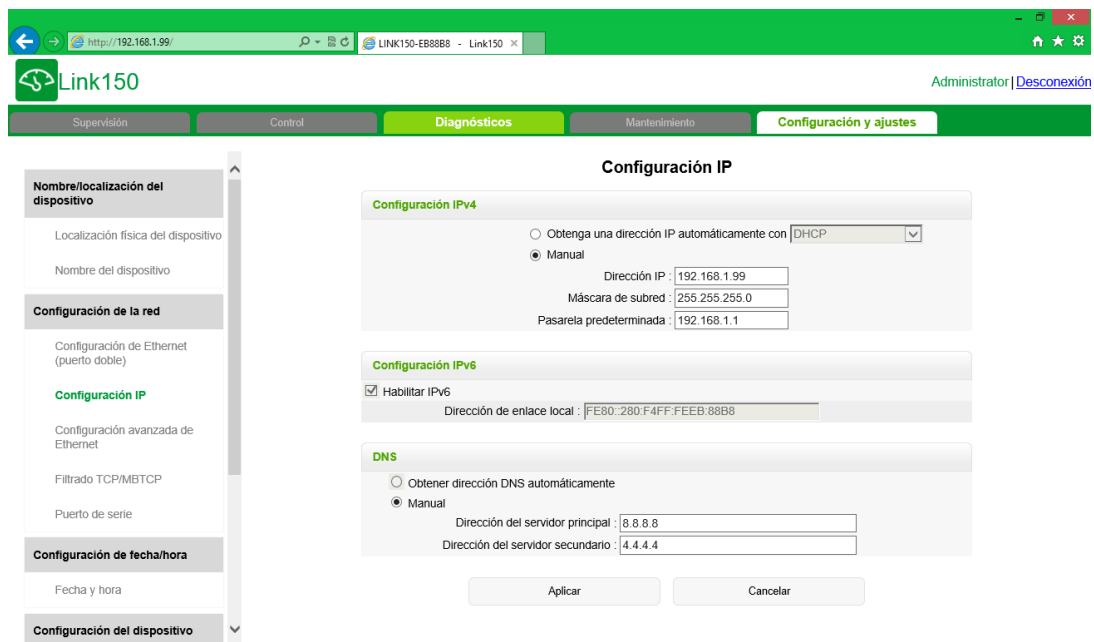


Figura 47: Programación de la puerta de enlace EGX150 de Schneider Electric (Configuración IP), [16].

3) Después debemos configurar la comunicación con los dispositivos esclavos en serie, mediante el protocolo RS-485.

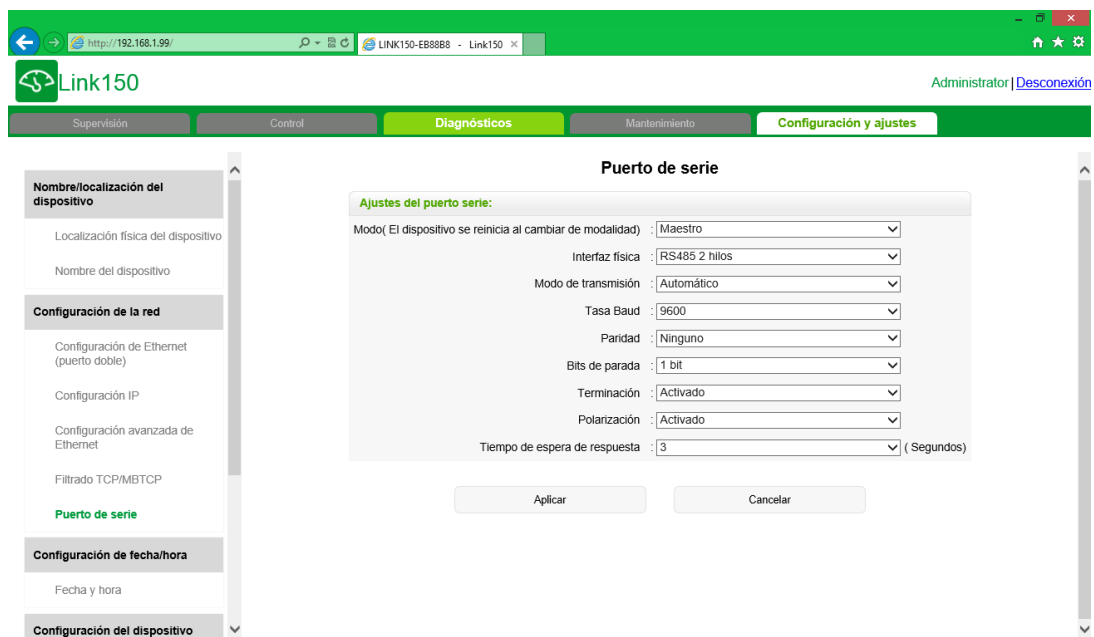


Figura 48: Programación de la puerta de enlace EGX150 de Schneider Electric (Configuración protocolo), [16].

4) Seguidamente debemos seleccionar la comunicación con el internet, el cual es el protocolo Modbus TCP/IP.

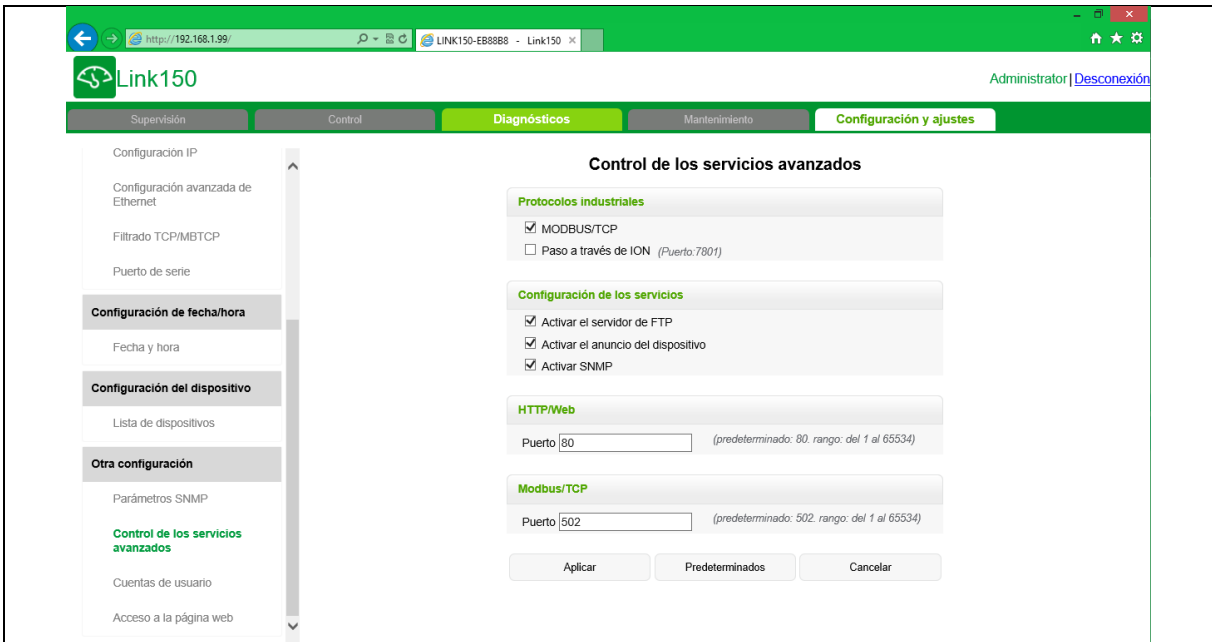


Figura 49: Programación de la puerta de enlace EGX150 de Schneider Electric (Control de Servicios Avanzados), [16].

5) Después damos click en la pestaña de Diagnósticos para poder visualizar las estadísticas de comunicación de la puerta de enlace con los dispositivos conectados mediante protocolo RS-485. (Medidor PM5110).

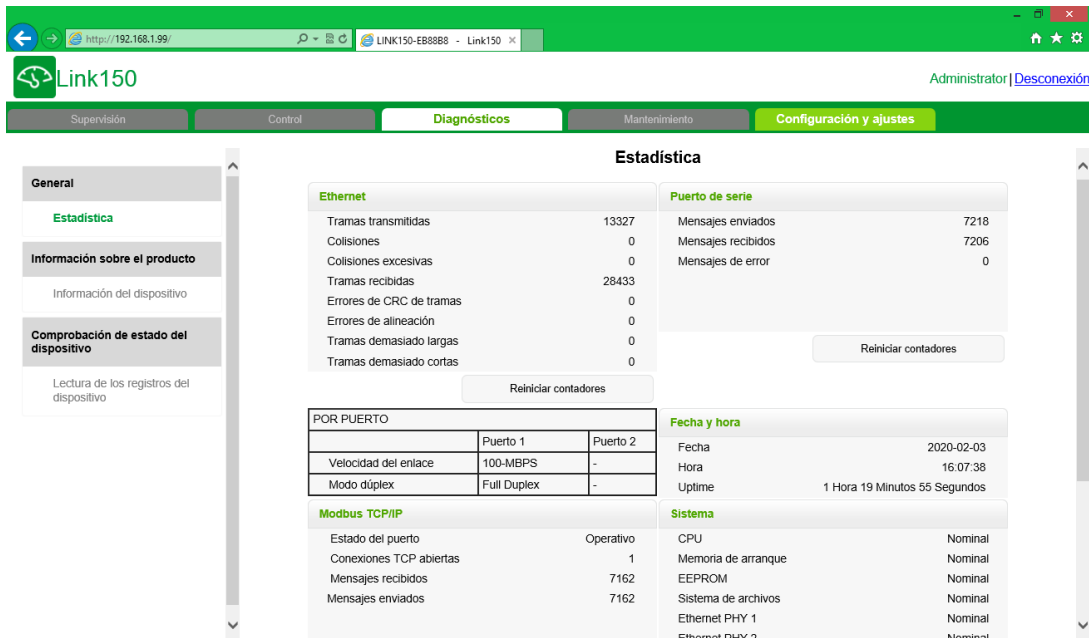


Figura 50: Programación de la puerta de enlace EGX150 de Schneider Electric (Estadísticas), [16].

6) Finalmente procedemos a verificar si es que hay comunicación entre ambos dispositivos, para ello damos click en lectura de registros del dispositivo.

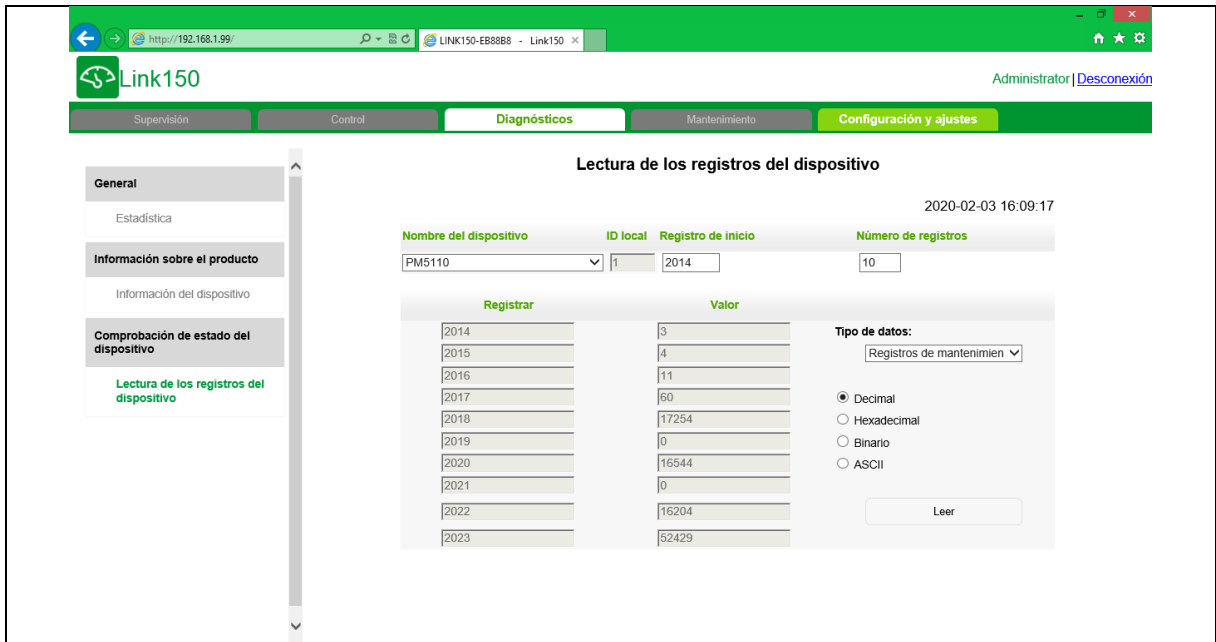


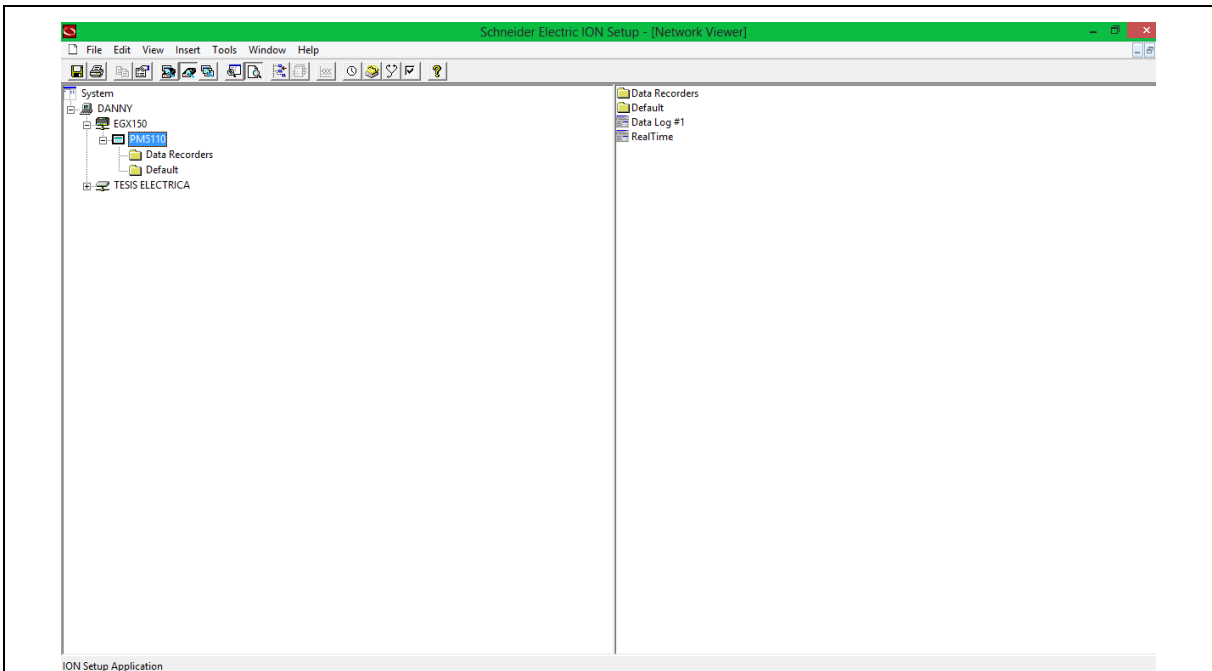
Figura 51: Programación de la puerta de enlace EGX150 de Schneider Electric (Lectura de registros), [16].

MONITOREO DE LOS PARÁMETROS ELECTRICOS

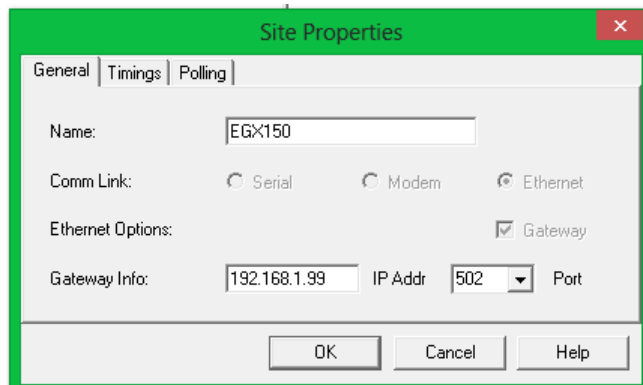
7) Para el monitoreo de los datos abrimos el programa ION Setup V3.2 de Schneider Electric, previamente instalado en el ordenador del encargado de los laboratorios.



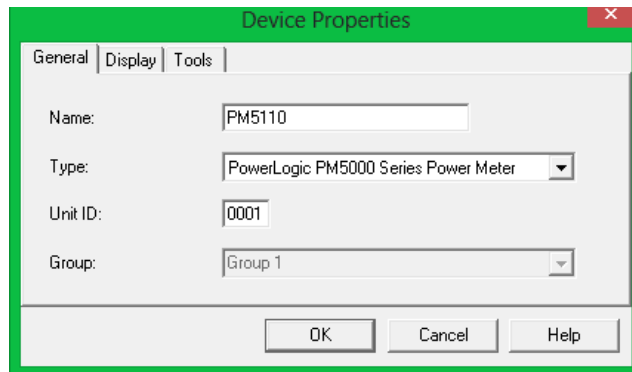
8) Después procedemos a la visualización del panel principal del programa ION Setup V3.2 de Schneider Electric.



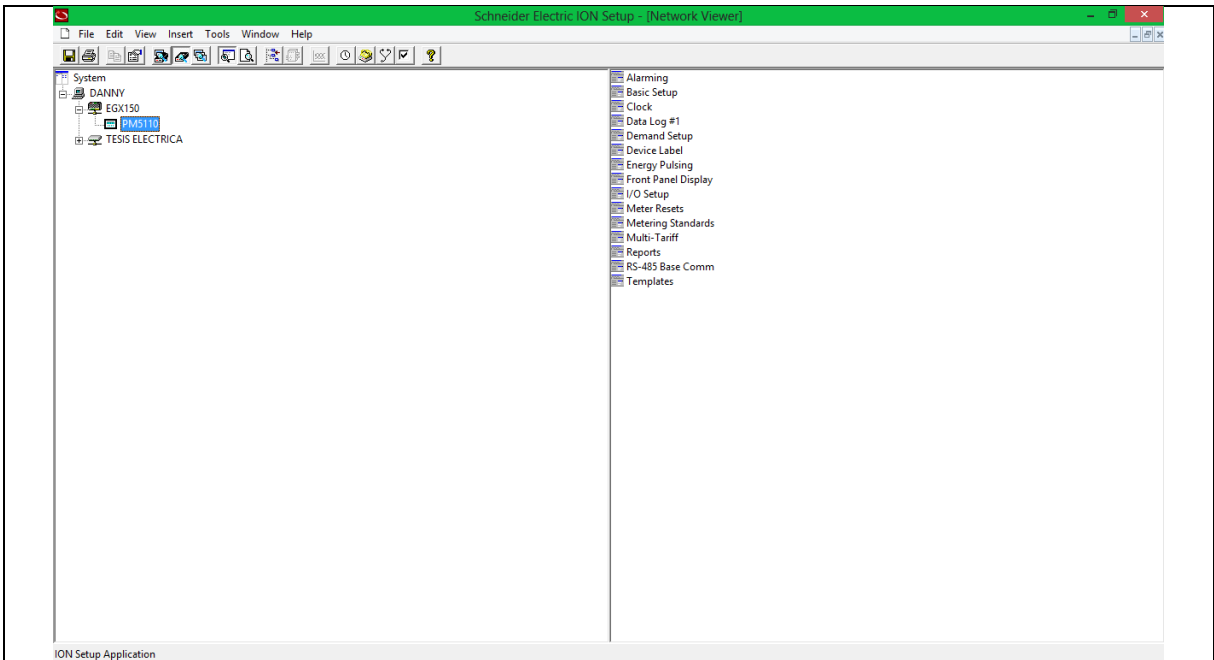
9) Después procedemos a abrir el proyecto en panel principal del programa ION Setup V3.2 de Schneider Electric, donde nos indica la configuración de la pasarela EGX150.



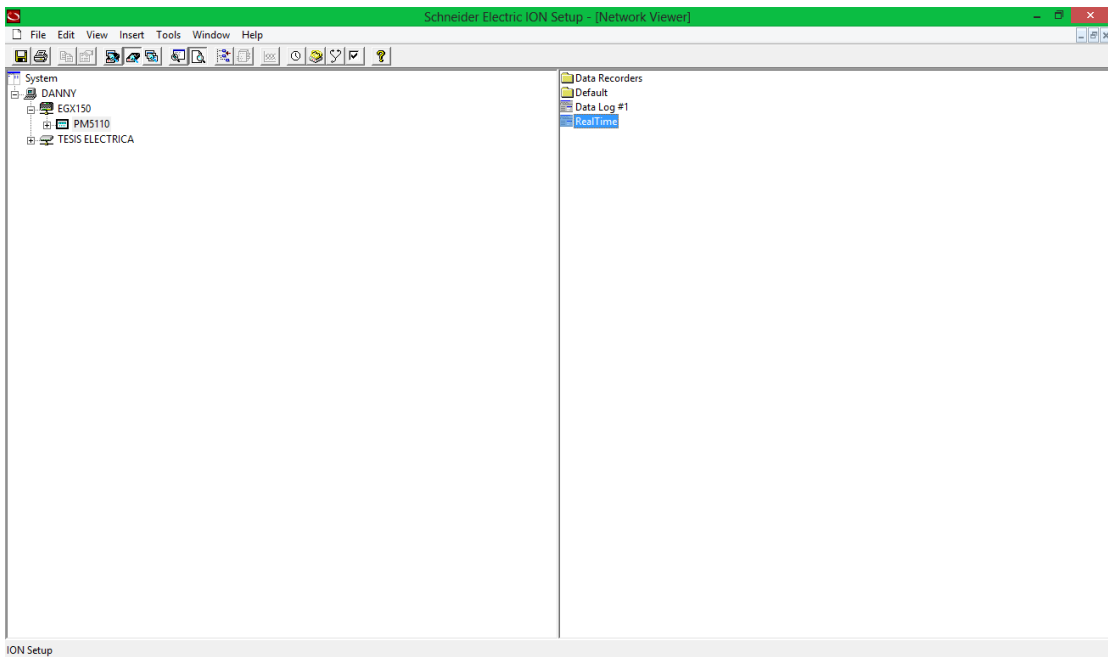
10) Después damos click en comprobación del dispositivo, donde debemos configurar el dispositivo Medidor de Energía.



11) Después se despliega una ventana donde aparece la pantalla de configuración del dispositivo esclavo.



12) Después damos click en VIEW para seleccionar la opción Data Screens y seleccionar la opción Real Time y poder visualizar los datos del medidor en tiempo real.



14) Finalmente se desplegará la ventana con los datos en tiempo real del medidor de energía.

Schneider Electric ION Setup - [EGX150 - PMS110 - RealTime]

File Edit View Insert Tools Window Help

Volts, Amps and Power Demand Energy

10/02/2020 14:38:19	Total	Phase A	Phase B	Phase C
Volts L-N	126.16	126.93	129.22	123.16
Volts L-L	217.38	218.63	219.52	215.44
Amps	0.01	0.00	0.01	0.01
KW	0.00	0.00	0.00	0.00
KVA	0.00	0.00	0.00	0.00
KVAR	0.00	0.00	0.00	0.00
Power Factor	-0.753	-1.000#10	-0.524	-0.897
Frequency	60.03			
Amps 14	0.00			

ION Setup Application

Schneider Electric ION Setup - [EGX150 - PMS110 - RealTime]

File Edit View Insert Tools Window Help

Volts, Amps and Power Demand Energy

10/02/2020 14:38:51	Present	Last	Peak
kW Demand	0.00	0.00	-0.02
KVAR Demand	0.00	0.00	0.00
KVA Demand	0.00	0.00	0.02

Upload complete