



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD

MODALIDAD: PROPOUESTA TECNOLÓGICA

Título:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y ADQUISICIÓN DE DATOS EN LAS CAMARAS DE TRANSFORMACIÓN N°1 Y N°2 PARA EVALUAR LOS INDICES DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS MATRIZ”

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magister en Electricidad
mención Sistemas Eléctricos de Potencia

Autor:

Carlos Francisco Pacheco Mena

Tutor:

Ph.D. Secundino Marrero Ramírez

**LATACUNGA –ECUADOR
2021**

AVAL DE TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y ADQUISICIÓN DE DATOS EN LAS CAMARAS DE TRANSFORMACIÓN N°1 Y N°2 PARA EVALUAR LOS INDICES DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS MATRIZ" presentado por Pacheco Mena Carlos Francisco, para optar por el título magíster en Electricidad mención sistemas eléctricos de potencia

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y se considera que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación para la valoración por parte del Tribunal de Lectores que se designe y su exposición y defensa pública.

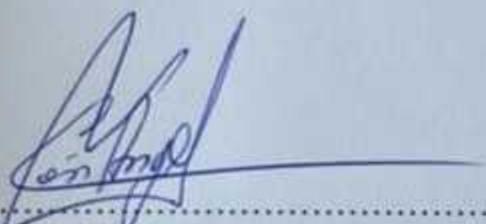
Latacunga, julio de 26 del 2021


.....
Ph.D. SECUNDINO MARRERO RAMÍREZ
Tutor

AVAL DEL TRIBUNAL

El trabajo de Titulación: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y ADQUISICIÓN DE DATOS EN LAS CAMARAS DE TRANSFORMACION N°1 Y N°2 PARA EVALUAR LOS INDICES DE CONSUMO DE ENERGÍA ELECTRICA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS MATRIZ, ha sido revisado, aprobado y autorizado su impresión y empastado, previo a la obtención del título de Magíster en Educación Inicial; el presente trabajo reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la exposición y defensa.


Latacunga, julio de 26 del 2021



.....
Ms.C. Angel León
0502041353
Presidente del tribunal



.....
Ms.C. Marco León
0502305402
Lector 2



.....
Ms.C. Carlos Quinatoa
0503287864
Lector 3

RESPONSABILIDAD DE AUTORIA

Quien suscribe, declara que asume la autoría de los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de titulación.

Latacunga, julio de 26 del 2021



.....
Pacheco Mena Carlos Francisco
0503072902

RENUNCIA DE DERECHOS

Quien suscribe, cede los derechos de autoría intelectual total y/o parcial del presente trabajo de titulación a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Latacunga, julio de 26 del 2021



.....
Pacheco Mena Carlos Francisco
0503072902

AVAL DEL PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

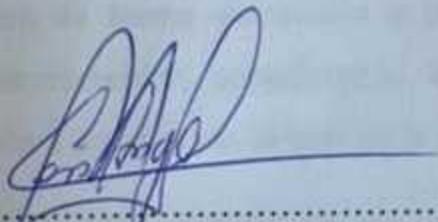
CIENCIAS EN INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE POTENCIA

TRABAJO DE TITULACIÓN: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y ADQUISICIÓN DE DATOS EN LAS CAMARAS DE TRANSFORMACIÓN N°1 Y N°2 PARA EVALUAR LOS INDICES DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS MATRIZ

Quien suscribe, declara que el presente Trabajo de Titulación: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y ADQUISICIÓN DE DATOS EN LAS CAMARAS DE TRANSFORMACIÓN N°1 Y N°2 PARA EVALUAR LOS INDICES DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS MATRIZ contiene las correcciones a las observaciones realizadas por los lectores en sesión científica del tribunal.

Latacunga, julio de 26 del 2021



.....
Ms.C. Ángel León
0502041353

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD
MENCIÓN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

Título: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y ADQUISICIÓN DE DATOS EN LAS CAMARAS DE TRANSFORMACIÓN N°1 Y N°2 PARA EVALUAR LOS INDICES DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS MATRIZ”

Autor: Pacheco Mena Carlos Francisco

Tutor: Secundino Marrero Ramírez

RESUMEN

La presente propuesta tecnológica trata sobre la implementación de un sistema de monitoreo y adquisición en la cámara de transformación N°1 y N° 2 en donde el propósito de su desarrollo está enfocado en el uso de protocolos de comunicación entre dispositivos de tal forma que se pueda registrar los datos que se están generando por medio de la automatización del sistema de monitoreo, el cual está conformado por un Medidor Pac3220, vinculado a la pasarela Simatic IoT2040 de Siemens, de tal forma que se genera un proceso, donde los datos se lean, procesen y envíen de forma automática a la nube, esta acción se basa en un proceso ordenador/servidor, considerando que los protocolos de comunicación y la conexión a internet son la base de la industria 4.0 o el Internet of Things (IoT).

Las principales características que ofrece este sistema se destaca la posibilidad de supervisar de manera remota las condiciones del consumo energético que se está dando en las diferentes jornadas académicas de la universidad Técnica de Cotopaxi, de igual modo se dispone de una conectividad a internet, la cual permite que se desarrolle de manera más eficiente la capacidad de la recopilación y registro de datos, sobre las mediciones tomadas por los equipos y sus respectivas fluctuaciones en base al funcionamiento de las instalaciones.

PALABRAS CLAVE: Medidor, Adquisición, Monitoreo, NodeRED, Consumo.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO MAESTRÍA EN
ELECTRICIDAD
MENCIÓN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

TITLE: "DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A MONITORING AND DATA ACQUISITION SYSTEM IN THE TRANSFORMATION CHAMBERS N°1 AND N°2 TO EVALUATE THE ELECTRIC ENERGY CONSUMPTION RATES IN THE TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI CAMPUS MATRIZ."

Author: Pacheco Mena Carlos Francisco

ABSTRACT

This technological proposal deals with the implementation of a monitoring and acquisition system in the transformation chamber No. 1 and No. 2 where the purpose of its development is focused on the use of communication protocols between devices in such a way that the data being generated by the automation of the monitoring system can be recorded, which is done by a Pac3220 Meter, linked to the Siemens Simatic IoT2040 gateway, in such a way that a process is generated, where data is read, processed and sent automatically to the cloud, this action is based on a computer/server process, considering that communication protocols and internet connection are the basis of industry 4.0 or the Internet of Things (IoT). Among the main features offered by this system is the ability to remotely monitor the conditions of energy consumption that is occurring in the different academic days of the Technical University of Cotopaxi, likewise it has an internet connectivity, which allows to develop more efficiently the ability to collect and record data on the measurements taken by the equipment and their respective fluctuations based on the operation of the facilities.

KEY WORDS: Meter, Acquisition, Monitoring, NodeRED, Consumption.

Alison Paulina Mena Barthelotty, con cédula de identidad número: 0501801252 Licenciada en Ciencias de la Educación especialidad Inglés, con número de registro de la SENESCYT: 1020-06-657642 **CERTIFICO** haber revisado y aprobado la traducción al idioma inglés del resumen del trabajo de investigación con el título: "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y ADQUISICIÓN DE DATOS EN LAS CAMARAS DE TRANSFORMACIÓN N°1 Y N°2 PARA EVALUAR LOS INDICES DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS MATRIZ"; de Pacheco Mena Carlos Francisco, aspirante a Magister en Electricidad mención Sistemas Eléctricos de Potencia.

Latacunga, julio, 2021

Lic. Alison Mena Barthelotty MSc.
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS UTC
CC: 0501801252



CENTRO
DE IDIOMAS

INDICE DE CONTENIDOS

AVAL DE TUTOR.....	ii
AVAL DEL TRIBUNAL.....	iii
RESPONSABILIDAD DE AUTORIA	iv
RENUNCIA DE DERECHOS.....	v
AVAL DEL PRESIDENTE DEL TRIBUNAL.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
INDICE DE CONTENIDOS	ix
INDICE DE FIGURAS.....	xiii
INDICE DE TABLAS	xv
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES.....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
OBJETIVO GENERAL	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
JUSTIFICACIÓN	4
CAPÍTULO I.....	5
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA – METODOLÓGICA.....	5
1.1. Antecedentes de la investigación o fundamentación del estado del arte ..	5
1.2. Fundamentación Teórica.....	7
1.2.1. Introducción.....	7
1.2.2. Cámara de Transformación.....	7
1.2.3. Transformador de Potencia.....	8

1.2.4. Tipos de Transformadores	8
1.2.5. Elementos de Protección.....	11
1.2.6. Pararrayos	12
1.2.7. Medidores Electrónicos de Energía	13
1.2.8. Medidor de Energía SENTRON PAC 3220	14
1.2.9. Características del Sentron PAC 3220.....	15
1.2.10. Tipos de Medidores por su Configuración	16
1.2.10. Protocolos de Comunicación	17
1.2.11. Protocolo PROFIBUS.....	20
1.2.12. Base de Datos	20
1.2.13. HMI.....	21
1.2.14. Pasarela de Comunicación SIMATIC IoT 2040.....	23
1.3. Fundamentación Metodológica	25
1.3.1. Enfoque Cuantitativo	25
1.3.2. Tipos de Investigación	25
1.3.3. Técnicas de recolección de información.....	26
1.3.4. Definición de hipótesis	27
1.3.5. Procedimientos y análisis de la información	27
1.4. Conclusiones del Capítulo I.....	28
CAPÍTULO II	30
2. PROPUESTA	30
2.1. Título del Proyecto	30
2.2 Objetivo del proyecto	30
2.3 Justificación de la propuesta	30
2.4 Fundamentación de la propuesta.....	30

2.5 Metodología o procedimientos empleados para el cumplimiento de los objetivos planteados.....	31
2.5.1. Diseño del sistema de control para la adquisición de datos.....	31
2.5.2. Requerimientos Generales	32
2.6 Arquitectura, diseños, planos detallados de la propuesta	37
2.7 Requerimientos de hardware y software.....	37
2.7.1. Configuración de la SIMATIC IOT2040.....	37
2.7.2. Comunicación MODBUS	37
2.7.3. Desarrollo del código de programación.....	39
2.7.4. Configuración y diseño del Software del sistema.....	42
2.7.5. TIA PORTAL V15	49
2.7.6. Plataformas de visualización remota	52
2.8 Costo de Implementación	54
2.9 Conclusiones Capítulo II	55
CAPÍTULO III.....	56
3. APLICACIÓN Y/O VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA	56
3.1 Análisis de los resultados.....	56
3.1.1. Niveles de Voltaje en la Cámara de Transformación N°1	57
3.1.2. Niveles de Corriente en la Cámara de Transformación N°1.....	58
3.1.3. Niveles de Potencia Activa en la Cámara de Transformación N°1	58
3.1.4. Niveles de Potencia Reactiva en la Cámara de Transformación N°1 ..	59
3.1.5. Niveles de Potencia Aparente en la Cámara de Transformación N°1 .	59
3.1.6. Niveles de Distorsión Armónica (THD) en la Cámara de Transformación N°1	60
3.1.7. Niveles de Voltaje en la Cámara de Transformación N°2	60
3.1.8. Niveles de Corriente en la Cámara de Transformación N°2.....	61

3.1.9. Niveles de Potencia Activa en la Cámara de Transformación N°2	62
3.1.10. Niveles de Potencia Reactiva en la Cámara de Transformación N°2	62
3.1.11. Niveles de Potencia Aparente en la Cámara de Transformación N°2	63
3.1.12. Niveles de Distorsión Armónica (THD) en la Cámara de Transformación N°2.....	63
3.1.13. Niveles de Voltaje en el Bloque B.....	64
3.1.14. Niveles de Corriente en el Bloque B	65
3.1.15. Niveles de Potencia Activa en el Bloque B	65
3.1.16. Niveles de Potencia Reactiva en el Bloque B.....	66
3.1.17. Niveles de Potencia Aparente en el Bloque B	66
3.1.18. Niveles de Distorsión Armónica (THD) en el Bloque B	67
3.1.19. Niveles de Voltaje en el Bloque Antiguo	67
3.1.20. Niveles de Corriente en el Bloque Antiguo	68
3.1.21. Niveles de Potencia Activa en el Bloque Antiguo.....	69
3.1.22. Niveles de Potencia Reactiva en el Bloque Antiguo	69
3.1.23. Niveles de Potencia Aparente en el Bloque Antiguo.....	70
3.1.24. Niveles de Distorsión Armónica (THD) en el Bloque Antiguo.....	70
3.2 Validación técnica -económica de los resultados	71
3.3. Conclusiones del III capítulo. -.....	71
4. CONCLUSIONES GENERALES	71
5. RECOMENDACIONES	72
6. REFERENCIAS	73
7. ANEXOS	80

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Transformador acorazado (SHELL)	9
Figura 1.2: Transformador de columnas.....	9
Figura 1.3: Pararrayos.....	12
Figura 1.4: Medidor de energía Sentron PAC 3220	15
Figura 1.5: Conexión de un medidor de tipo monofásico.....	16
Figura 1.6: Conexión de un medidor de tipo trifásico	17
Figura 1.7: Conexión de un medidor de tipo trifásico y un neutro.....	17
Figura 1.8: Pasarela de comunicación SIMATIC IOT2040	25
Figura 2 1: Esquema de conexión para equipos industriales	32
Figura 2.2: Transformadores de corriente de núcleo partido.....	35
Figura 2.3: Simatic IoT2040.....	36
Figura 2.4: Medidor de energía SENTRON PAC3220	36
Figura 2.5: Esquema general de adquisición de datos.....	37
Figura 2.6: Conexión física RJ-45-MODBUS.....	38
Figura 2.7: Configuración SENTRON PAC3220	40
Figura 2.8: Comunicación MODBUS TCP/IP Sentron PAC3220	42
Figura 2.9: Librería NI Modbus de Node-Red.	43
Figura 2.10: Visto general de los parámetros configurados por el SENTRON PAC3220.....	45
Figura 2.11: Funciones del Node-RED al TIA Portal	45
Figura 2.12: Funciones del Node-RED al TIA Portal	46
Figura 2.13: Funciones del Node-RED al TIA Portal	46
Figura 2.14: Diagrama de bloques establecido para los parámetros de configuración del Sentron PAC3220.	47
Figura 2.15: Panel visual del sistema de monitoreo del consumo energético y parámetros eléctricos medidos.	47
Figura 2.16: Diagrama de bloques de programación del HMI para el sistema de monitoreo.	48
Figura 2.17: Diagrama de flujo funcional del sistema de monitoreo.....	49
Figura 2.18: Datos del Node-RED al TIA Portal.....	50

Figura 2.19: Dirección de envío a la pantalla	51
Figura 2.20: Control Manual	51
Figura 2.21: Control Automático.....	52
Figura 2.22: Comunicación con la plataforma ThingSpeak y el Sentron PAC 3220.	54
Figura 3.1: Resultados de los voltajes de la cámara de transformación N°1.....	57
Figura 3.2: Resultados de los voltajes, frecuencia y factor de potencia de la cámara de transformación N°1.....	57
Figura 3.3: Resultados de las corrientes de la cámara de transformación N°1	58
Figura 3.4: Resultados de las potencias activas de la cámara de transformación N°1	58
Figura 3.5: Resultados de las potencias reactivas de la cámara de transformación N°1.....	59
Figura 3.6: Resultados de las potencias aparentes de la cámara de transformación N°1.....	59
Figura 3.7: Resultados de las distorsiones armónicas THD de la cámara de transformación N°1	60
Figura 3.8: Resultados de los voltajes de la cámara de transformación N°2.....	60
Figura 3.9: Resultados de los voltajes, frecuencia y factor de potencia de la cámara de transformación N°2.....	61
Figura 3.10: Resultados de las corrientes de la cámara de transformación N°2..	61
Figura 3.11: Resultados de las potencias activas de la cámara de transformación N°2.....	62
Figura 3.12: Resultados de las potencias reactivas de la cámara de transformación N°2.....	62
Figura 3.13: Resultados de las potencias aparentes de la cámara de transformación N°2.....	63
Figura 3.14: Resultados de las distorsiones armónicas THD de la cámara de transformación N°2	63
Figura 3.15: Resultados de los voltajes del Bloque B	64

Figura 3.16: Resultados de los voltajes, frecuencia y factor de potencia del Bloque B.	64
Figura 3.17: Resultados de las corrientes del Bloque B.	65
Figura 3.18: Resultados de las potencias activas del Bloque B.	65
Figura 3.19: Resultados de las potencias reactivas del Bloque B.	66
Figura 3.20: Resultados de las potencias aparentes del Bloque B.	66
Figura 3.21: Resultados de las distorsiones armónicas THD del Bloque B.	67
Figura 3.22: Resultados de los voltajes del Bloque Antiguo.	67
Figura 3.23: Resultados de los voltajes, frecuencia y factor de potencia del Bloque Antiguo.	68
Figura 3.24: Resultados de las corrientes del Bloque Antiguo.	68
Figura 3.25: Resultados de las potencias activas del Bloque Antiguo.	69
Figura 3.26: Resultados de las potencias reactivas del Bloque Antiguo.	69
Figura 3.27: Resultados de las potencias aparentes del Bloque Antiguo.	70
Figura 3.28: Resultados de las distorsiones armónicas THD del Bloque Antiguo.	70

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros eléctricos para el sistema de monitoreo y adquisición de datos	31
Tabla 2: Levantamiento de cargas del bloque antiguo UTC.	33
Tabla 3: Consumo de energía eléctrica de cada uno de los pisos	33
Tabla 4: Consumo de energía eléctrica de cada uno de los pisos.	34
Tabla 5. Características técnicas de los TC's.	35
Tabla 6. Categorías del cable de red Ethernet.	38
Tabla 7. Magnitudes eléctricas a medir.	40
Tabla 8. Identificación de Variables	44

INTRODUCCIÓN

En esta investigación se va a desarrollar un sistema de monitoreo y adquisición de datos de variables provenientes de sensores industriales localizados en la cámara de transformación N1 y cámara de transformación N2 de la Universidad Técnica de Cotopaxi campus matriz, capaz de recibir señales de campo en forma de corriente y/o voltaje de acuerdo al estándar y presentarlas en una página web, tarjeta de adquisición de datos y la electrónica necesaria para el acondicionamiento de las señales de entrada/salida. Incluirá una aplicación de visualización web la misma que será almacenada, la cual, será diseñada para comunicarse con un equipo portátil con acceso a Internet, proporcionando capacidad de observación y alojamiento en tiempo real de los parámetros eléctricos.

La importancia de un sistema de monitoreo y adquisición de datos ayudara a llevar un registro del consumo de la energía eléctrica con lo cual los datos obtenidos podrán ser visualizados mediante una plataforma virtual; y con ello se observará los datos adquiridos por el Medidor de Energía y por ende la visualización de valores máximos, mínimos y medios de magnitudes eléctricas.

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 Utecina y en especial a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica, obtener y monitorear los datos de las cámaras de transformación con facilidad mediante un sitio web para poder visualizar la calidad de energía consumida, 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 la Universidad Técnica de Cotopaxi.

ANTECEDENTES

Los datos disponibles son almacenados, en general, en uno de los cuatro bancos de datos o rangos de dirección: bobinas, entradas discretas, registros de retención y registros de entrada. Al igual que con gran parte de la especificación, los nombres pueden variar dependiendo de la industria o de la aplicación. Por ejemplo, los registros de retención pueden denominarse como registros de salida y las bobinas pueden denominarse como salidas digitales o discretas. Estos bancos de datos definen el tipo y los derechos de acceso de los datos contenidos. Los dispositivos esclavos tienen acceso directo a estos datos, los cuales son alojados localmente en los dispositivos. Los datos disponibles por medio de Modbus generalmente son un subconjunto de la memoria principal del dispositivo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad en el campus la Matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi, cuenta con dos cámaras, la cuales carece de un sistema de monitoreo del suministro energía; lo cual imposibilita el análisis de calidad de energía en las cámaras de transformación por ende se tiene una restricción para que los estudiantes de la carrera puedan realizar los estudios de calidad de energía y así conocer los datos existentes del consumo de las cargas en toda la Universidad Técnica de Cotopaxi.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La falta de equipos modernos y la carencia de un sistema de monitoreo y adquisición de datos para la realización de un seguimiento en las Cámaras de transformación en la Universidad Técnica de Cotopaxi campus matriz.

OBJETIVO GENERAL

Implementar un sistema de monitoreo y adquisición de datos en las Cámaras de Transformación N°1 y N°2 para la evaluación de índices de consumo de energía eléctrica en la Universidad Técnica de Cotopaxi Campus Matriz.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar mediante referencias bibliográficas sobre los diferentes sistemas de monitoreo y adquisición de datos.
- Diseñar un sistema de monitoreo mediante una interfaz gráfica que sea accesible con el usuario desde cualquier dispositivo fijo con acceso a la web.
- Registrar una base datos los parámetros eléctricos de la Universidad Técnica de Cotopaxi campus la matriz.

SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Tabla 1. Tareas en relación a los objetivos específicos

Objetivos específicos	Actividad (tareas)	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)
Investigar mediante referencias bibliográficas sobre los diferentes sistemas de monitoreo y adquisición de datos	Realizar una investigación de los parámetros a monitorear a través de diferentes ejemplos	Diseño sobre la arquitectura de comunicación en los dispositivos para la visualización de parámetros eléctricos	Libros, Artículos
Diseñar un sistema de monitoreo mediante una interfaz gráfica que sea accesible con el usuario desde cualquier dispositivo fijo con acceso a la web	Revisar cuales son los equipos idóneos para la adquisición de parámetros eléctricos	Diseño sobre la visualización de los datos adquiridos a través de una página web	Investigación de Campo
Registrar en una base datos los parámetros eléctricos de la Universidad Técnica de Cotopaxi campus la matriz	Investigar diferentes bases de datos para visualización de parámetros eléctricos.	Almacenamiento de los parámetros eléctricos en una plataforma virtual	Investigación de Campo

JUSTIFICACIÓN

Los sistemas de medición y adquisición de datos han tenido una gran evolución a nivel mundial, con el objetivo de brindar a los usuarios una mayor confiabilidad y eficiencia a la hora de registrarse los datos, dichos cambios están enfocados en esencia a obtener mayor exactitud en las medidas y transmitir dicha información de forma visual o mediante el uso de un registro de datos sobre el estado del sistema al operador.

El desarrollo del sistema, permite al usuario tener una mayor facilidad y confiabilidad a la hora de obtener los datos de la red eléctrica que se desea monitorear dado que se puede evidenciar las variaciones en las magnitudes eléctricas en tiempo real, además de que el sistema está en la capacidad de permanecer encendido de manera indefinida y mediante esta opción se puede llevar un registro permanente con el tiempo en que se realizó la medición.

Es por esta razón que se implementó un sistema de visión remota, el mismo que permitirá monitorear el consumo energético presente en la cámara de transformación N1 y cámara de transformación N2, sin la necesidad de estar en contacto con los equipos que conforman el sistema de medición. La implementación de la visualización remota (HMI) permitirá que tanto docentes como estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica estén en la capacidad de acceder a un registro de datos real, además de que dará a conocer el funcionamiento básico de las aplicaciones tecnológicas en el campo de la Industria Eléctrica.

En base a los estudios realizados, se puede comprobar que la presente propuesta tecnológica es factible en su aplicación tanto para el ambiente económico, como para el social, debido a que se trata de un tema que no requiere la adquisición de dispositivos con un elevado costo.

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA – METODOLÓGICA

1.1. Antecedentes de la investigación o fundamentación del estado del arte

Tras una revisión de textos y trabajos de mayor relevancia relacionados con el tema propuesto, se pudo encontrar la siguiente información:

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.

Los sistemas SCADA en la automatización industrial, el primer tipo de SCADA se utilizó en aplicaciones tales como tuberías de gas y líquidos, la transmisión y distribución de energía eléctrica y en los sistemas de distribución de agua, para su control y monitoreo automático”, en el cual explica que: la estructura funcional del sistema de visualización y adquisición de datos está enfocado a la estructura maestro-esclavo.

Proyecto de tesis con tema **“Estudio Piloto del Consumo Energético de la Universidad San Francisco de Quito”** expuesto por Cárdenas y Villacreses, 2016): Esta investigación detalla que el consumo de energía eléctrica en la Universidad San Francisco de Quito es un rubro representativo que se ve reflejado en el costo de las planillas de luz eléctrica facturadas mensualmente, resultando de gran interés económico la reducción de dicho consumo, con el objetivo de analizar el consumo energético y desarrollar un plan piloto de ahorro energético para la universidad, determinando los equipos, áreas y ambientes de mayor consumo, para la implementación de soluciones para la reducción de energía eléctrica en el campus [1].

“Diseño e implementación de un sistema de monitoreo y adquisición de datos en la cámara de transformación N.º 2 para evaluar los índices de consumo de energía eléctrica”. Realizado por Guido Achote Guanotasig y Cristian Pumashunta

Guisha, en su propuesta tecnológica de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, concluye que: El sistema de adquisición de datos de la cámara de transformación N°02, se podrá en un futuro realizar estudios y proyectos de calidad de energía y las magnitudes eléctricas se las podrá visualizar en tiempo real, evidenciando además, 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 [2].

“Análisis del rendimiento energético de los transformadores de distribución y su incidencia en la capacidad máxima de carga permisible de la red eléctrica interna de la Universidad Tecnológica Indoamérica sede Quito”. Realizado por Morales Peláez Moisés Javier, en su trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, concluyo lo siguiente: Se determinó que los mayores porcentajes de consumo respecto del total, corresponden a dispositivos multimedia con 27,56 % y a luminarias en segundo con 25,17 %. Existe una diferencia mínima entre ambos, por lo que estos dispositivos se consideran como las principales fuentes de consumo a reducir. En cuanto a la maquinaria instalada en los laboratorios de Ingeniería Industrial, se concluyó que, más allá de las dificultades técnicas y económicas que implicaría su adquisición, sería viable reemplazar o aumentar el número de máquinas y equipos utilizados en esta área, debido a que la capacidad de los transformadores es suficiente para trabajar de forma eficiente con la implementación de esta nueva maquinaria [3].

“Modelo de Auditoria Energética en el Sector Industrial”. Realizado por Ernesto Budia Sánchez, en su proyecto de fin de carrera en la Universidad Carlos III de Madrid, en donde concluye: Existirá mejoras de ahorro y eficiencia energética, poniendo énfasis en varios ejemplos aplicativos en busca de reducción de costos. En caso de suministro energéticos, optimización de potencia contratada, mejoramiento de factores de carga. Mientras que, en el sistema productivo, creación de almacenes pulmón en equipos con elevado consumo, determinación de tiempos óptimos de parada, y otras mejoras aplicables al campo productivo industrial [4].

“Diseño para Centros de Transformación a funcionar en Edificios Residenciales” Realizado por Ricardo Antamba, en su proyecto de titulación de la

Universidad de las Fuerzas Armadas, concluye lo siguiente: 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 [5].

1.2. Fundamentación Teórica

1.2.1. Introducción

La importancia de un sistema de monitoreo y adquisición de datos ayudara a llevar un registro del consumo de la energía eléctrica con lo cual los datos obtenidos podrán ser visualizados por los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica mediante una plataforma virtual; y con ello se observará los datos adquiridos por el Medidor de energía y por ende la visualización de valores máximos, mínimos y medios de magnitudes eléctricas a monitorear.

1.2.2. 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 [6].

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

a. Transformador

- Monofásicos
- Trifásicos

b. Elementos de protección

- Los Pararrayos
- Seccionadores o Fusible

c. En el secundario del transformador intervienen los siguientes elementos

- Los Interruptores Termo magnéticos
- Fusibles tipo NH

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

- Contadores de energía
- Transformador de corriente
- Transformador de potencia
- Amperímetros
- Voltímetros

1.2.3. 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 [7] .

1.2.4. Tipos de Transformadores

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

- Por el Tipo de Núcleo

a. Acorazado (Shell): Tiene como particularidad que el núcleo es el que envuelve a las bobinas [8].

En la figura 1.1 se puede observar un tipo de transformador acorazado (SHELL).

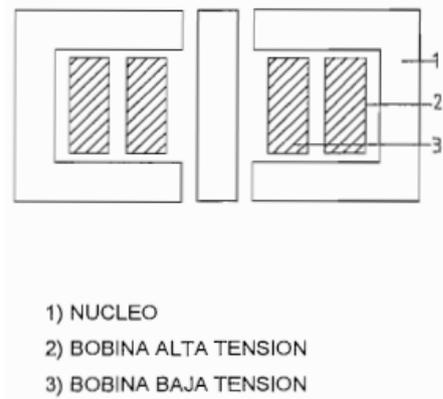


Figura 1.1: Transformador acorazado (SHELL)

Fuente: [8].

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 1.2.

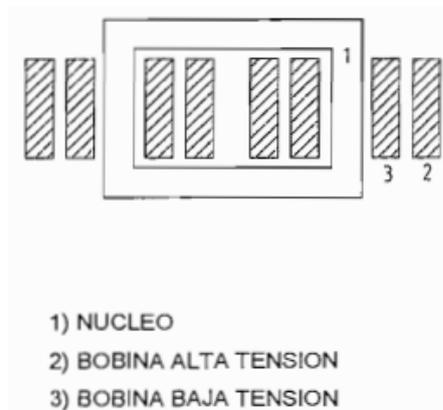


Figura 1.2: Transformador de columnas

Fuente: [8].

Ventajas

- Tiene menor costo
- La impedancia es mayor

Desventajas

- La resistencia mecánica es menor
- La regulación es menor.

- Por el Tipo de Enfriamiento

- OA (Enfriamiento natural)
- OA/FA (Enfriamiento con aire forzado)
- AA (Tipo seco, con enfriamiento seco)
- AFA (Tipo seco, con enfriamiento por aire forzado)

- 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

- Por su Localización

Si son transformadores de gran potencia se recomienda el tipo intemperie debido a su volumen [8].

- Intemperie
- Interior

- Por su Aplicación

- Reductor
- Elevador
- De instrumentos

- Por su Conexión

- Delta Estrella

Estrella/Estrella

Delta/Delta

Estrella/Delta

1.2.5. 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

Sobrecargas

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.

Los aparatos para protegerse contra los cortocircuitos sobrecargas, sobre corrientes son:

Los Fusibles

Interruptores Termomagnéticos

- 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 [6].

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

Potencias superiores a los 300 kVA

Se utilizan seccionadores de potencia tripolares operado

Se utilizan en operación bajo carga con fusibles adosados

Seccionadores de alta tensión

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

Seccionador de cuchilla giratoria

Seccionador de cuchilla deslizante

Seccionador de Potencia

1.2.6. Pararrayos

El pararrayo 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 pararrayo 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 [9].

En la siguiente figura 1.3 se representa pararrayos que se utilizaran en la actualidad y es de tipo, clase “polimérico, oxido, metálico”.

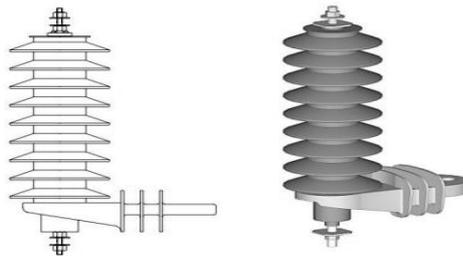


Figura 1.3: Pararrayos

Fuente: [9].

- 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 termomagnéticos 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

1.2.7. 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 [10].

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 [10].

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.

1.2.8. Medidor de Energía SENTRON PAC 3220

El medidor de energía Siemens Sentron PAC3220 es un instrumento que permite la visualización de los parámetros de red más relevantes. A parte de medir los valores de magnitudes eléctricas como tensiones y corrientes, permite también medir la potencia aparente, reactiva, efectiva y valores de energía. Adicionalmente tiene la facultad de medir y mostrar la distorsión de tensión en red (distorsión armónica total) (THD). El medidor de energía Siemens SENTRON PAC3220 muestra los valores de medición a través de una gran pantalla de 96 x 96 mm, con una resolución de 128 x 96 píxeles.

Es un sistema de interfaz Ethernet integrada, con un módulo de ampliación opcional, protección frontal IP 65, medición y visualización de parámetros de red, contador de energía activa, reactiva y aparente.

El usuario puede realizar la configuración a través de cuatro teclas de función situadas en la parte frontal o por medio del software incluido en el envío. La interfaz Ethernet integrada con 10/100 Mbit/s hace a este medidor de energía Siemens SENTRON PAC3220 adecuado para el uso en sistemas de gestión de energía. Los módulos de comunicación opcionales (RS485 o Profibus) permiten integrar al medidor de energía Siemens SENTRON PAC3220 en sistemas de nivel superior [11].



Figura 1.4: Medidor de energía Sentron PAC 3220

Fuente: [11].

1.2.9. Características del Sentron PAC 3220

El multimetro provee continuamente la información del estado de su instalación, suministrando la medición de los valores máximos, mínimos y medios de magnitudes eléctricas tales como tensiones, intensidades de la(s) corriente(s), potencias, energía, frecuencia, factor de potencia, simetría y THD. (Third Harmonic Distortion / Distorsión de Tercera Armónica). Capta más de 50 magnitudes básicas, con 10 medidores de energía, ambos aparatos permiten captar todos los consumos.

La precisión de sus mediciones satisface incluso los elevados requerimientos fijados por las normas vigentes para los medidores de energía eléctrica y, por lo tanto, son apropiados para la contabilización de los costos internos.

El SENTRON PAC3200 puede conectarse en redes monofásicas o polifásicas con y sin conductor neutro. Una particularidad importante es que permite medir en forma directa tensiones de fase de hasta 830 V. Por lo tanto, el instrumento SENTRON PAC3200 se puede utilizar sin problemas en redes de 690 V. Además, podrán realizarse mediciones por medio de transformadores de tensión requiriendo sólo el ajuste correspondiente a la relación de transformación. Las entradas para corrientes fueron diseñadas para mediciones con transformadores de intensidad de /1 A ó /5A.

Permite medir energía activa, reactiva y aparente. Los valores de energía podrán determinarse tanto para la tarifa alta como para la baja, mide los valores de la potencia y energía en los cuatro cuadrantes, es decir, capta por separado cuando el sistema consume energía de la red o cuando la regenera hacia ella.

Además, permite el registro de los valores medios de la potencia activa y reactiva en un período de medición. Estos valores se pueden evaluar por ejemplo en un sistema de gestión de la energía eléctrica para obtener la evolución de la(s) carga(s). Habitualmente los valores medios se miden en períodos de 15 minutos.

La exactitud de las mediciones no tiene precedentes en esta clase de instrumentos: para energía activa y potencia es del 0,5 %, para tensiones del 0,3 % y en el caso de las intensidades de la corriente del 0,2 %. El multimetro puede supervisar un valor máximo o mínimo para un total de hasta seis magnitudes de medición.

La función lógica integrada permite vincular las seis magnitudes de medición supervisadas, está equipado con una entrada y una salida multifuncionales. La salida puede utilizarse como de impulsos, salida de conmutación o señalización de valor límite. La entrada, por ejemplo, se podrá usar para conmutar entre registro en tarifa alta o baja o para contar impulsos de medidores de energía con interfaz S0.

1.2.10. Tipos de Medidores por su Configuración

- 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 1.5.

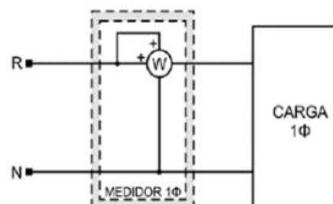


Figura 1.5: Conexión de un medidor de tipo monofásico

Fuente: [10].

- 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 1.6.

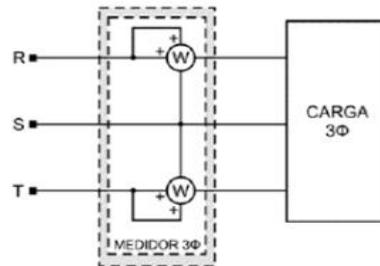


Figura 1.6: Conexión de un medidor de tipo trifásico

Fuente: [10].

En cambio, el de cuatro hilos; los tres hilos son destinados para fases y un hilo para neutro como se muestra en la figura 1.7.

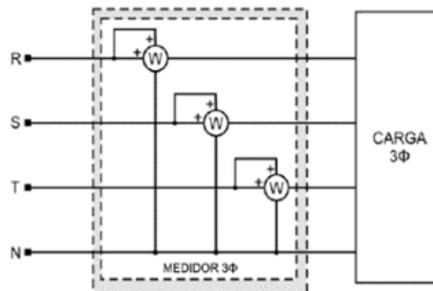


Figura 1.7: Conexión de un medidor de tipo trifásico y un neutro

Fuente: [10].

1.2.10. 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 [11], especifica 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”.

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 y la evolución de los antiguos protocolos se pueden citar Modbus/TCP, profinet, entre otros [12].

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.

- 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.

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.

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.

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

1.2.11. 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.

1.2.12. 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.

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.

- Tipos de bases de datos

Según la variabilidad de los datos almacenados

- Base de datos estáticas
- Base datos dinámicas

Según el contenido

- Base de datos bibliográficos
- Base de datos de texto completo
- Directorios
- Base de datos biológicos

Según el modelo de administración de bases de datos

- Base de datos jerárquicos
- Base de datos de red
- Base datos relacional
- Bases de datos multidimensionales
- Base de datos orientados a objetos
- Base de datos documentales.

1.2.13. HMI

Es el dispositivo o sistema que permite el interfaz entre la persona y la máquina. Tradicionalmente estos sistemas consistían en paneles compuestos por indicadores y comandos, tales como luces pilotos, indicadores digitales y análogos, registradores, pulsadores, selectores y otros que se interconectaban con la máquina o proceso. En la actualidad, dado que las máquinas y procesos en general están implementadas con controladores y otros dispositivos electrónicos que dejan disponibles puertas de comunicación, es posible contar con sistemas de HMI bastantes más poderosos y eficaces, además de permitir una conexión más sencilla y económica con el proceso o máquinas, como mostraremos a continuación [14].

Tipos de HMI

Descontando el método tradicional, podemos distinguir básicamente dos tipos de HMIs:

Terminal de Operador. - Consistente en un dispositivo, generalmente construido para ser instalado en ambientes agresivos, donde pueden ser solamente de despliegues numéricos, o alfanuméricos o gráficos. Pueden ser además con pantalla sensible al tacto (touch screen).

PC + Software. - Esto constituye otra alternativa basada en un PC en donde se carga un software apropiado para la aplicación. Como PC se puede utilizar cualquiera según lo exija el proyecto, en donde existen los llamados Industriales (para ambientes agresivos), los de panel (Panel PC) que se instalan en gabinetes dando una apariencia de terminal de operador, y en general veremos muchas formas de hacer un PC, pasando por el tradicional PC de escritorio. Respecto a los softwares a instalar en el PC de modo de cumplir la función de HMI hablamos a continuación.

Software HMI. - Estos softwares permiten entre otras cosas las siguientes funciones: Interfase gráfica de modo de poder ver el proceso e interactuar con él, registro en tiempo real e histórico de datos, manejo de alarmas. Si bien es cierto sólo con la primera función enunciada es la propiamente HMI, casi todos los proveedores incluyen las otras dos ya sea en el mismo paquete o bien como opcionales. También es normal que dispongan de muchas más herramientas. Al igual que en los terminales de operador, se requiere de una herramienta de diseño o desarrollo, la cual se usa para configurar la aplicación deseada, y luego debe quedar corriendo en el PC un software de ejecución (Run Time). Por otro lado, este software puede comunicarse directamente con los dispositivos externos (proceso) o bien hacerlo a través de un software especializado en la comunicación, cual es la tendencia actual.

Comunicación. - La comunicación con los dispositivos de las máquinas o proceso se realiza mediante comunicación de datos empleando las puertas disponibles para ello, tanto en los dispositivos como en los PCs. Actualmente para la comunicación se usa un software denominado servidor de comunicaciones, el que se encarga de establecer el enlace entre los dispositivos y el software de aplicación (HMI u otros) los cuales son sus clientes. La técnica estandarizada en estos momentos para esto se llama OPC (Ole for Process Control), por lo que contamos entonces con

Servidores y Clientes OPC, sin embargo, aún quedan algunas instalaciones donde se usaba DDE para este propósito, como también muchos softwares de aplicación sólo son clientes DDE por lo que lo usual es que los servidores sean OPC y DDE.

Básicamente hay dos tipos de HMI, los desarrollados a medida en entornos de programación gráfica, como visual basic, VC++, Visual Basic, Delphi y por otra parte los paquetes embebidos HMI, que consisten en paquetes de software que contemplan la mayoría de las funciones estándar de los sistemas SCADA, Ejemplos de este tipo de paquetes son el Wonderware y el WinCC [14].

Las funciones principales de un software HMI son las siguientes:

- **Monitoreo:** Es la capacidad de obtener y mostrar datos de la planta en tiempo real, estos pueden ser números, texto o gráficos que permitan una mejor interpretación.
- **Supervisión:** Esta función permite junto con el monitoreo la posibilidad de ajustar las condiciones de trabajo del proceso directamente desde el computador o panel.
- **Alarmas:** es la capacidad de reconocer eventos excepcionales dentro del proceso y reportarlos, basándose en límites de control preestablecidos.
- **Control:** es la capacidad de aplicar algoritmos que ajustan los valores del proceso y mantenerlos dentro de ciertos límites.
- **Históricos:** es la capacidad de muestrear a una determinada frecuencia datos del proceso y almacenarlos en archivos, dicho almacenamiento es una poderosa herramienta para la optimización de procesos.

En cuanto a estándares y directrices se deben tener en cuenta normas las normas IEEE 830 y IEEE 12.33. Las cuales ayudan a la hora de establecer especificaciones y requerimientos para sistemas HMI. A partir de esto se debe tener en cuenta 3 puntos relevantes a la hora de especificar sistemas HMI [14].

1.2.14. Pasarela de Comunicación SIMATIC IoT 2040

Una pasarela inteligente que armoniza la comunicación entre las distintas fuentes de datos, la analiza y remite a los destinatarios correspondientes, es una solución

que se puede implementar fácilmente en estos escenarios. Puede ser utilizado para implementar conceptos de producción incluso para plantas existentes que están preparadas para enfrentar el futuro [15].

La interfaz inteligente para la Internet industrial de los objetos Con SIMATIC IOT2000, puede conectar fácilmente sus máquinas e instalaciones a TI o a la nube y, de este modo, adaptar su producción a Industrie 4.0 para conseguir procesos más eficientes, transparentes y ágiles. Campos de aplicación Más transparencia en su producción Como interfaz inteligente para su máquina o instalación, SIMATIC IOT2000 recopila, analiza y transfiere datos a TI o a la nube. Existen numerosas aplicaciones de ejemplo para empezar a trabajar con soluciones de IO.

Recopilación y compresión de datos de producción relevantes SIMATIC IOT2000 extrae datos de diversos componentes y dispositivos de automatización, como controladores, sensores y dispositivos USB. El sistema soporta numerosos protocolos, tales como el Protocolo S7, OPC UA, Modbus TCP, TCP/IP; UDP, MQTT Subscriber o Modbus RTU a través de varias interfaces, incluyendo RS232/422/485, interfaz Serial USB, Ethernet o WiFi a través de mPCIe.

Conecta fácilmente sensores analógicos y digitales Las pantallas de E/S SIMATIC IOT2000 están especialmente diseñadas para conectar directamente datos de sensores que no son críticos para el tiempo a SIMATIC IOT2000. Esto le permite conectar fácilmente sus sensores a la pasarela SIMATIC IOT2000, con la ayuda de aplicaciones de ejemplo.

- SIMATIC IOT2000 IO shield 5x DI, 2x DO, 2x AI: Escudo ARDUINO con GPIO (libre de I2C y SPI)
- Entradas digitales: 5 x DI (24V)
- Salidas digitales: 2 x DO
- Entradas analógicas: 2 x AI (0 a 10 V o 0 a 20 mA seleccionables)

- SIMATIC IOT2000 Módulo de entrada fregadero/fuente 10 x DI Escudo ARDUINO con GPIO (libre de I2C y SPI) Entradas digitales: 10x DI fregadero/fuente (seleccionable).



Figura 1.8: Pasarela de comunicación SIMATIC IOT2040

Fuente: [15].

1.3. Fundamentación Metodológica

1.3.1. Enfoque Cuantitativo

La presente propuesta tecnológica detalla un enfoque cuantitativo, ya que mide datos en tiempo real, mediante un medidor de energía y una pasarela inteligente la cual nos permite visualizar valores reales de medición.

1.3.2. Tipos de Investigación

- Experimental

Se hizo referencia, que la investigación experimental consiste en la manipulación de una variable experimental no comprobada (Diagnostico del consumo de energía eléctrica), en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o porque causa se produce una situación o acontecimiento en particular. Mediante este procedimiento se detalló cada uno de los equipos y materiales a utilizar, instrumentos de medición y sus características, así se estimó cada una de las magnitudes evaluadas.

- **Descriptiva**

Permitió describir las variables de forma separada, es decir el diagnóstico del consumo de energía eléctrica con sus definiciones, características, normativas y los parámetros eléctricos de igual forma, sin necesidad de establecer la incidencia o relación en los resultados de la medición de la energía.

- **Explicativa**

Este nivel de investigación, va más allá de la descripción de conceptos y características establecidas de las variables; están dirigidos a responder a las causas de los eventos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar las condiciones del voltaje, la corriente, la potencia, la frecuencia y la energía a causa de la medición de la energía eléctrica, es decir causa y efecto de las variables.

1.3.3. Técnicas de recolección de información

- **Observación**

La observación como técnica fue empleada para identificar la asignación de los circuitos en el tablero de distribución principal del BLOQUE A, BLOQUE B, BLOQUE ANTIGUO y LABORATORIOS de la Universidad Técnica de Cotopaxi lo cual, facilitó el montaje de los equipos que componen el sistema de monitoreo, adicionalmente, el usuario podrá observar las variables eléctricas en tiempo real con la ayuda de la interfaz HMI.

- **Medición**

Se empleó en el proyecto con la finalidad de adquirir las mediciones de voltaje, corriente eléctrica, potencia activa, reactiva, aparente y frecuencia, mediante la utilización del SENTRON PAC3220 como instrumento de investigación y a través de estos datos se obtuvieron lecturas confiables que posibilitaron conocer el consumo energético por pisos y bloques de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

- **Simulación**

Como alternativa para el diseño del control de cargas del BLOQUE A, BLOQUE B, BLOQUE ANTIGUO y LABORATORIOS de la Universidad Técnica de Cotopaxi se emplea la técnica denominada simulación, la cual, consiste en diagramas esquemáticos realizados mediante el programa NODE RED, que describen el control manual y automático del tablero de distribución principal y la visualización de los valores se lo realizará mediante la plataforma Thingspeak.

1.3.4. Definición de hipótesis

El sistema de diagnóstico de consumo de energía eléctrica, permitirá el monitoreo de los parámetros eléctricos, mediante un sistema de supervisión de datos en el tablero de distribución principal de los Bloques y Laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi, campus la Matriz periodo 2020.

1.3.5. Procedimientos y análisis de la información

Uno de los procedimientos efectuados en la propuesta tecnológica es la implementación de un sistema de monitoreo y adquisición de datos, con el fin de identificar el consumo de energía eléctrica por pisos del BLOQUE A, BLOQUE B, BLOQUE ANTIGUO y LABORATORIOS de la Universidad Técnica de Cotopaxi, además se demostró el funcionamiento del sistema de monitoreo en tiempo real y analizando los parámetros eléctricos que se encuentren dentro de los límites establecidos por la regulación CONELEC 005/18.

- **Suministro de energía eléctrica a la Universidad Técnica de Cotopaxi**

La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. (ELEPCO S.A.), suministra el servicio de energía eléctrica a la UTC, está dedicada a la educación y formación de profesionales el cual debe contar con el suministro de energía eléctrica constante, el plantel académico cuenta con varios alimentadores, el cual el objeto de estudio se ha enfocado en el alimentador que se conecta a la cámara de transformación N° 01 y cámara de transformación N° 02.

- **Descripción del Sistema Eléctrico de la Universidad Técnica de Cotopaxi**

El circuito que alimenta al tablero de distribución principal del BLOQUE B, parte desde la cámara de transformación N° 01, desde los bornes del transformador salen tres fases de bajo voltaje de 110 cada una al tablero de distribución principal, con un conductor 4/OXLPE con una longitud de 50m, y una acometida subterránea entre extremos.

El circuito que alimenta al tablero de distribución principal del BLOQUE A, parte desde la cámara de transformación N° 02, desde los bornes del transformador salen tres fases de bajo voltaje de 110 cada una al tablero de distribución principal, con un conductor 4/OXLPE con una longitud de 50m, y una acometida subterránea entre extremos.

Otro procedimiento es la programación en el Programa NODE RED, el cual permitirá la conexión con la pasarela inteligente IoT 2040 de Siemens, y mediante una plataforma en la nube se almacenará los valores en tiempo real del consumo de los parámetros eléctricos de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

1.4. Conclusiones del Capítulo I

Se concluyó con la descripción de los equipos a utilizar en la propuesta tecnológica, además se hizo una breve introducción de la implementación y del sistema de monitoreo y adquisición de datos de los parámetros eléctrico en toda la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Se concluye en el análisis bibliográfico, que existe un sinnúmero de equipos, sistemas y software, enfocados al sistema de monitoreo, permitiendo conocer los parámetros eléctricos, amparados en normativas vigentes, esto permitirá en un futuro, evaluar la calidad de energía en el bloque antiguo, además de poder aplicar un sistema SCADA, escogido para la consecución de la propuesta, en todos los bloques y dependencias de la universidad, con el objetivo de obtener mejores índices de calidad de energía y lo que es más importante, tomar decisiones acertadas en relación al consumo de energía eléctrica.

La metodología propuesta utiliza un enfoque cuantitativo, ya que engloba los parámetros eléctricos y mediante el medidor de energía se puede visualizar y contabilizar valores reales de medición.

CAPÍTULO II

2. PROPUESTA

2.1. Título del Proyecto

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y ADQUISICIÓN DE DATOS EN LAS CAMARAS DE TRANSFORMACIÓN N°1 Y N°2 PARA EVALUAR LOS INDICES DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS MATRIZ.

2.2 Objetivo del proyecto

Desarrollar un sistema de diagnóstico de consumo de energía, para el monitoreo de los parámetros eléctricos, mediante la implementación de un sistema de supervisión de datos en el tablero de distribución principal en los Bloques y Laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en el campus la Matriz, periodo 2020.

2.3 Justificación de la propuesta

El desarrollo del sistema, permite al usuario tener una mayor facilidad y confiabilidad a la hora de obtener los datos de la red eléctrica que se desea monitorear dado que se puede evidenciar las variaciones en las magnitudes eléctricas en tiempo real, además de que el sistema está en la capacidad de permanecer encendido de manera indefinida y mediante esta opción se puede llevar un registro permanente con el tiempo en que se realizó la medición.

2.4 Fundamentación de la propuesta

Es por esta razón que se implementó un sistema de visión remota, el mismo que permitirá monitorear el consumo energético presente en la cámara de transformación N1 y cámara de transformación N2, sin la necesidad de estar en contacto con los equipos que conforman el sistema de medición. La implementación de la visualización remota (HMI) permitirá que tanto docentes como estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica estén en la capacidad de acceder a un registro de datos real, además de que dará a conocer el funcionamiento básico de las aplicaciones tecnológicas en el campo de la Industria Eléctrica.

En base a los estudios realizados, se puede comprobar que la presente propuesta tecnológica es factible en su aplicación tanto para el ambiente económico, como para el social, debido a que se trata de un tema que no requiere la adquisición de dispositivos con un elevado costo.

2.5 Metodología o procedimientos empleados para el cumplimiento de los objetivos planteados

2.5.1. Diseño del sistema de control para la adquisición de datos

Para el desarrollo del sistema de adquisición de datos, se empleó la técnica de la observación tipo experimental, la cual determinó las variables necesarias para el diagnóstico de energía que presenta cada una de las fases del tablero de distribución principal del bloque antiguo de la UTC, para ello se utilizó un medidor de energía, un TC para posteriormente almacenar datos de manera local como remota, además se monitoreó las diferentes variables a través de un HMI desarrollado en WinCC , finalmente se instaló el módulo en el bloque antiguo de la UTC a las salidas de cada una de las fases del tablero de distribución principal.

Tabla 1. Parámetros eléctricos para el sistema de monitoreo y adquisición de datos

Variables	Dimensión	Instrumento
Voltaje	Voltaje (V)	SETRON PAC3220 Sistema y HMI
Intensidad	Amperios (A)	SETRON PAC3220 Sistema y HMI
Potencia	Vatios (W)	SETRON PAC3220 Sistema y HMI
Frecuencia	Hertz (Hz)	SETRON PAC3220 Sistema y HMI
Energía	Kilovatios (kW/h)	SETRON PAC3220 Sistema y HMI

Fuente: El Autor.

- **Principio de Operación**

La corriente consumida en las diferentes líneas de alimentación que pertenecen a la cámara de Transformación N°1 debe ser leída por el medidor SETRON PAC3220 y mediante un IoT2040 el cual actuara como maestro dado que a través de este se da comunicación Modbus TCP, se recuperan los datos que serán representados mediante graficas e indicadores por el HMI y posteriormente enviados a la nube usando el IoT2040 como lo muestra la figura 2.1.

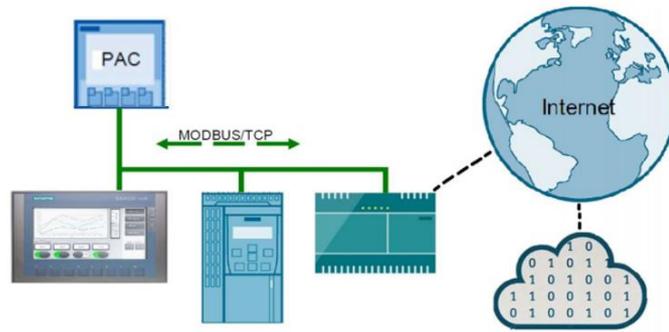


Figura 2 1: Esquema de conexión para equipos industriales

Fuente: [11].

2.5.2. Requerimientos Generales

El sistema requiere de un medidor PAC3220 el cual funciona con una alimentación de 110V AC, este tendrá como función principal la adquisición de datos mediante el uso de TC's que estarán conectados a las principales líneas de alimentación.

Por otro lado, se utilizará Transformadores de corriente a la salida de las líneas de tablero de distribución principal instalado en la cámara de transformación N°1 y cámara de transformación N°2, estos tienen como objetivo la reducción de la corriente hasta valores aceptables de forma que puedan ser procesados por el medidor de energía, el cual presenta una escala de 600/5 Amperios.

Finalmente, se utilizará el equipo SIMATIC IoT2040, cuya función será la de adquisición de los datos generados por el PAC3220 mediante diversos protocolos de comunicación, que serán utilizados para compartir la información del consumo energético mediante el uso de un HMI, el mismo que contendrá en su interfaz cada una de los parámetros eléctricos medidos en la Cámara de Transformación N°1 y cámara de transformación N°2.

- **Construcción del módulo para el diagnóstico del consumo de energía**

Para la construcción del módulo se utilizó un gabinete beaucoup 30x40x20 mm, en el cual se incorporó un medidor de energía SENTRON PAC 3220, encargado de la obtención de datos en tiempo real, debido a que en el bloque antiguo se presenta niveles de corrientes superior a los 5 amperios se utilizó un transformador de

corriente con sus respectivas protecciones, además de un IOT 2040 que sirve como pasarela de datos para su almacenamiento tanto de manera local, como remota.

▪ **Levantamiento de cargas del tablero principal del bloque antiguo**

Al realizar el levantamiento de cargas existentes en el Bloque A, Bloque B, Bloque Antiguo y Laboratorios de la UTC para determinar la potencia con la que cuenta cada una de las fases del tablero de distribución principal, con el propósito de establecer el transformador de corriente (TC) necesario para la toma de datos.

Tabla 2: Levantamiento de cargas del bloque antiguo UTC.

LEVANTAMIENTO DE CARGAS TOTALES			
SUBTABLEROS	CARGA (KVA)	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)
RADIO	3	220	7,87
DATA CENTER	5	220	13,12
IMPRENTA	5	220	13,12
USO GENERAL	5	220	13,12
PROYECTADO 1	5	220	13,12
PROYECTADO 2	5	220	13,12
POTENCIA TOTAL	28	220	73,48

Fuente: El Autor

Tabla 3: Consumo de energía eléctrica de cada uno de los pisos

ENERGIA T. CONSUMIDA [kWh] (PLANTA BAJA)	
Planta Baja BLOQUE B (Aso. Profesores)	7.682,40
Planta Baja BLOQUE B (Sala De Computo 4-5)	7.203,42
Planta Baja BLOQUE B (Sala De Computo 1-2)	5.653,98
Planta Baja BLOQUE B (Sala De Computo 3 Y Aso. Empleados.)	4.203,60
Ascensor	45.900,00
TOTAL	70.643,40

ENERGIA T. CONSUMIDA [kWh] (PRIMER PISO)	
Primer Piso BLOQUE B	11.135,70
ENERGIA T. CONSUMIDA [kWh] (SEGUNDO PISO)	
Segundo Piso BLOQUE B	13.074,54
ENERGIA T. CONSUMIDA [kWh] (TERCER PISO)	
Tercer Piso BLOQUE B	16.762,35

Fuente: El Autor.

Tabla 4: Consumo de energía eléctrica de cada uno de los pisos.

ENERGIA T. CONSUMIDA [kWh] (PLANTA BAJA)	
Planta Baja BLOQUE A (Aso. Profesores)	8.786,60
Planta Baja BLOQUE A (Biblioteca)	8.405,62
Planta Baja BLOQUE A (Oficinas Administrativas)	6.875,18
Planta Baja BLOQUE A (Laboratorios)	5.405,80
Ascensor	57.700,00
TOTAL	87.173,20

ENERGIA T. CONSUMIDA [kWh] (PRIMER PISO)	
Primer Piso BLOQUE A	12.335,90
Sala de Educación Continua	3.456,56

ENERGIA T. CONSUMIDA [kWh] (SEGUNDO PISO)	
Segundo Piso BLOQUE A	14.274,74

ENERGIA T. CONSUMIDA [kWh] (TERCER PISO)	
Tercer Piso BLOQUE A	17.962,55

ENERGIA T. CONSUMIDA [kWh] (CUARTO PISO)	
Tercer Piso BLOQUE A	17.962,55

Fuente: El Autor.

▪ **Transformadores de corriente**

Los transformadores de corriente de núcleo abierto permiten la medida de la corriente sin necesidad de cortar el suministro, donde su función es la convertir la corriente nominal a una más reducida, de tal manera que los equipos de medición puedan realizar las lecturas correspondientes a las magnitudes eléctricas establecidas.

El valor nominal de la corriente puede ser definido mediante una relación de transformación en A valores típicos de 600/5, 800/5, 1000/5, mientras que los valores de corriente son de 5A y 1A.



Figura 2.2: Transformadores de corriente de núcleo partido

Fuente: [16].

Para el diseño de los TC's que se conectarán al medidor Sentron PAC3220, toma en cuenta los parámetros técnicos descritos en la tabla 5.

Tabla 5. Características técnicas de los TC's

Detalles técnicos generales	
Designación del producto	Transformador de Corriente
Clase de precisión del transformador	Clase 1
Valor nominal corriente de entrada	600 A
Valor nominal corriente de salida	5 A
Valor nominal potencia aparente de servicio	10 – 15 VA
Frecuencia	60 Hz

Fuente: El Autor.

- **Puerta de enlace inteligente IoT2040**

Siemens presenta una propuesta de recolección de datos para ser subidos a la nube, este elemento es una herramienta la cual permite que los equipos de medición puedan almacenar su información mediante su interconexión a la nube.

Este dispositivo recolecta la información y transfiere los datos mediante protocolos estándares como Node-red, ModBus, TCP o MQTT, esta información es procesada hacia servidores mediante Ethernet o red Wi-Fi, para luego ser utilizada en el control y análisis.

La opción más viable para la programación es mediante Node-Red, debido a que permite realizar páginas web que utilicen el propio IoT para mostrar los valores que se están registrando.



Figura 2.3: Simatic IoT2040

Fuente: [15].

- **Medidor de energía SENTRON PAC3220**

El medidor de energía de la línea Sentron PAC3220 es básicamente un contador que mantiene tres elementos principales como son el sistema de medida, la memoria y el dispositivo de información principal, que consiste de una pantalla que muestra los valores de medición, esta función lo vuelve un elemento adecuado para el uso de sistemas de gestión de energía.



Figura 2.4: Medidor de energía SENTRON PAC3220

Fuente: [11].

2.6 Arquitectura, diseños, planos detallados de la propuesta

Los planos se encuentran en el ANEXO I para su posterior visualización y análisis.

2.7 Requerimientos de hardware y software

2.7.1. Configuración de la SIMATIC IOT2040

En la figura 2.5 se puede ver el esquema general de la propuesta tecnológica de tal manera se puede identificar la estructura de la red mediante la topología física y lógica, por tal motivo se visualiza las conexiones y comunicaciones ideales dentro del sistema de monitoreo.

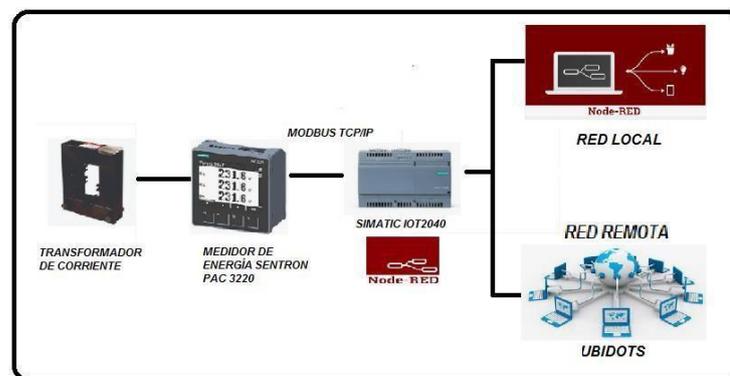


Figura 2.5: Esquema general de adquisición de datos.

Fuente: El Autor

2.7.2. Comunicación MODBUS

En la figura 2.6 se puede observar la conexión física empleadas para conectar los equipos de medición al Router que normalmente son 8 pines en los extremos de cables de partrenzado, la utilización frecuente es un uso en cables de red Ethernet para una transmisión de datos entre el equipo de cómputo y la red local, el dispositivo Putty también es usado para las comunicaciones a través de MODBUS para almacenar datos.



Figura 2.6: Conexión física RJ-45-MODBUS

Fuente: El Autor

- **Categorías del cable de red**

Tabla 6. Categorías del cable de red Ethernet

Categorías	Distancia	Velocidad	Frecuencia	Velocidad De Descarga
ETHERNET CAT 5	100m	100 Mbps	100 MHz	15,5 MB/s
ETHERNET CAT 5E	100m	1,000Mbps	100 MHz	150,5 MB/s
ETHERNET CAT 6	100m	1,000Mbps	250 MHz	150,5 MB/s
ETHERNET CAT 6A	100m	10,000Mbps	500 MHz	1,250 MB/s; 1,25 GB/s
ETHERNET CAT 7	100m	10,000Mbps	600 MHz	1,25 GB/s
ETHERNET CAT 7A	100m	10,000Mbps	1,000 MHz	1,25 GB/s
ETHERNET CAT 8	100m	40,000Mbps	2,000 MHz	5 GB/s

Fuente: El Autor

Para la adquisición y analizar datos la categoría 5 no tendrá incidencias y distorsiones de datos a distancias cortas bajo condiciones de señal pero en este caso como se controlará un sistema donde podrá tener incidencias y dificultades en la velocidad de datos, es por eso que en este proyecto se utilizó el conector RJ-45 categoría 6, por lo que este tiene especificaciones y características para poder evitar el ruido que satisfacen la nueva tecnología y la rapidez de la transmisión de datos la distancia máxima es de 100 metros a 55 por lo cual soporta el modo Ethernet la vida útil de este cableado como mínimo son unos 10 años.

2.7.3. Desarrollo del código de programación

Seguidamente una vez definida los protocolos de comunicación se procede a desarrollar la configuración necesaria para la pasarela SIMATIC IOT2040 en la herramienta de programación Node-RED el código desarrollado se puede ver en el ANEXO II.

- Configuración del medidor de energía SENTRON PAC 3220

Los ajustes de comunicación Ethernet son previamente determinados antes de conectar y deben ser modificados a su red local (LAN) usando sitios web. Para la comunicación del medidor de energía se le hará manualmente por lo cual, para la correcta transmisión de datos, se debe cambiar todos los parámetros de comunicación del dispositivo como: “DIR. MAC, DIR.IP, SUBNET, GATEWAY y PROTOCOLO”.

A cada dispositivo se le asigna una IP y una Gateway, de tal manera que los dispositivos se encuentren en una misma red local y se carga su respectiva configuración. Debe de tomarse en consideración que el dispositivo SENTRON PAC el cual está conectado a esta red necesita configurarse de forma manual, dado esta observación el ingreso de la IP no es realizable mediante Software.

Para ello, se debe de alimentar el dispositivo y seguir las siguientes instrucciones:

- 1) Abrir el menú principal mediante el botón F4.
- 2) Navegar a “Configuración”, utilizando los botones F2 o F3 y abrirlo con F4.
- 3) Acceder al menú “comunicación”, usando los botones F2 o F3 y abrirlo con F4.
- 4) Definir las configuraciones en la pantalla mostrada en la figura 30:
 - Dirección IP: 192.168.0113
 - Mascara de subred: 255.255.255.0
 - Puerta de enlace: 192.168.0.1
 - Protocolo: MODBUS TCP
- 5) Después de completarlas, hacer clic en el botón F1 y confirmar la nueva solicitud de inicio con el botón F4.



Figura 2.7: Configuración SENTRON PAC3220

Fuente: El Autor.

- Configuración del registro de los datos

En la siguiente Tabla 6, se puede visualizar las magnitudes de medida utilizadas que proporciona el medidor de energía SENTRON PAC, estas medidas estándares corresponden a cada magnitud que se desee leer, como son: Voltaje de línea a línea, Voltaje de línea a neutro, Corrientes, Potencia Total, Potencia Activa, Potencia Reactiva, Potencia Aparente, Frecuencia, etc. Todos estos datos proporcionados indistintamente el valor que se obtenga analizara la correcta comunicación industrial y realizar el monitoreo remoto por la herramienta Node-Red.

Tabla 7. Magnitudes eléctricas a medir

Offset	Número de registros	Nombre	Formato	Unidad	Rango admitido	Acceso
1	2	Tensión U_{L1-N}	Float	V	-	R
3	2	Tensión U_{L2-N}	Float	V	-	R
5	2	Tensión U_{L3-N}	Float	V	-	R
7	2	Tensión U_{L1-L2}	Float	V	-	R
9	2	Tensión U_{L2-L3}	Float	V	-	R
11	2	Tensión U_{L3-L1}	Float	V	-	R
13	2	Corriente L1	Float	A	-	R
15	2	Corriente L2	Float	A	-	R
17	2	Corriente L3	Float	A	-	R
19	2	Potencia aparente L1	Float	VA	-	R
21	2	Potencia aparente L2	Float	VA	-	R

23	2	Potencia aparente L3	Float	VA	-	R
25	2	Potencia activa L1	Float	W	-	R
27	2	Potencia activa L2	Float	W	-	R
29	2	Potencia activa L3	Float	W	-	R
31	2	Potencia reactiva L1	Float	var	-	R
33	2	Potencia reactiva L2	Float	var	-	R
35	2	Potencia reactiva L3	Float	var	-	R
37	2	Factor de potencia L1	Float	-	0 ... 1	R
39	2	Factor de potencia L2	Float	-	0 ... 1	R
41	2	Factor de potencia L3	Float	-	0 ... 1	R
43	2	THD-R en tensión L1	Float	%	0 ... 100	R
45	2	THD-R en tensión L2	Float	%	0 ... 100	R
47	2	THD-R en tensión L3	Float	%	0 ... 100	R
49	2	THD-R en corriente L1	Float	%	0 ... 100	R
51	2	THD-R en corriente L2	Float	%	0 ... 100	R
53	2	THD-R en corriente L3	Float	%	0 ... 100	R
55	2	Frecuencia	Float	Hz	45 ... 65	R
57	2	Tensión media U_{L-N}	Float	V	-	R
59	2	Tensión media U_{L-L}	Float	V	-	R
61	2	Corriente media	Float	A	-	R
63	2	Potencia aparente total	Float	VA	-	R
65	2	Potencia activa total	Float	W	-	R

Fuente: El Autor.

- Registro de la comunicación del Modbus del Sentron PAC3220

El medidor de variables eléctricas se Siemens Sentron PAC3220 ofrece la posibilidad de poder conectarse a la red a una red industrial mediante un protocolo de comunicación Modbus TCP/IP, estos mencionados registros serán muy importantes para la comunicación con el sistema de adquisición de datos, estos registros Modbus se encuentran especificados en la tabla 7.

En la figura 2.8 se muestra una comunicación Modbus TCP/IP entre los medidores PAC3220 y u IoT2040 los cuales conforman la red industrial utilizada en aplicación de automatización, dichos equipos son ofertados por la marca Siemens.



Figura 2.8: Comunicación MODBUS TCP/IP Sentron PAC3220

Fuente: El Autor.

- **Configuración e instalación de la interfaz gráfica HMI-WinCC**

Para la interpretación grafica del sistema Scada se requiere de dos procesos como: la programación en la PC SYSTEM y la programación en la pantalla HMI, para observar desde el ordenador las variables de WinCC e importante realizar la designación de proceso de variables en el sistema de automatización SENTRON PAC. Se debe cumplir los siguientes requisitos para configurar la conexión en WinCC.

1. El medidor de energía SENTRON PAC debe contener un protocolo de comunicación que sea soportado por el WinCC.
2. Una vez configurada la comunicación con el SENTRON PAC, de modo que el programa de control pueda acceder a la interfaz a través de llamadas de comunicación.
3. Observar que la dirección de las variables sea dependiente del sistema de automatización a las que se debe comunicar WinCC.
4. Para la confirmación del hardware y software para la interfaz HMI debe estar instalado en el sistema WinCC correspondiente los procesadores de comunicación, puerto I/O estándar COMx.

2.7.4. Configuración y diseño del Software del sistema

Para el diseño del sistema de monitoreo de energía eléctrica se utilizó el software Node-RED, el cual posee la característica de comunicación vía Modbus TCP-IP, las mismas que mediante las librerías descargables, permiten la comunicación con

dispositivos o equipos que utilicen este tipo de protocolo para comunicarse con otros.

En la figura 2.9, se puede apreciar la librería Modbus, que presentan dos opciones de comunicación, ya sea mediante Modbus serial o Modbus TCP usando una red Ethernet, donde la última opción será utilizada para el medidor SENTRON PAC3220-Siemens, el cual posee la característica de comunicarse vía Modbus TCP-IP.

Para la comunicación del medidor de energía PAC3220 con la aplicación de Node-RED se usan los registros Modbus especificados por el fabricante del equipo siendo este el punto de acceso a las librerías Modbus, para medir las variables eléctricas de la red.

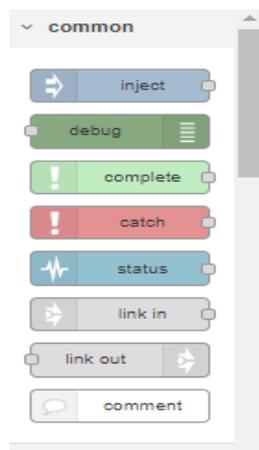


Figura 2.9: Librería NI Modbus de Node-Red

Fuente: El Autor.

Plataforma Node-Red

El programa Node-RED es una plataforma de configuración libre y su ejecución se basa en la conexión de nodos el cual forma un diagrama de flujo según las disposiciones del usuario. Seguidamente se detalla las variables configuradas para el envío de datos a través de la librería node-red-contrib-s7 donde me podrá enviar los datos al TIA Portal de modo que permite proyectar una interfaz gráfica.

Tabla 8. Identificación de Variables

Address	Step7 equivalent	JS data type	Description
DB5,XØ.1	DB5.DBXØ.1	Boolean	Bit 1 of byte 0 of DB 5

Fuente: El Autor

Para él envío de datos se utilizó “SINGLE VARIABLE” el cual mediante la tabla 7 nos facilita la designación de las variables, según sea el requerimiento del usuario, DB6 representa el nombre del bloque, XØ es el tipo de dato “real, booleana y entero”, 1 es el identificador de la variable.

El sistema de monitoreo y adquisición de datos del consumo energético contenido en la Cámara de Transformación N°1 y N°2, entre los cuales se encuentran los parámetros de comunicación antes mencionadas, las cuales serán utilizadas para establecer la comunicación entre el medidor SENTRON PAC3220 con Node-RED y el HMI, elementos los cuales conforman el sistema de monitoreo y adquisición de datos. En la figura 2.10, se muestra la vista general establecida por el HMI donde si visualizaran los datos obtenidos por el Medidor de energía, dichos registros se encuentran almacenados en una data la cual está establecida por el registro Modbus en la tabla 7, estos deberán ser ubicados junto con la dirección IP de la red y el puerto a que se ha conectado el medidor.

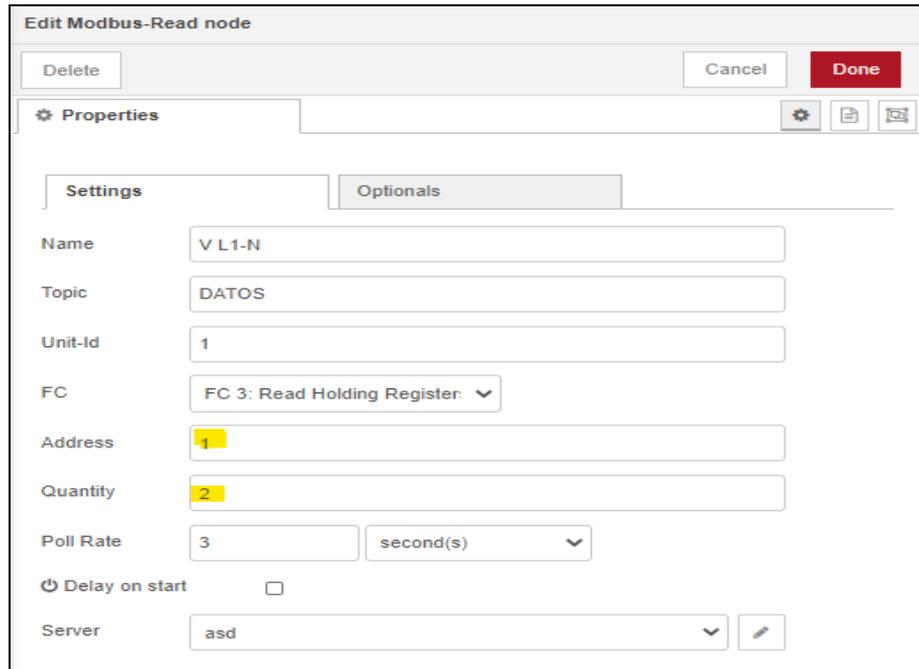


Figura 2.10: Visto general de los parámetros configurados por el SENTRON PAC3220

Fuente: El Autor.

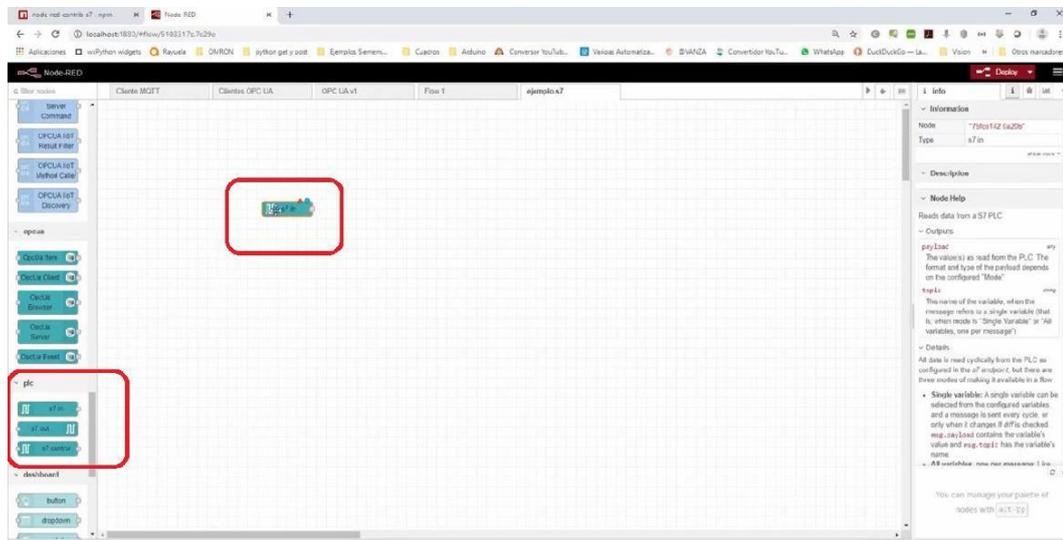


Figura 2.11: Funciones del Node-RED al TIA Portal

Fuente: El Autor

En la figura 2.12 se puede ver las funciones requeridas que se conecta al Node-RED y al TIA Portal, por lo cual la conexión adecuada del PLC es el nodo s7 ya que es el indicado para el aérea de trabajo (enviar y recibir) datos.

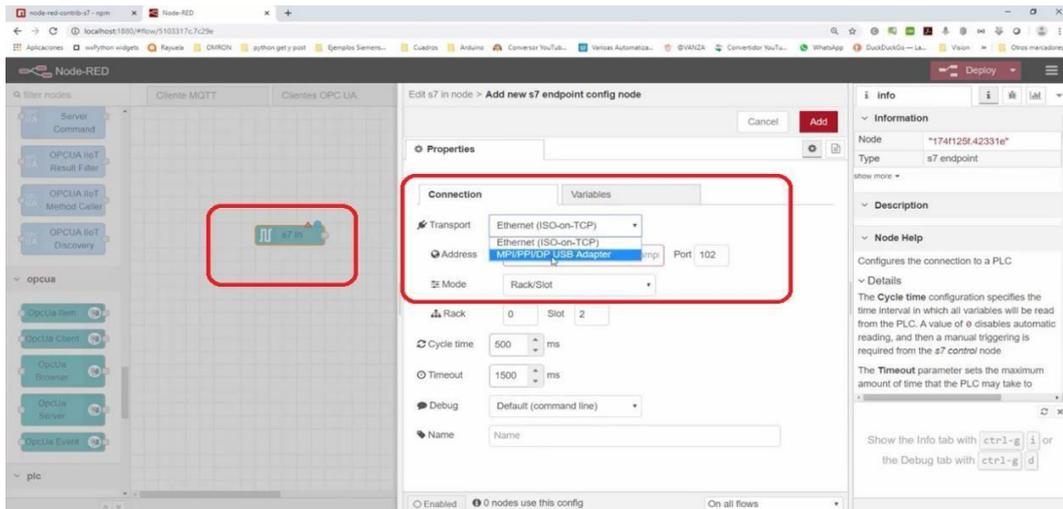


Figura 2.12: Funciones del Node-RED al TIA Portal

Fuente: El Autor

Por consiguiente, en la figura 2.13 se configura el nodo en este caso se utilizó la comunicación Ethernet.

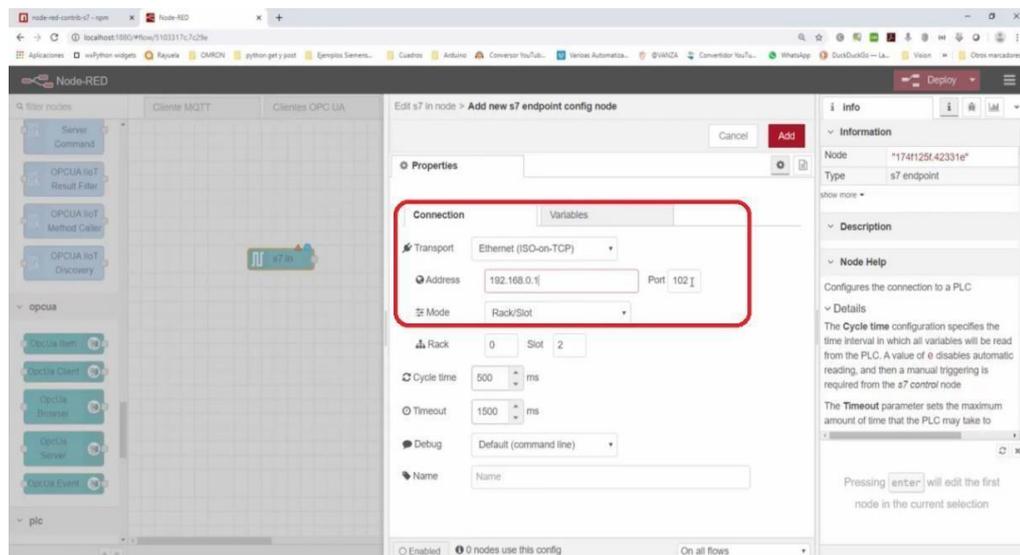


Figura 2.13: Funciones del Node-RED al TIA Portal

Fuente: El Autor

Seguidamente en la figura 2.13 se enlaza el PLC hacia la plataforma Node-RED donde se introduce la misma dirección IP y Slot.

En lo referente a la parte de la programación contenida en el diagrama de bloques establecido para el funcionamiento de la pantalla del HMI, la cual está configurada

en base a los registros Modbus del PAC3220, se puede observar en la figura 2.14. La programación completa del HMI al igual que el resto de los parámetros programados y su respectivo registro se los puede encontrar en el ANEXO III.

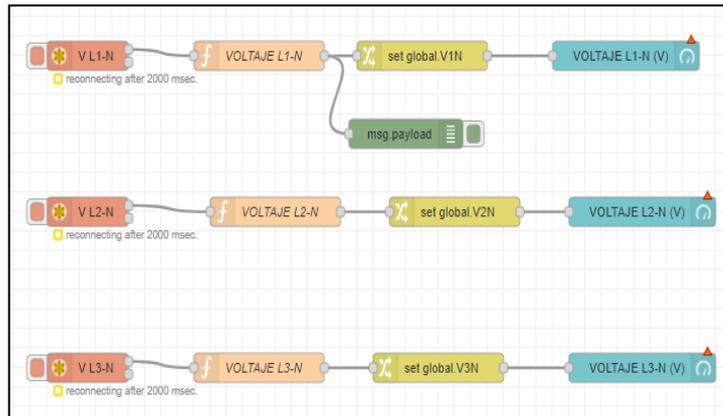


Figura 2.14: Diagrama de bloques establecido para los parámetros de configuración del Sentron PAC3220

Fuente: El Autor.

El diseño de la HMI que será utilizado para establecer un monitoreo del consumo energético y sus respectivos parámetros eléctricos como es el caso de los voltajes Línea-Neutro, voltajes de línea, potencias (P, Q, S), frecuencia, etc., se los puede apreciar en la figura 2.15, la cual muestra el contenido visualizado y monitoreado por el personal técnico capacitado. Además, se nos muestra los diferentes datos que son obtenidos por el medidor de energía en tiempo real, para ser visualizados a través de la HMI diseñada en Node-RED.

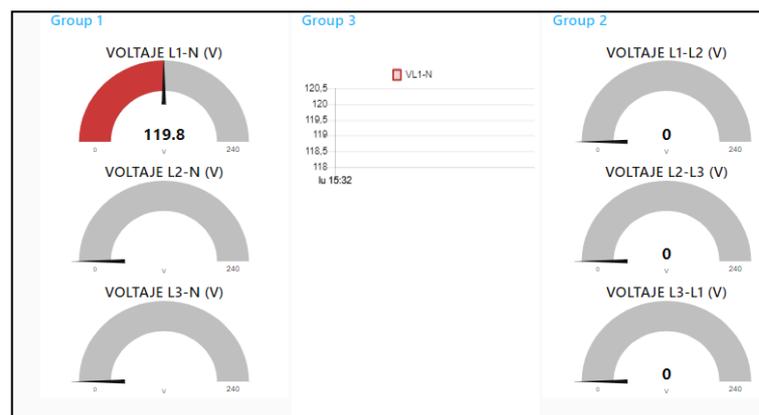


Figura 2.15: Panel visual del sistema de monitoreo del consumo energético y parámetros eléctricos medidos

Fuente: El Autor.

La programación establecida para dicho sistema de monitoreo será establecida en el diagrama de bloques puede ser establecido en los bloques de la opción “Function” mediante el uso de Node-RED se muestra en la figura 2.16.



```
1 var rawData = new ArrayBuffer(4);
2 var intview = new Uint16Array(rawData);
3 var fltview = new Float32Array(rawData);
4
5 intview[0] = msg.payload[1]; //low
6 intview[1] = msg.payload[0]; //high
7
8 msg.payload = parseFloat(fltview[0].toFixed(1));
9 msg.topic = "voltage11n";
10
11 node.status({fill:"blue",shape:"ring",text:msg.topic + ":" + msg.payload});
12
13 return msg;
```

Figura 2.16: Diagrama de bloques de programación del HMI para el sistema de monitoreo

Fuente: El Autor.

El funcionamiento del sistema será representado por el diagrama de bloques establecido en la figura 2.17, es cual describe las etapas de funcionamiento y las acciones a desarrollarse.

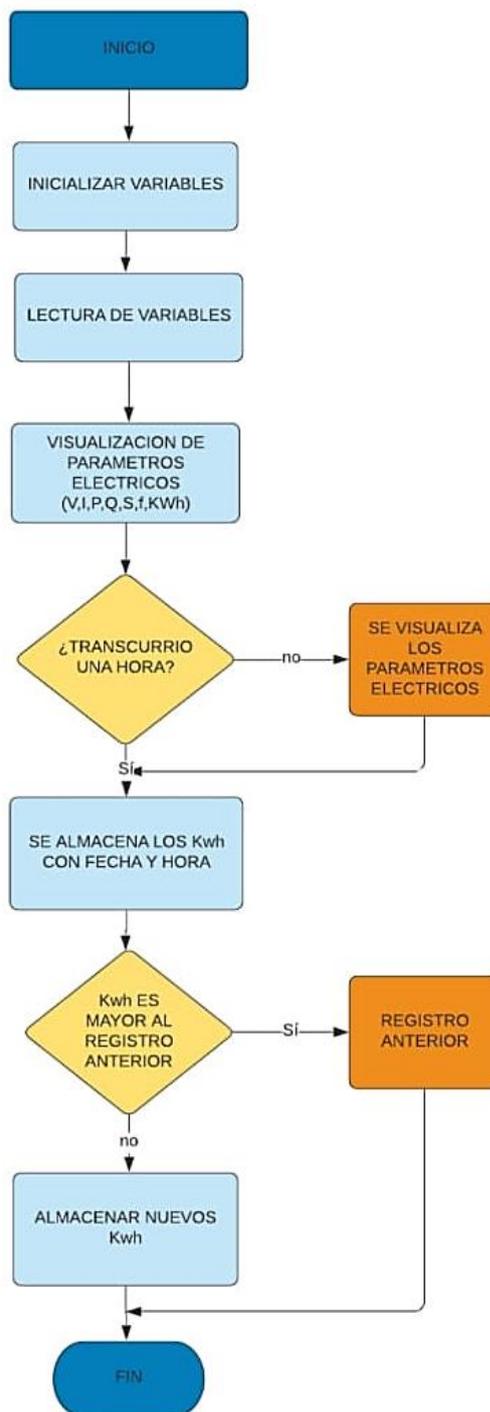


Figura 2.17: Diagrama de flujo funcional del sistema de monitoreo.
Fuente: El Autor.

2.7.5. TIA PORTAL V15

La programación en el TIA Portal es un software para la comunicación con el PLC de Siemens donde se podrá apreciar elementos como contactos donde se enviarán

datos mediante la plataforma Node-RED, de tal manera garantiza una interfaz relacionada para las ocupaciones de control considerando cada protocolo de comunicación en este proyecto.

Por consiguiente, se ingresa las variables eléctricas al TIA Portal, donde se podrá verificar si el dato es real como corrientes, potencias, factor de potencia, frecuencia, de tal manera recibe los datos de Node-RED a la plataforma como indica en la figura 2.18.

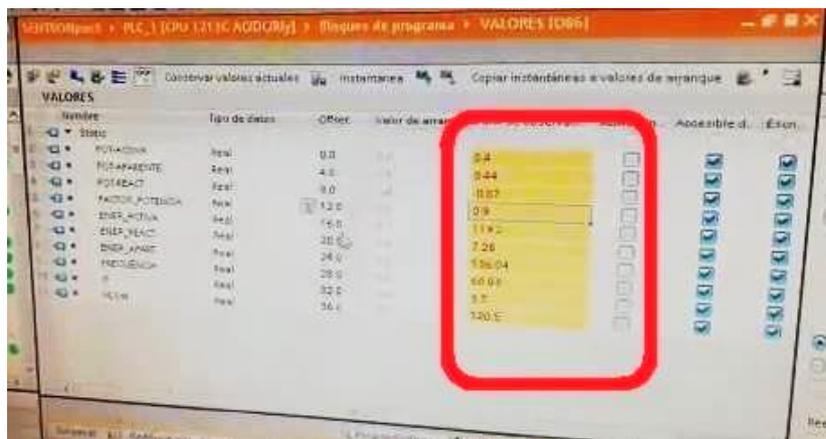


Figura 2.18: Datos del Node-RED al TIA Portal

Fuente: El Autor

Para poder enviar se realiza con la creación de MOVE donde puede mover los datos con las direcciones correctas, para poder asignar la adquisición de todas las variables donde también se le asignará alarmas en el caso de que algún parámetro eléctrico no esté en los límites programados.

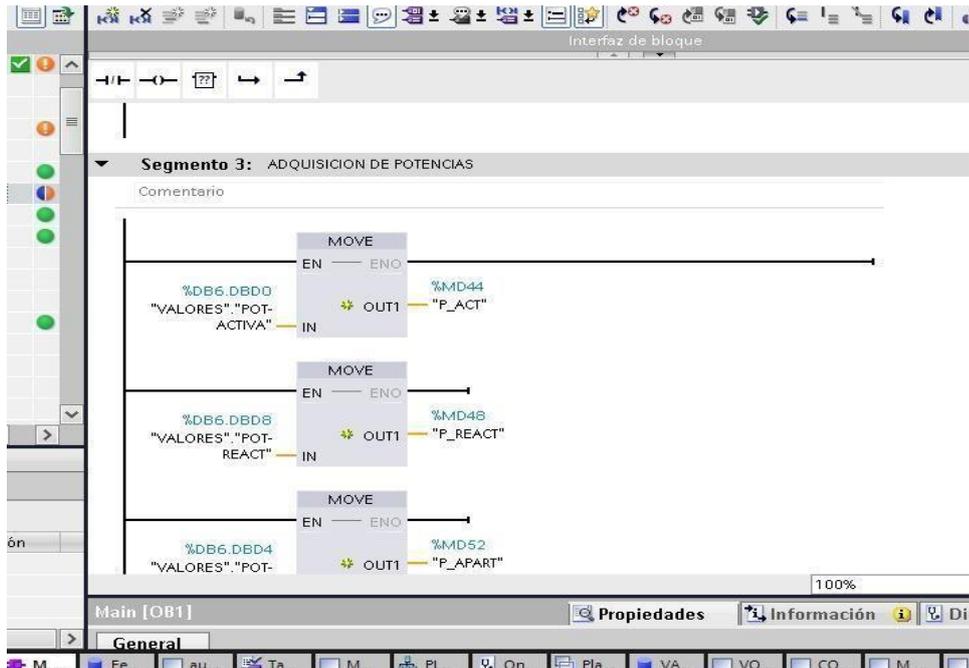


Figura 2.19: Dirección de envío a la pantalla
Fuente: El Autor

En la figura 2.20 para el control manual se envía las direcciones M1.0 para presionar los botones de encendido y apagado.

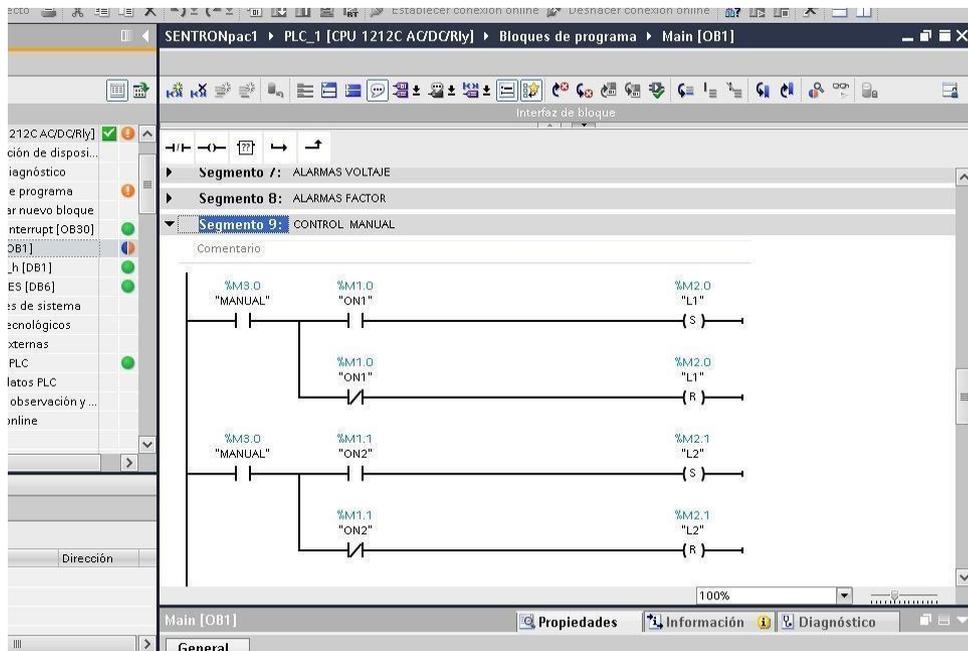


Figura 2.20: Control Manual

Fuente: El Autor

Para el control automático se verificará el bloque de la fecha y hora actual, de manera que se pueda enviar a las demás variables y así poder comparar la hora del encendido y apagado del breaker automáticamente.

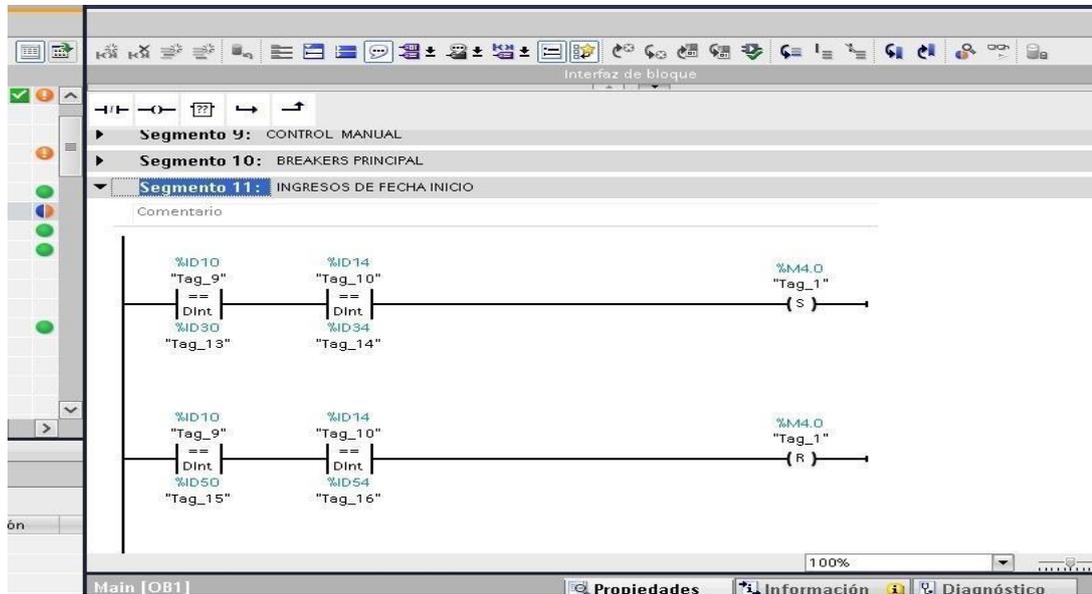


Figura 2.21: Control Automático

Fuente: El Autor.

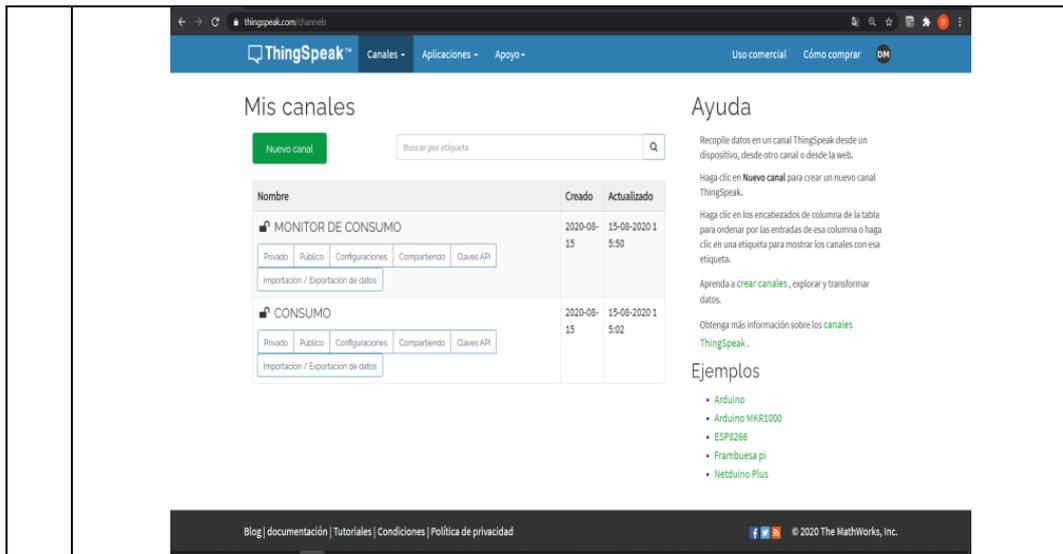
2.7.6. Plataformas de visualización remota

En la presente tesis se exportan los datos para su visualización remota en dos plataformas que son compatibles entre el programa base y ventajas y desventajas de las mismas.

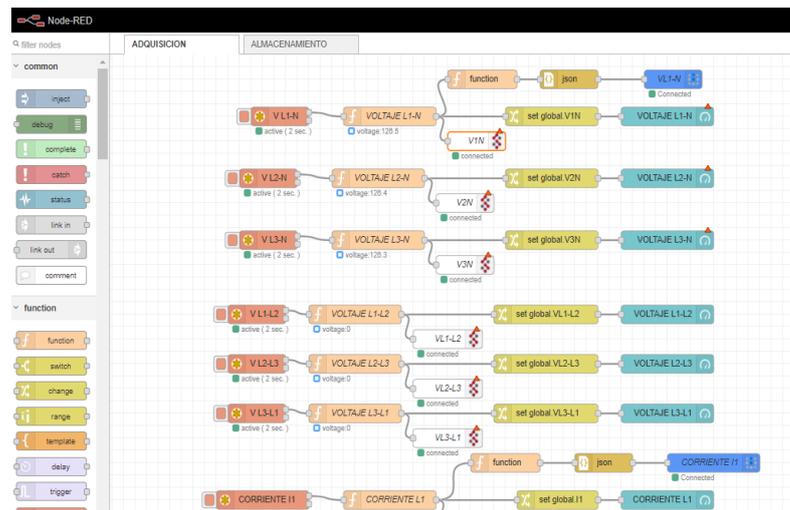
- **Plataforma Thingspeak**

La plataforma Thingspeak es una herramienta virtual diseñada explícitamente para la visualización, almacenamiento e interacción con el usuario (internet de las cosas) sobre los datos adquiridos por los sistemas de medición, para su apertura se realiza lo siguiente:

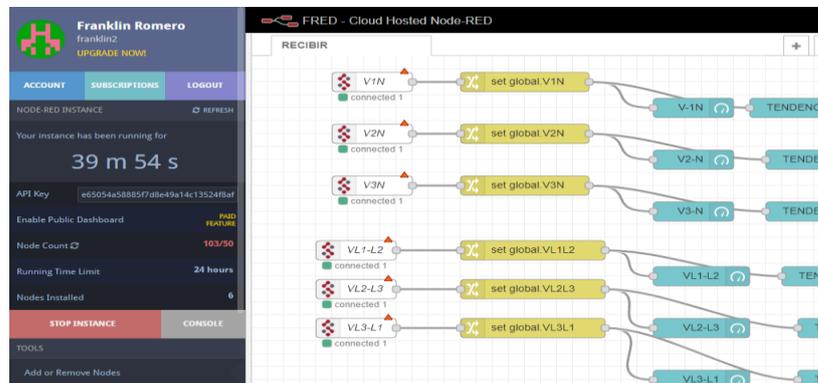
1.	Entrar a la página web Thingspeak.
2.	Crear un usuario vinculado aun un correo activo.
3.	Seleccionar tipo de suscripción (por el momento esta seleccionada ThingSpeak



4. Vincular el programa a la plataforma node-red por diagramas de bloques y programación de los mismos.



5. Para compartir la información se debe copiar el link generado y enviarlo a los usuarios que deseen visualizar los datos.



Después de completar la configuración y guardados los cambios, se necesita apuntar los datos principales para el enlace entre el dispositivo IOT y el ThingSpeak, esta última plataforma genera estos códigos sen base a la configuración de los canales y proporciona estos keys para establecer la comunicación en la programación del dispositivo IOT, como lo muestra la figura 2.22.

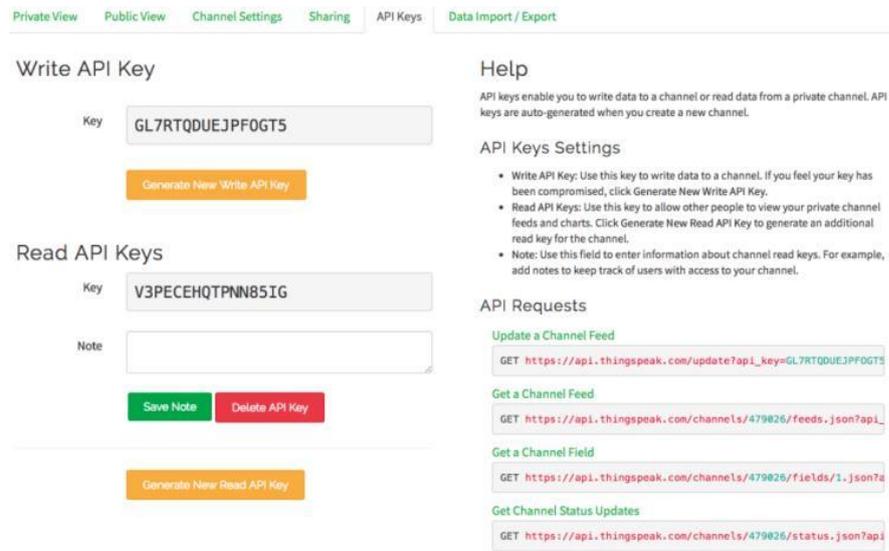


Figura 2.22: Comunicación con la plataforma ThingSpeak y el Sentron PAC 3220

Fuente: El Autor.

2.8 Costo de Implementación

Tabla 8. Identificación de Variables

Cantidad	Unidades	Descripción	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)
1	unidad	Breaker de riel 2 polos	14,75	14,75
4	unidades	Borne carril para componente	9,58	34,49
4	unidades	Conector transversal	4,78	17,21
5	unidades	Borneras fusible	6,98	31,41
5	unidades	Fusible cristal	0,06	0,27
1	unidad	Gabinete metálico	37,89	37,89
1	unidad	Enchufe cooper	2,05	2,05
10	unidades	Luz piloto	2,50	25,00
10	metros	Alambre flexible #18	2,50	2,50
10	metros	Cable UTP	5,00	5,00

1	unidad	Paro de emergencia	3,00	3,00
			TOTAL (\$)	173,57

Fuente: El Autor

2.9 Conclusiones Capítulo II

- La programación se desarrolló en base a un código en Node RED, el cual facilita el entorno entre humano-máquina y por ende se puede visualizar las gráficas de consumo en tiempo real y remotamente.
- El desarrollo de la interfaz gráfica se lo realizó en el software TIA PORTAL V15, el cual permite programar acorde a las necesidades que se tenga en la propuesta tecnológica y así configurar los medidores de energía en cada uno de los bloques de la Universidad Técnica de Cotopaxi.
- La plataforma de visualización de los datos es totalmente gratuita y se podrá observar las curvas en cualquier instante con cualquier tipo de equipo electrónico con conexión a internet.

CAPÍTULO III

3. APLICACIÓN Y/O VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

3.1 Análisis de los resultados

El presente análisis tiene como finalidad demostrar los parámetros eléctricos existente en la Universidad Técnica de Cotopaxi para saber la tendencia de consumo en las diferentes jornadas académicas.

La cámara de transformación N°1 alimenta al bloque A y al bloque B por lo cual el análisis se divide en dos sectores. La cámara de transformación N°2 alimenta al bloque Antiguo y a los Laboratorios por lo cual el análisis se divide en dos sectores.

Las mediciones se las va a realizar en los Bloques nuevos de la Universidad Técnica de Cotopaxi en tiempo real y con un lapso de 10 min para el registro de los datos antes mencionados.

Por otro lado, se puede visualizar los valores de las magnitudes directamente en el medidor instalado en la cámara de transformación N°01 y N°02, ya que los medidores cuentan con una pantalla de visualización.

A continuación, se puede visualizar cada una de las pantallas con los valores de las magnitudes medidas en tiempo real mediante la plataforma ThingSpeak, la cual nos permitirá visualizar dichos datos en cualquier instante y en cualquier lugar del mundo.

CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN N°1

3.1.1. Niveles de Voltaje en la Cámara de Transformación N°1

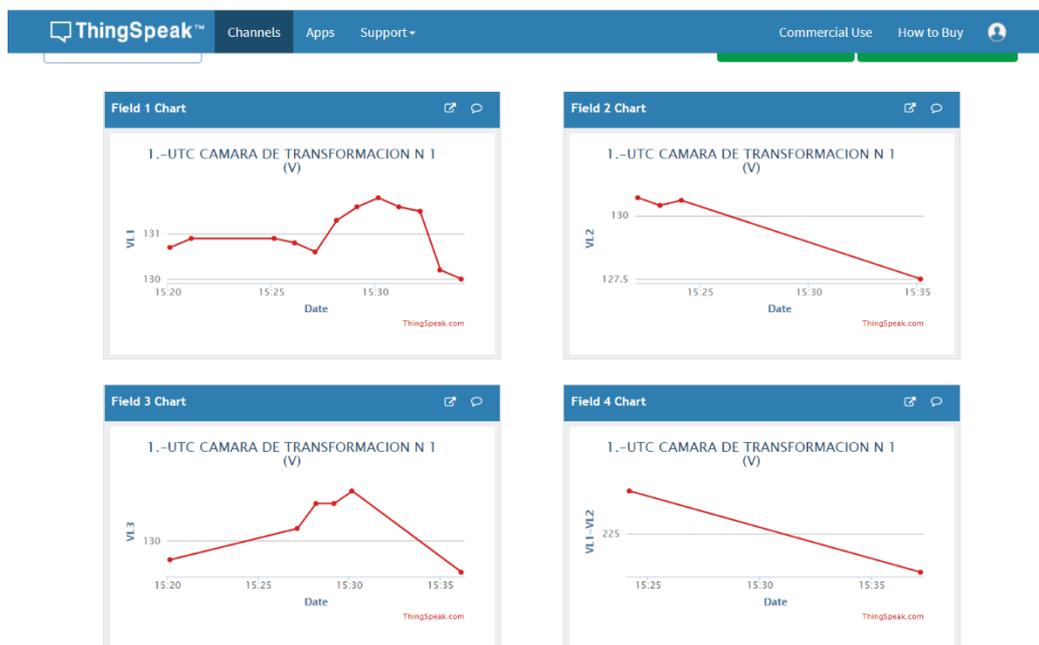


Figura 3.1: Resultados de los voltajes de la cámara de transformación N°1.

Fuente: El Autor.

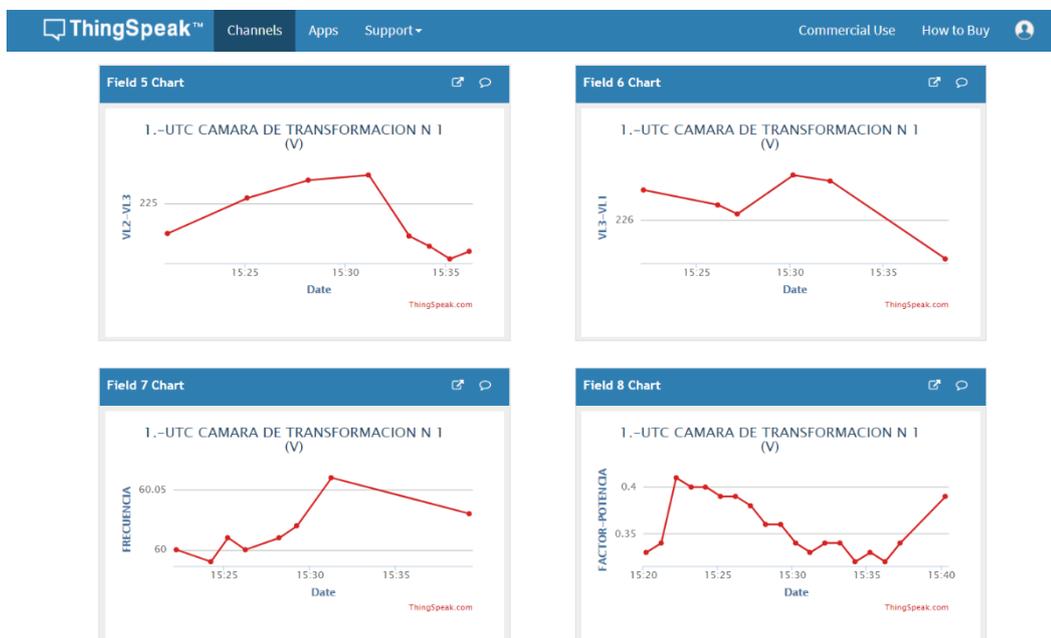


Figura 3.2: Resultados de los voltajes, frecuencia y factor de potencia de la cámara de transformación N°1

Fuente: El Autor.

3.1.2. Niveles de Corriente en la Cámara de Transformación N°1

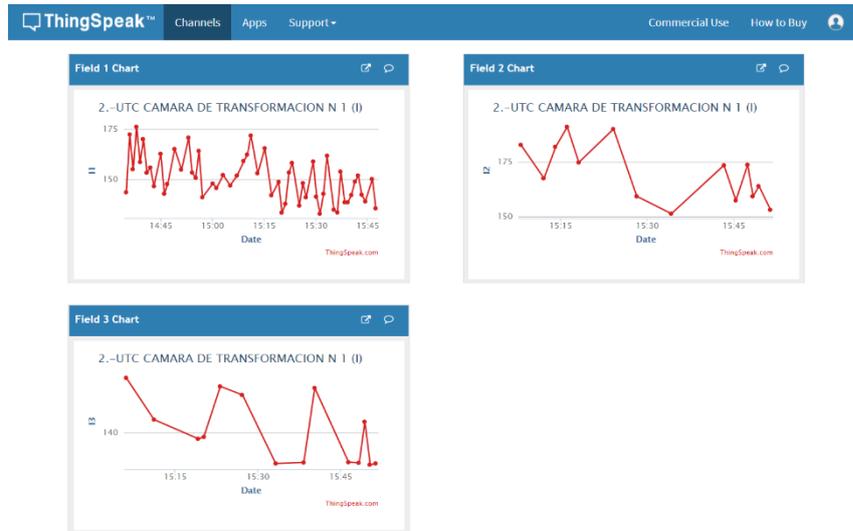


Figura 3.3: Resultados de las corrientes de la cámara de transformación N°1

Fuente: El Autor.

3.1.3. Niveles de Potencia Activa en la Cámara de Transformación N°1

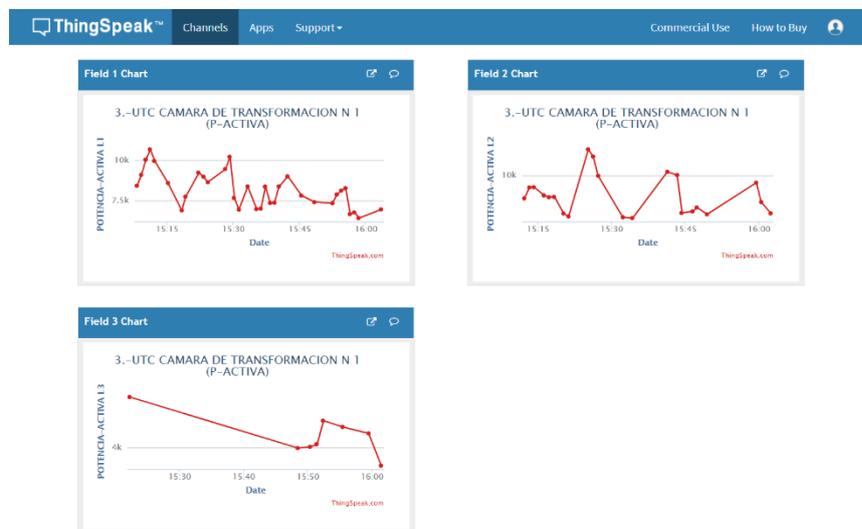


Figura 3.4: Resultados de las potencias activas de la cámara de transformación N°1

Fuente: El Autor.

3.1.4. Niveles de Potencia Reactiva en la Cámara de Transformación N°1

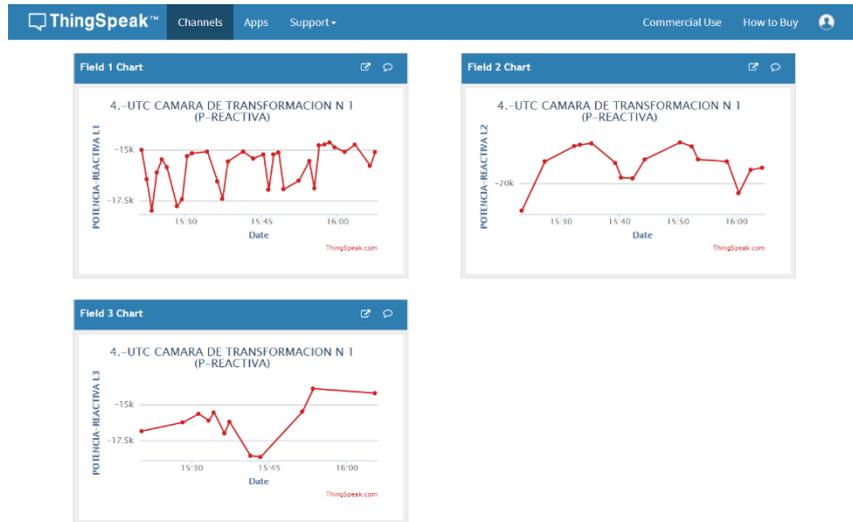


Figura 3.5: Resultados de las potencias reactivas de la cámara de transformación N°1

Fuente: El Autor.

3.1.5. Niveles de Potencia Aparente en la Cámara de Transformación N°1

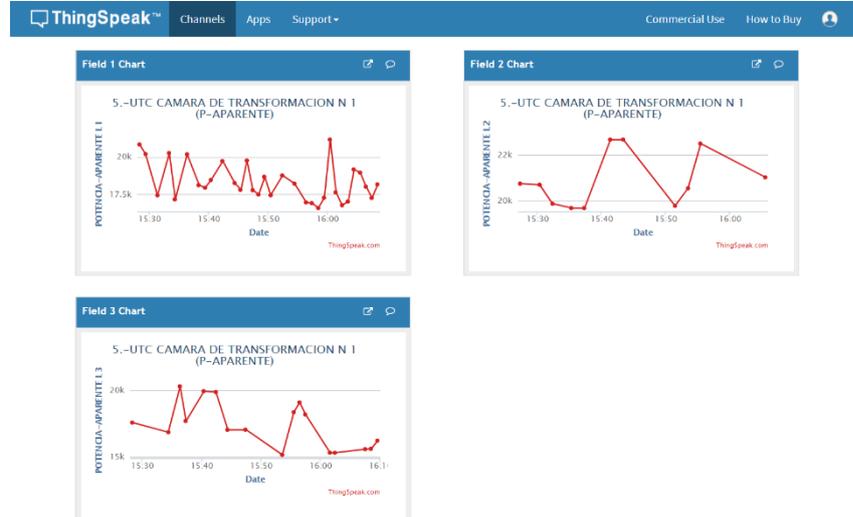


Figura 3.6: Resultados de las potencias aparentes de la cámara de transformación N°1

Fuente: El Autor.

3.1.6. Niveles de Distorsión Armónica (THD) en la Cámara de Transformación N°1

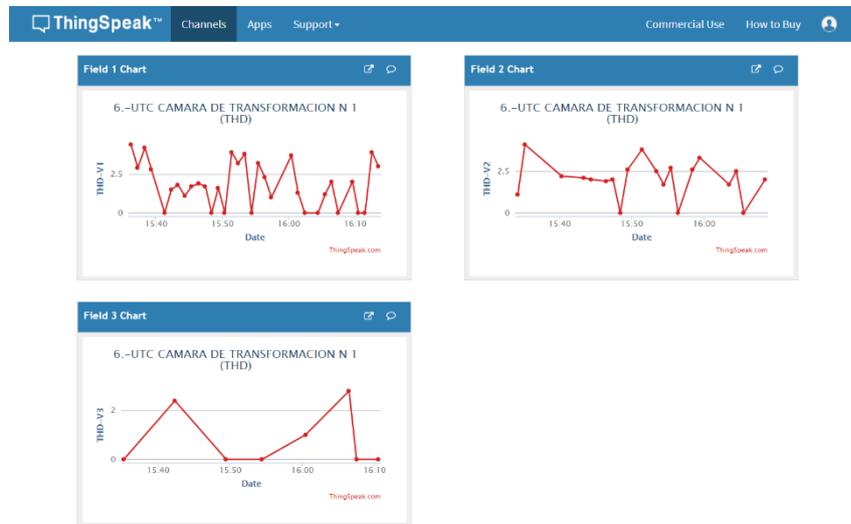


Figura 3.7: Resultados de las distorsiones armónicas THD de la cámara de transformación N°1

Fuente: El Autor.

CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN N°2

3.1.7. Niveles de Voltaje en la Cámara de Transformación N°2

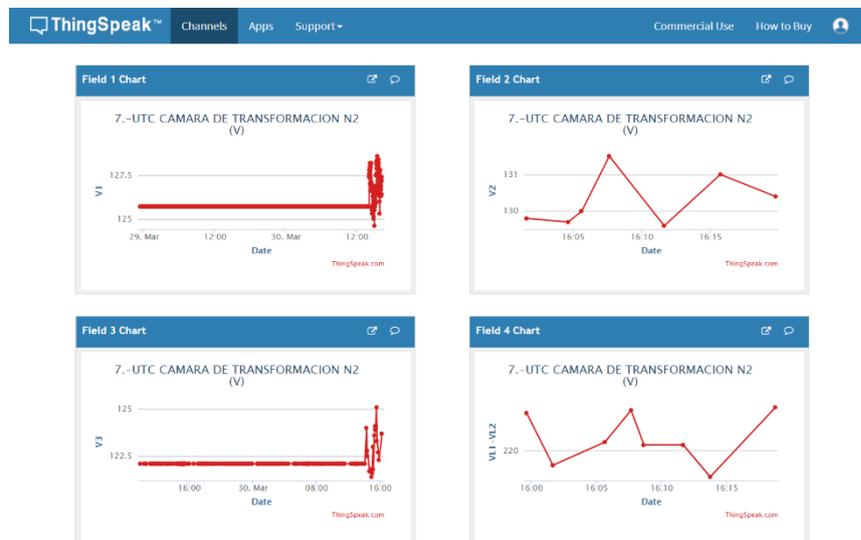


Figura 3.8: Resultados de los voltajes de la cámara de transformación N°2

Fuente: El Autor.

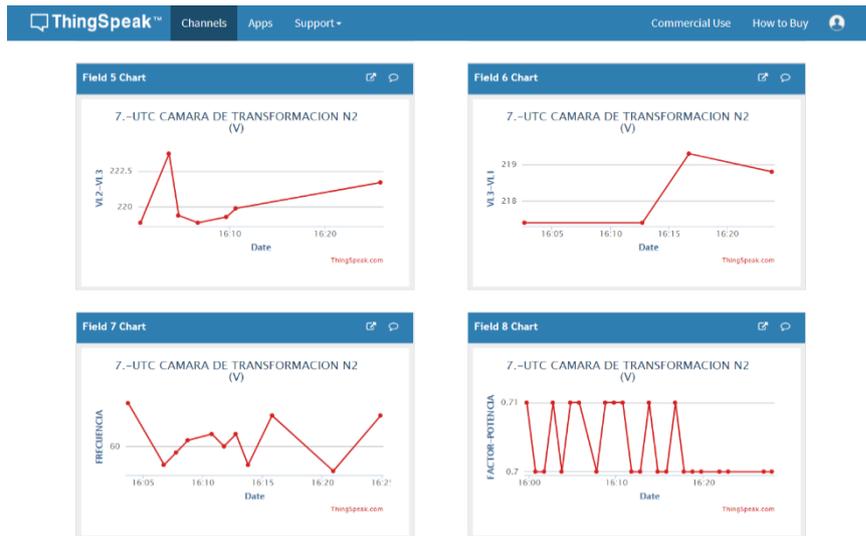


Figura 3.9: Resultados de los voltajes, frecuencia y factor de potencia de la cámara de transformación N°2

Fuente: El Autor.

3.1.8. Niveles de Corriente en la Cámara de Transformación N°2

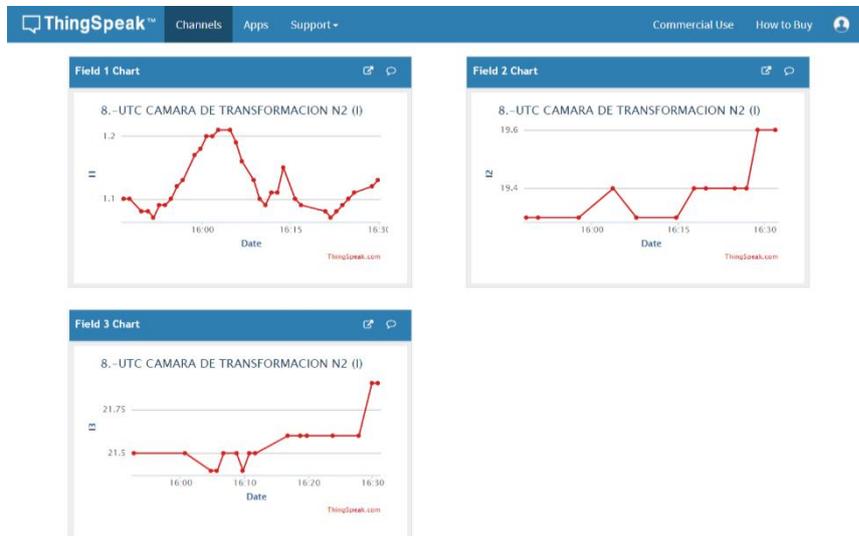


Figura 3.10: Resultados de las corrientes de la cámara de transformación N°2

Fuente: El Autor.

3.1.9. Niveles de Potencia Activa en la Cámara de Transformación N°2

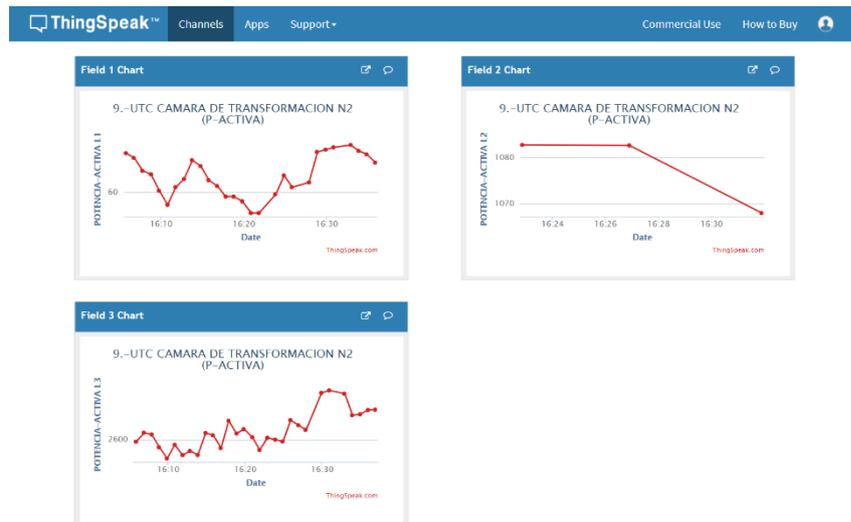


Figura 3.11: Resultados de las potencias activas de la cámara de transformación N°2

Fuente: El Autor.

3.1.10. Niveles de Potencia Reactiva en la Cámara de Transformación N°2

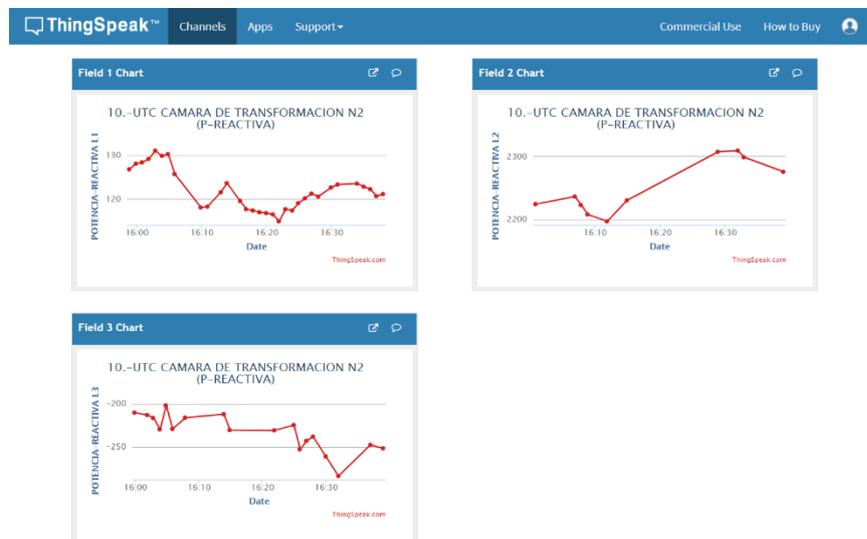


Figura 3.12: Resultados de las potencias reactivas de la cámara de transformación N°2

Fuente: El Autor.

3.1.11. Niveles de Potencia Aparente en la Cámara de Transformación N°2

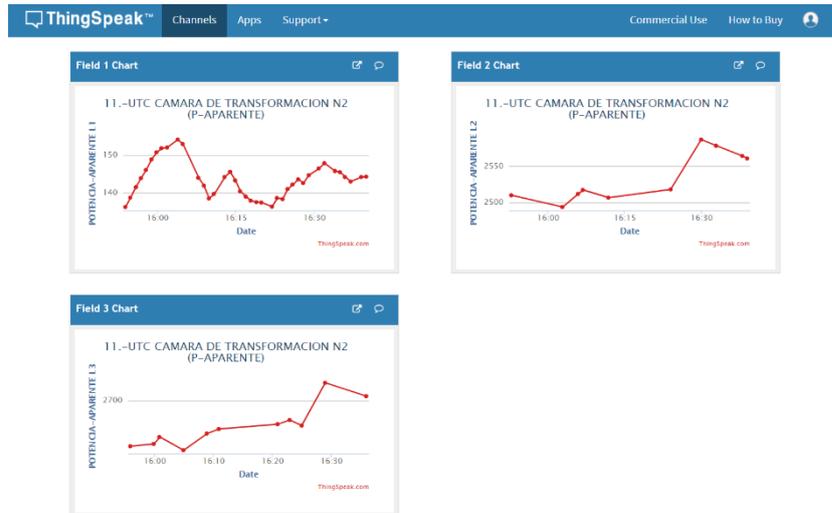


Figura 3.13: Resultados de las potencias aparentes de la cámara de transformación N°2

Fuente: El Autor.

3.1.12. Niveles de Distorsión Armónica (THD) en la Cámara de Transformación N°2



Figura 3.14: Resultados de las distorsiones armónicas THD de la cámara de transformación N°2

Fuente: El Autor.

BLOQUE B

3.1.13. Niveles de Voltaje en el Bloque B

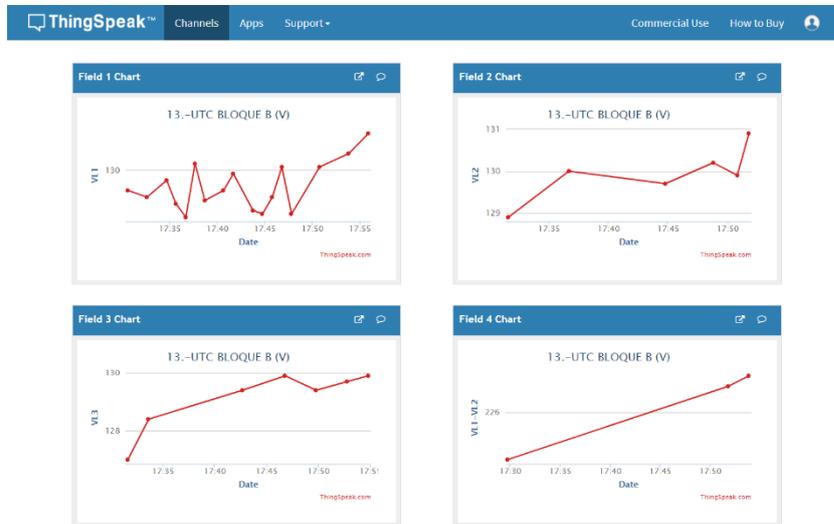


Figura 3.15: Resultados de los voltajes del Bloque B

Fuente: El Autor.

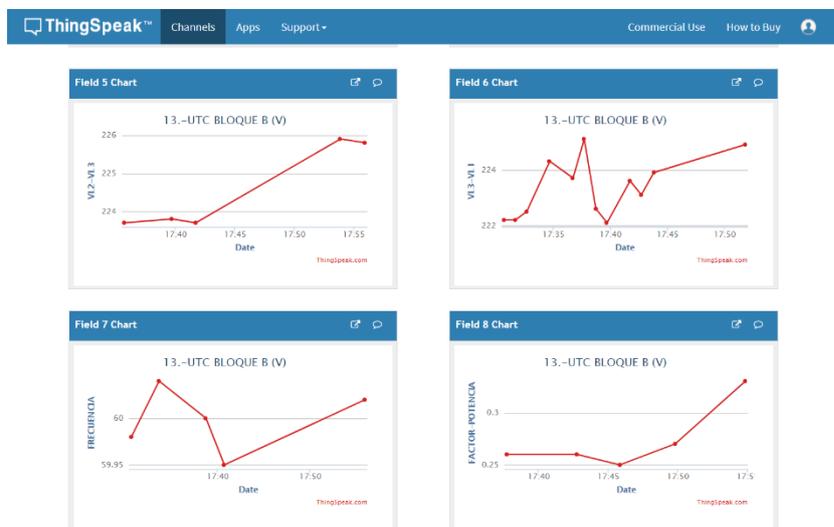


Figura 3.16: Resultados de los voltajes, frecuencia y factor de potencia del Bloque B

Fuente: El Autor.

3.1.14. Niveles de Corriente en el Bloque B

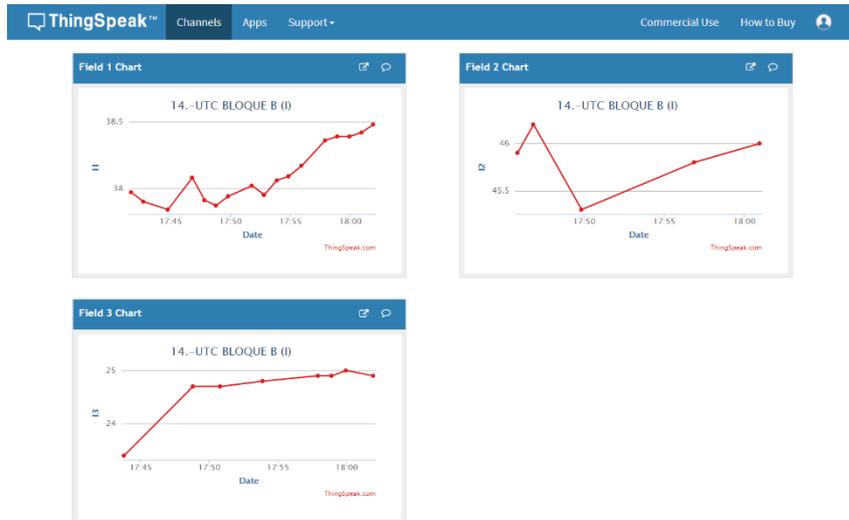


Figura 3.17: Resultados de las corrientes del Bloque B

Fuente: El Autor.

3.1.15. Niveles de Potencia Activa en el Bloque B

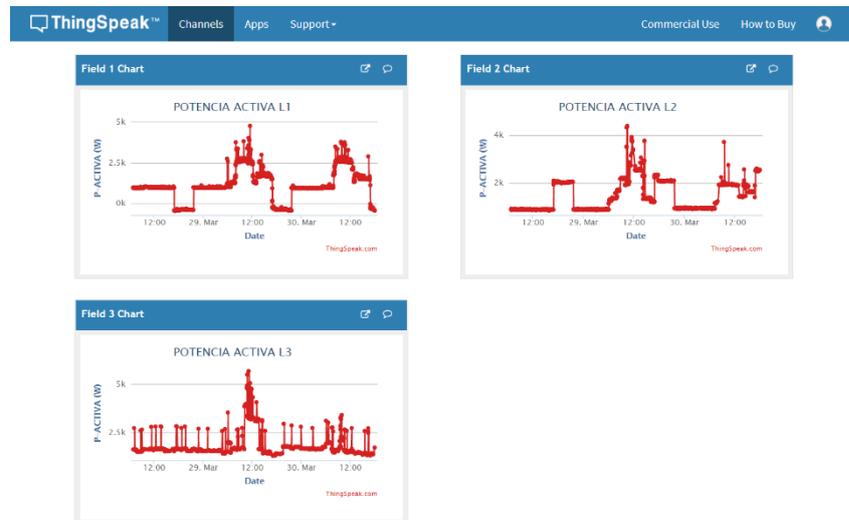


Figura 3.18: Resultados de las potencias activas del Bloque B

Fuente: El Autor.

3.1.16. Niveles de Potencia Reactiva en el Bloque B



Figura 3.19: Resultados de las potencias reactivas del Bloque B

Fuente: El Autor.

3.1.17. Niveles de Potencia Aparente en el Bloque B

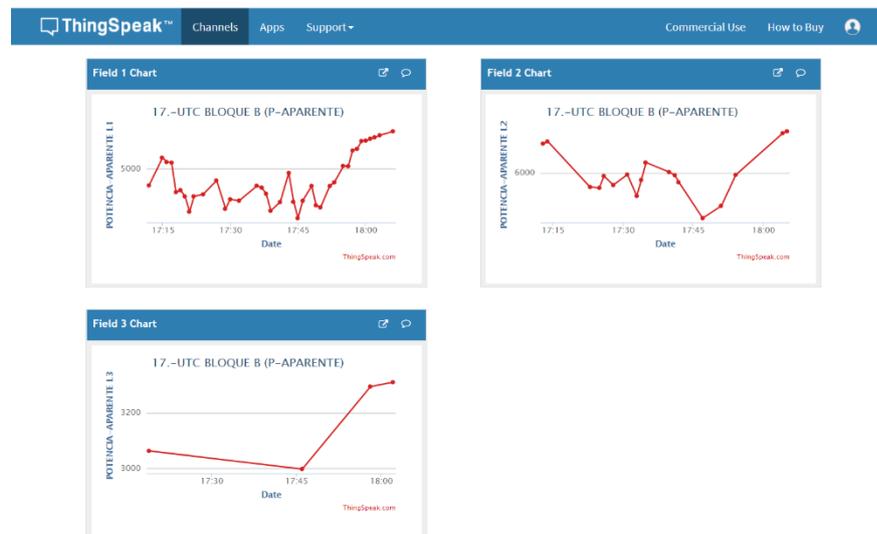


Figura 3.20: Resultados de las potencias aparentes del Bloque B

Fuente: El Autor.

3.1.18. Niveles de Distorsión Armónica (THD) en el Bloque B

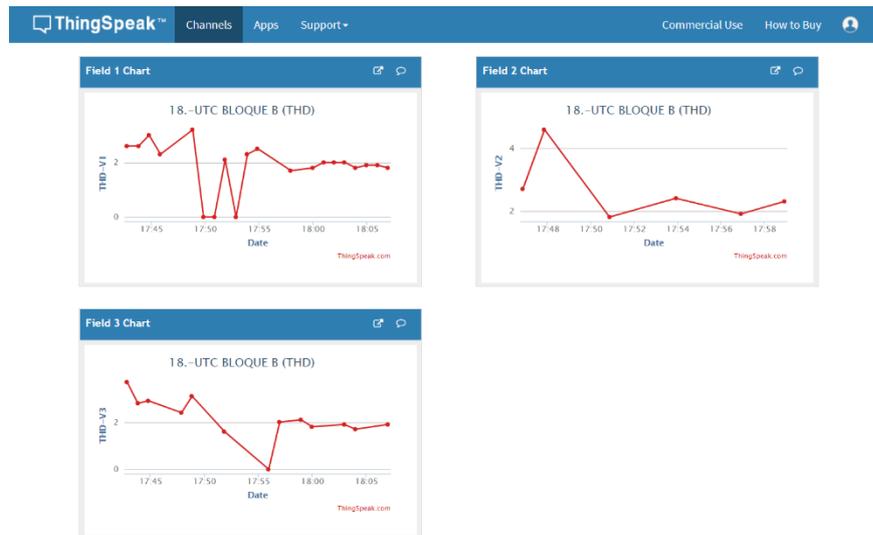


Figura 3.21: Resultados de las distorsiones armónicas THD del Bloque B

Fuente: El Autor.

BLOQUE ANTIGUO

3.1.19. Niveles de Voltaje en el Bloque Antiguo

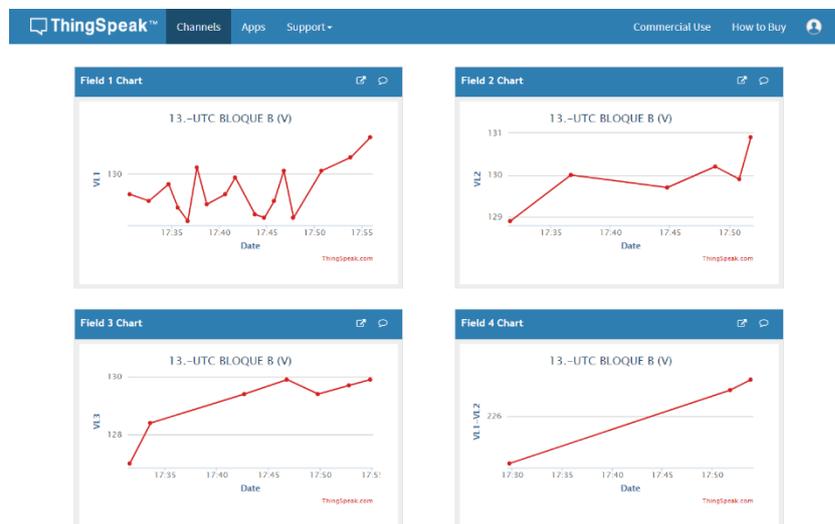


Figura 3.22: Resultados de los voltajes del Bloque Antiguo

Fuente: El Autor.

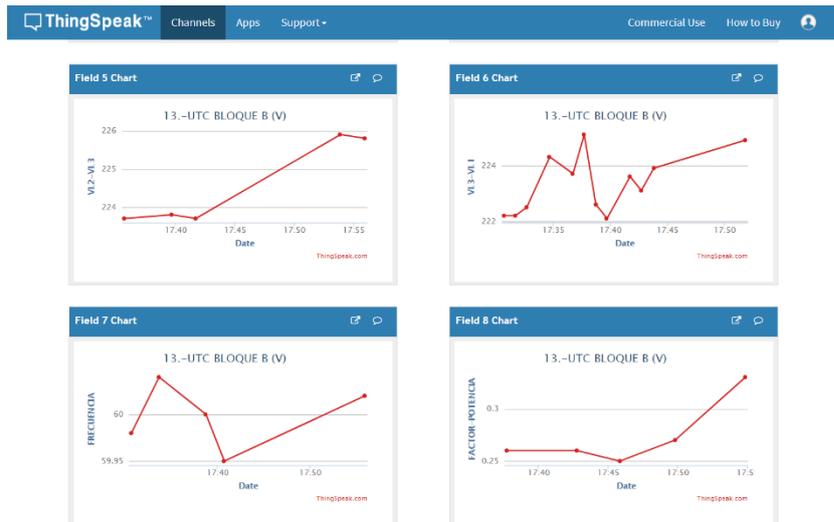


Figura 3.23: Resultados de los voltajes, frecuencia y factor de potencia del Bloque Antiguo

Fuente: El Autor.

3.1.20. Niveles de Corriente en el Bloque Antiguo

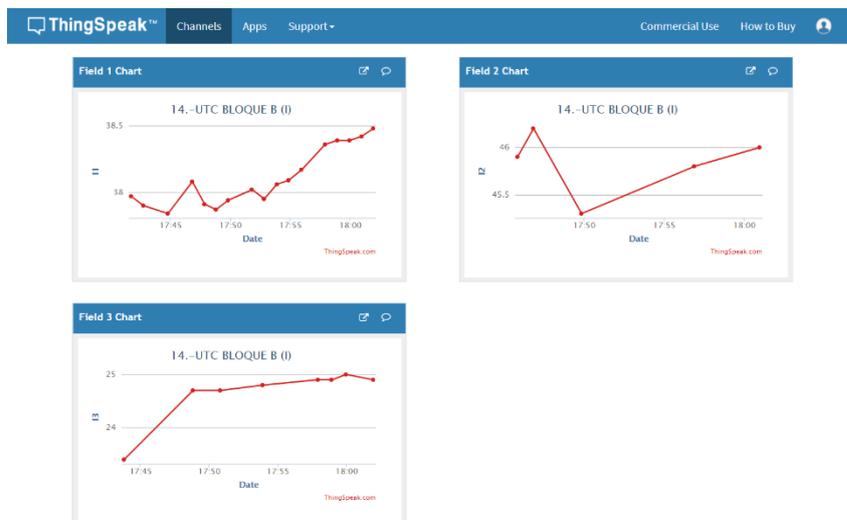


Figura 3.24: Resultados de las corrientes del Bloque Antiguo

Fuente: El Autor.

3.1.21. Niveles de Potencia Activa en el Bloque Antiguo

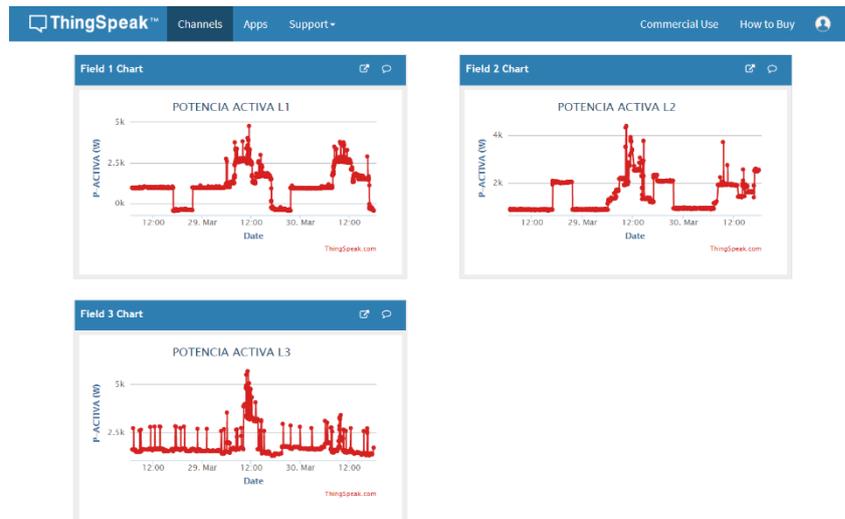


Figura 3.25: Resultados de las potencias activas del Bloque Antiguo

Fuente: El Autor.

3.1.22. Niveles de Potencia Reactiva en el Bloque Antiguo



Figura 3.26: Resultados de las potencias reactivas del Bloque Antiguo

Fuente: El Autor.

3.1.23. Niveles de Potencia Aparente en el Bloque Antiguo

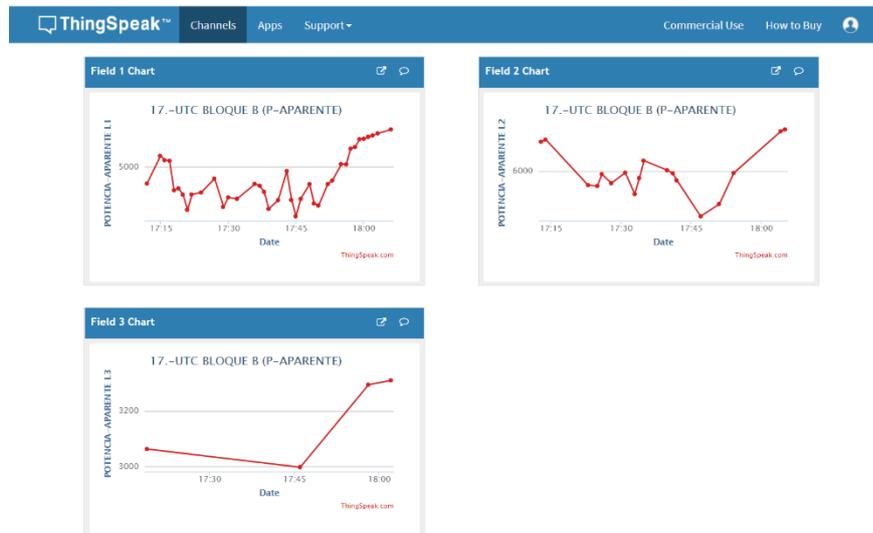


Figura 3.27: Resultados de las potencias aparentes del Bloque Antiguo

Fuente: El Autor.

3.1.24. Niveles de Distorsión Armónica (THD) en el Bloque Antiguo

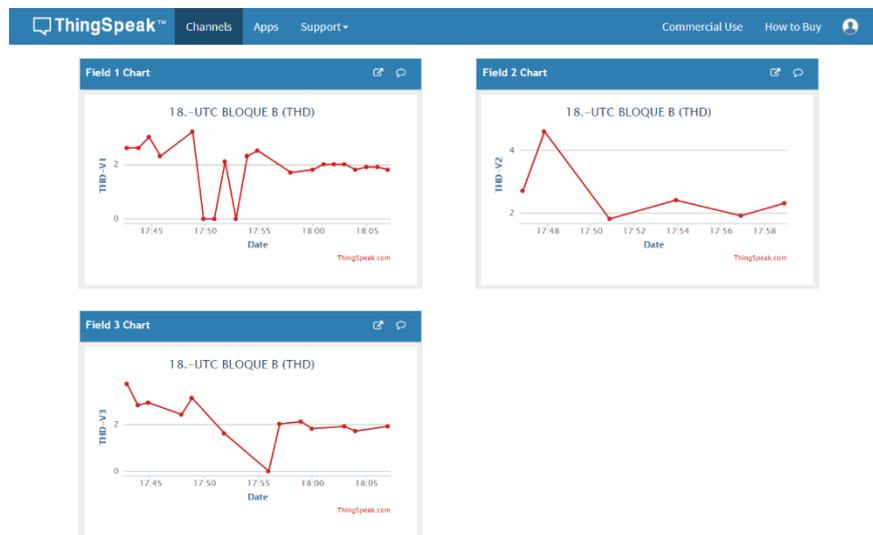


Figura 3.28: Resultados de las distorsiones armónicas THD del Bloque Antiguo

Fuente: El Autor.

3.2 Validación técnica -económica de los resultados

Al interpretar los hallazgos en relación con el problema de investigación, de los objetivos propuestos, de la hipótesis y/o preguntas de investigación formuladas, al evaluar los hallazgos de la propuesta tecnológica, se visualiza interrogantes para futuras teorizaciones y/o investigaciones con los datos históricos obtenidos con los medidores conectados en cada uno de los bloques de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

3.3. Conclusiones del III capítulo. -

- La simulación se realizó acorde a los parámetros requeridos en la propuesta tecnológica y por ende los resultados se pueden ver plasmados con las diferentes lecturas de las variables que intervienen en el sistema medido.
- La plataforma utilizada para la programación y comunicación entre el medidor de energía y la pasarela, la cual es la puerta de enlace para subir los datos a la nube y poder descargarlos los históricos en cualquier momento.
- El impacto tecnológico es provechoso para el beneficio de la comunidad estudiantil para la realizar futuros proyectos de análisis de calidad de energía y datos de consumo de todos los bloques de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

4. CONCLUSIONES GENERALES

- El sistema de monitoreo implementado en el tablero de distribución principal del BLOQUE B, está conformado por equipos industriales como el medidor de energía Sentron PAC3220, la pasarela inteligente Simatic IoT2040 y HMI (Human Machine Interface).
- Para el monitoreo del consumo energético del BLOQUE B, se utilizó dos protocolos de comunicación tales como modbus TCP/IP y Node – RED, con sus diferentes configuraciones, además de disponer de conexión directa con la herramienta de programación visual.
- La planta baja dispone del mayor consumo de energía eléctrica de 70.646,4 kWh durante un periodo normal de actividades de la institución educativa,

ya que, la carga instalada está conformada por cinco laboratorios de computación, el ascensor, sistema de iluminación y fuerza.

- La herramienta informática Node-RED facilitó a realizar la interfaz gráfica por las facilidades que esta brinda, y a su vez la configuración de cada uno de los nodos nos permitió realizar una comunicación con un servidor web conocida como plataformas de visualización remota, las cuales están en un constante desarrollo que brinda un servicio al público.

5. RECOMENDACIONES

- Siempre se debe de tomar en cuenta que es necesario una lectura comprensiva del manual de comunicación el medidor Pac3220 y la pasarela IoT2040, presenta un registro Modbus TCP/IP lo cual ayudara a evitar que no existan inconvenientes con el sistema de datos.
- Revisar el estado del módulo de adquisición de datos y el tablero de distribución principal, verificar que no exista elementos ajenos que afecten al desarrollo de las actividades de medición.
- La programación utilizada en Node-RED para la elaboración del HMI está enfocada para el uso exclusivo de adquisición de determinadas variables eléctricas, por lo que, no debe ser modificado.
- La interfaz hombre maquina (HMI), debe tener un panel visual de fácil entendimiento y manipulación, de tal forma que el operador u otros usuarios puedan tener el acceso al sistema sin complicaciones.

6. REFERENCIAS

- [1] E. Cardenas y S. Villacreses, «Estudio piloto del consumo energético de la Universidad San Francisco de Quito,» 13 Mayo 2016. [En línea]. Available: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/5413/1/124388.pdf>. [Último acceso: 27 Julio 2020].
- [2] G. Achote Guanotasig y C. Pumashunta Guisha, Diseño e implementación de un sistema de monitoreo y adquisición de datos en la cámara de transformación N° 2 en la Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga: UTC, 2020.
- [3] M. J. Morales Peláez, Análisis del rendimiento energético de los transformadores de distribución y su incidencia en la capacidad máxima de carga permisible de la red eléctrica interna de la Universidad Tecnológica Indoamérica sede Quito, Quito: Universidad Indoamérica, 2020.
- [4] E. Budia Sánchez, Modelo de Auditoría Energética en el Sector Industrial, Madrid, España: Universidad Carlos Tercero de Madrid, 2019.
- [5] R. M. Antamba Rivas, Diseño para centros de transformación a funcionar en edificios residenciales, Sangolquí: ESPE, 2015.
- [6] L. Snaider, DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO ACTUAL, Quito: ESPE, 2015.
- [7] P. . A. Tánchez Pérez, APLICACION DEL MEDIDOR MONOFÁSICO ELECTRÓNICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA USO DOMESTICO E INDUSTRIAL EN GUATEMALA, GUATEMALA: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, 2011.
- [8] J. c. Corrales Leon, PRUEBAS PARA INSTALACION, PUESTA EN SERVICIO, OPERACION Y MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA, QUITO, 2010.
- [9] J. F. Lazo Cardenas y N. A. Véñez Tenemaza, Estudio para la implementación de pararrayos en sistemas de distribución de media tensión, Cuenca, 2016.
- [10] 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].
- [11] A.-0. CATALOGO, «SIEMENS,» ALEMANIA .
- [12] ACÁN CHAZO, «DESARROLLO E IMPLEMENTACION DE UN SOFTWARE DE ADQUISICION Y MONITOREO DE DATOS, PARA LA MEDICION DE ENERGIA ELÉCTRICA EN LA EMPRESA PLASTICAUCHO INDUSTRIAL S.A.,» 29 11 2019. [En línea]. Available: <http://dspace.espe.edu.ec/handle/123456789/6437>. [Último acceso: 07 07 2015].
- [13] A. Creus Sole, Instrumentación industrial, España, 2015.

- [14] R. Cobo, «El ABC de la Automatización».
- [15] D.-B.-0.-7. CATALOGO, «SIEMENS,» ALEMANIA .
- [16] J. Lopez de Benito, «<https://www.energynews.es>,» 19 julio 2019. [En línea]. Available: <https://www.energynews.es/transformadores-de-corriente-de-nucleo-partido/>. [Último acceso: 2 agosto 2020].
- [17] «Instituto de enseñanza secundaria,» Huelin, Sf. [En línea]. Available: <http://www.ieshuelin.com/huelinv1/departamentos/tecnologia/recursos/electricidad/electric.htm>. [Último acceso: 27 Julio 2020].
- [18] E. Mundo, «Electro Mundo,» Electro Mundo, 2020. [En línea]. Available: <https://electromundo.pro/tipos-y-clasificacion-de-transformadores/>. [Último acceso: 27 Julio 2020].
- [19] FIDE, «Curso taller Promotores de ahorros y eficiencia de energía eléctrica,» 2020. [En línea]. Available: [http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/001%20M%C3%B3dulo%20I%20\(Diagn%C3%B3sticos%20Energ%C3%A9ticos\).pdf](http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/001%20M%C3%B3dulo%20I%20(Diagn%C3%B3sticos%20Energ%C3%A9ticos).pdf).
- [20] CONELEC, «Regulación No. CONELEC 004/2019,» Directorio del consejo Nacional de Electricidad CONELEC, Quito, 2019.
- [21] J. Alamos, «El Prisma,» 9 Noviembre 2019. [En línea]. Available: http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_electrica_y_electronica/sistemadistribucionenergiaelectric/. [Último acceso: 27 Julio 2020].
- [22] SIEMENS, «SIMATIC IOT2040: Primera instalación y primer programa en node-red,» SIMATIC IOT2040, 2018.
- [23] «SECTOR ELECTRICIDAD, "SECCIONADORES",» 17 Junio 2018. [En línea]. Available: <http://www.sectorelectricidad.com/20135/seccionadores/>. [Último acceso: 27 Julio 2020].
- [24] J. Álvarez, Fundamentos de instalaciones eléctricas de baja y alta tensión, España: Limusa, 2018.
- [25] C. Muñoz, «Flujo de potencia trifásico para sistemas de distribución,» Santiago de Chile, 2018.
- [26] J. A. Yebra Morón, Sistemas eléctricos de distribución, México: Reverté, 2017.
- [27] R. Baeza, «Scielo,» 9 Noviembre 2017. [En línea]. Available: <http://www.scielo.cl/pdf/rfacing/v11n1/art05.pdf>. [Último acceso: 27 Julio 2020].
- [28] C. Meza, «Scada System´s & Telemetry,» Atlantic International, 2017. [En línea]. Available: <http://aiu.edu/publications/student/spanish/SCADA%20System's%20&%20Telemetry.html>.
- [29] O. Gómez Carmona y C. Zapata, Efectos del desbalance en las cargas sobre la valoración de confiabilidad de un sistema de distribución de energía

- eléctrica, Colombia: Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, 2017.
- [30] E. y. sociedad, «Energía y sociedad,» 2016. [En línea]. Available: [http://www.energiaysociedad.es/manenergia/1-1-aspectos-basicos-de-la-electricidad/#:~:text=Los%20par%C3%A1metros%20b%C3%A1sicos%20que%20permiten,vatios%2Dhora%2C%20Wh\)..](http://www.energiaysociedad.es/manenergia/1-1-aspectos-basicos-de-la-electricidad/#:~:text=Los%20par%C3%A1metros%20b%C3%A1sicos%20que%20permiten,vatios%2Dhora%2C%20Wh)..) [Último acceso: 1 Agosto 2020].
- [31] M. Hernández Tinoco y D. Limón Marruedo, «Desarrollo e implementación de una red de datos basada en Modbus y Ethernet para autómatas industriales,» Universidad de Sevilla, Sevilla, 2016.
- [32] AIE, «AIE,» Agosto 2016. [En línea]. Available: <http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/articulos/agosto-06.pdf>. [Último acceso: 22 Julio 2020].
- [33] S. Rámirez, Solución al Problema de Balance usando Simulate Annealing, Guayaquil: EPL, 2015.
- [34] R. Maldonado, «Reflexiones sobre las pérdidas de energía eléctrica,» Revista CIEEPI, Quito, 2015.
- [35] C. M. Zapata y Y. Olaya, Ingeniería en software para analistas, Medellín: LITONUEVE, 2015.
- [36] R. Rosas, «Guía para realizar diagnósticos energéticos y evaluar medidas de ahorro en equipos de bombeo de agua de organismos operadores de agua potable,» GIZ México, Ciudad de México, 2015.
- [37] J. Morocho, «Estudio y plan de mejoras de las instalaciones actuales de media y alta tensión,» Universidad de Guayaquil, Guayaquil, 2015.
- [38] G. Preciado y J. Rodas, Diseño para la construcción de transformadores de distribución monofásicos tipo tanque, Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana, 2015.
- [39] S. Electric, Analizador de energía PM 5340,, Madrid: Unknown, 2015.
- [40] O. Castañeda y W. Castañeda, «Análisis de Calidad de Energía acerca de la Calidad del Producto e Influencia de armónicos e corriente,» 2015. [En línea]. Available: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/231-Texto%20del%20art%C3%ADculo-427-1-10-20191114.pdf>. [Último acceso: 1 Agosto 2020].
- [41] A. Ingeniería, «Aero Ingeniería,» 2015. [En línea]. Available: http://www.aero.ing.unlp.edu.ar/catedras/archivos/electrotecnia_Apunte.pdf. [Último acceso: 1 Agosto 2020].
- [42] INGEARQUI, «Método de trabajo basado en la implementación de equipos,» 2015.
- [43] F. prototipos, «Sistema automatizado de diagnóstico de eficiencia energética,» España, 2014.
- [44] IES, «Diagnóstico energético para IES,» Santiago, 2014.

- [45] OLADE, «Manual Latinoamericano y del Caribe para el Control de Pérdidas Eléctricas,» Volumen I,, 2013.
- [46] I. Cruz, «Sistema SCADA para la supervisión del sistema eléctrico,» Marta Abreu, Cuba, 2011.
- [47] I. N. d. E. E. y. E. R. (INER)., «Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER).,» 2010.
- [48] SIEMENS, « . Siemens . Consultado el 18 de septiembre de 2010,» "Visualización de procesos SIMATIC WinCC con Plant Intelligence" (PDF), 2010. [En línea]. Available: https://www.automation.siemens.com/redirects/404-1.htm?url=https://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/brochure/en/brochure_simatic-wincc_en.pdf&oldreferer=https://en.wikipedia.org/. [Último acceso: 22 Julio 2020].
- [49] G. Enriquez Harper, Manual del técnico en subestaciones eléctricas, industriales y comerciales, México: Limusa, 2009.
- [50] I. Castellanos, 2008.
- [51] I. E. d. Normalización, Norma Técnica Ecuatoriana. NTE. INEN 2111. Transformadores de distribución. Pruebas eléctricas, Quito: INEN, 2004.
- [52] G. Carlo, «Gestión y Control de Energía Eléctrica Analizador de Calidad de Energía Eléctrica,» (2002a). [En línea]. Available: <http://productsonline.carlogavazzi.com>.
- [53] S. electricidad, «Sector electricidad.com,» [En línea]. Available: <http://www.sectorelectricidad.com/17597/carga-demanda-y-energia-electrica-conceptos-fundamentales-para-la-distribucion-de-electricidad/>. [Último acceso: 2020].
- [54] M. C. Rubén Barbecho, APLICACIÓN DE INTERRUPTORES DIFERENCIALES PARA LA PROTECCION ELECTRICA DE INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN RESIDENCIALES, CUENCA: UNIVERSIDAD DE CUENCA, 2012.
- [55] A. Creus Solé, Instrumentación Industrial, Barcelona - España: marcombo, 2011.
- [56] 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.
- [57] I. E. Grande y E. Abascal Fernández , Fundamentos y Técnicas de Investigacion Comercial, Madrid: ESIC EDITORIAL, 2009.
- [58] B. O. CATALOGO, «SIEMENS ALEMANIA,» [En línea].
- [59] N. Frankel y A. Gage, «<https://www.measureevaluation.org>,» Diciembre 2015. [En línea]. Available:

- https://www.measureevaluation.org/resources/publications/ms-07-20-es/at_download/document. [Último acceso: 9 Junio 2020].
- [60] R. Stair y G. Reynolds, «Sistemas de Informacion,» de *Principios de sistemas de información*, Santa Fe, Cengage Learning Editores, SA , 2010, p. 708.
- [61] A. Guerrero, «Configuración de Centros de Transformación,» de *INSTALACIONES DE DISTRIBUCION. Grado Medio*, MCGRAW-HILL, 2010, pp. 7- 40.
- [62] J. C. Schallenberg Rodríguez, G. Piernavieja Izquierdo, C. Hernández Rodríguez y C. Unamunzaga Falcon, «El ahorro y la Eficiencia energética,» de *Energías renovables y eficiencia energética*, S.N., Instituto Tecnológico de Canarias, S.A, 2008, pp. 121-124.
- [63] R. M. Mujal Rosas, «Introducción a los sistemas eléctricos,» de *Calculo de líneas y redes eléctricas*, Barcelona, Edicions UPC, 2002, pp. 11-20.
- [64] Sistema Internacional de Unidades SI, «Centro Español de Metrología,» 2006. [En línea]. Available: <https://www.cem.es/sites/default/files/siu8edes.pdf>. [Último acceso: 15 junio 2020].
- [65] G. Enriquez Harper, «El ABC de las instalaciones eléctricas residenciales,» de *El ABC de las instalaciones eléctricas residenciales*, Mexico, LIMUSA, S.A., 1999, pp. 11-34.
- [66] R. Saavedra Silveir, «Instalaciones Eléctricas,» de *Instalaciones Eléctricas*, Barcelona, Ediciones CEAC, 2009, pp. 17-26.
- [67] R. Capella, «Centros de Transformación MT/BT,» de *Centro de Formación Schneider*, Barcelona, Grupo Schneider, 2000, pp. 118-133.
- [68] SIEMENS, «<https://cache.industry.siemens.com>,» diciembre 2019. [En línea]. Available: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/307/109767307/att_1003966/v1/MAN_L1V30519172D-01_es_es-MX.pdf. [Último acceso: 1 agosto 2020].
- [69] SIEMENS, «<https://programacionsiemens.com>,» 18 octubre 2018. [En línea]. Available: <https://programacionsiemens.com/simatic-iot2040-la-pasarela-inteligente-de-siemens/>. [Último acceso: 22 julio 2020].
- [70] S. M. Téllez Gutiérrez, J. Rosero García y R. Céspedes Gandarillas, «<https://www.redalyc.org>,» Julio-Diciembre 2018. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85259689012>. [Último acceso: 28 Julio 2020].
- [71] LOGICBUS, «<https://www.logicbus.com.mx>,» 17 Junio 2019. [En línea]. Available: <https://www.logicbus.com.mx/blog/protocolos-de-comunicacion-industriales/>. [Último acceso: 26 Julio 2020].
- [72] NI.com, «Ingeniería Extraordinaria.com,» 05 Marzo 2019. [En línea]. Available: <https://www.ni.com/es-cr/innovations/white>

- papers/12/introduction-to-modbus-using-labview.html. [Último acceso: 24 julio 2020].
- [73] A. F. SARMIENTO PAUTE , «<http://dspace.uazuay.edu.ec>,» 2020. [En línea]. Available: <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/9778/1/15409.pdf>. [Último acceso: 10 agosto 2020].
- [74] SIEMENS, «<https://assets.new.siemens.com>,» 1 enero 2019. [En línea]. Available: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:3424fd64-1a13-4d4f-b05b-5da93a1919ce/version:1566593499/lista-de-preciosindustriaecuador.pdf>. [Último acceso: 10 agosto 2020].
- [75] A. Torre Escudero, «Universidad del Pais Vasco,» 12 febrero 2018. [En línea]. Available: <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/26011/TRABAJO%20DE%20FIN%20DE%20GRADO3.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 14 agosto 2020].
- [76] S. ORTEGA FERNÁNDEZ, «Universidad del Pais Vasco,» 24 junio 2019. [En línea]. Available: https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/36490/TFG_Sergio_Ortega_Fen%c3%a1ndez.pdf?sequence=2&isAllowed=y. [Último acceso: 14 agosto 2020].
- [77] A. R. MOREANO ABATA, «repositorio.espe.edu.ec,» 2019. [En línea]. Available: <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/15631/1/T-ESPEL-EMI-0361.pdf>. [Último acceso: 15 septiembre 2020].
- [78] Node-RED, «Node-RED.org,» Cloudflare,Inc [US], 13 septiembre 2019. [En línea]. Available: <https://nodered.org/>. [Último acceso: 19 agosto 2020].
- [79] P. Sancho, «Techege.com,» 20 abril 2020. [En línea]. Available: <https://www.techedgegroup.com/es/blog/fundamenos-node-red>. [Último acceso: 2 agosto 2020].
- [80] A. R. MOREANO ABATA, «Universidad de las Fuerzas Armadas,» abril 2019. [En línea]. Available: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/15631/T-ESPEL-EMI-0361.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 16 agosto 2020].
- [81] SIEMENS, «programacionsiemens.com,» 18 octubre 2018. [En línea]. Available: <https://programacionsiemens.com/simatic-iot2040-la-pasarela-inteligente-de-siemens/>. [Último acceso: 22 julio 2020].
- [82] SIEMENS, «Industry Siemens.com,» diciembre 2019. [En línea]. Available: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/307/109767307/att_1003966/v1/MAN_L1V30519172D-01_es_es-MX.pdf. [Último acceso: 1 agosto 2020].
- [83] A. S. Ibujés Zambonino y W. P. Rueda Flores, «repositorio.utc.edu.ec,» 2017. [En línea]. Available:

<http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/4036>. [Último acceso: 15 septiembre 2020].

[84] Schneider Electric, *Pasarela Ethernet EGX300 de powerlo*, 2009.

7. ANEXOS

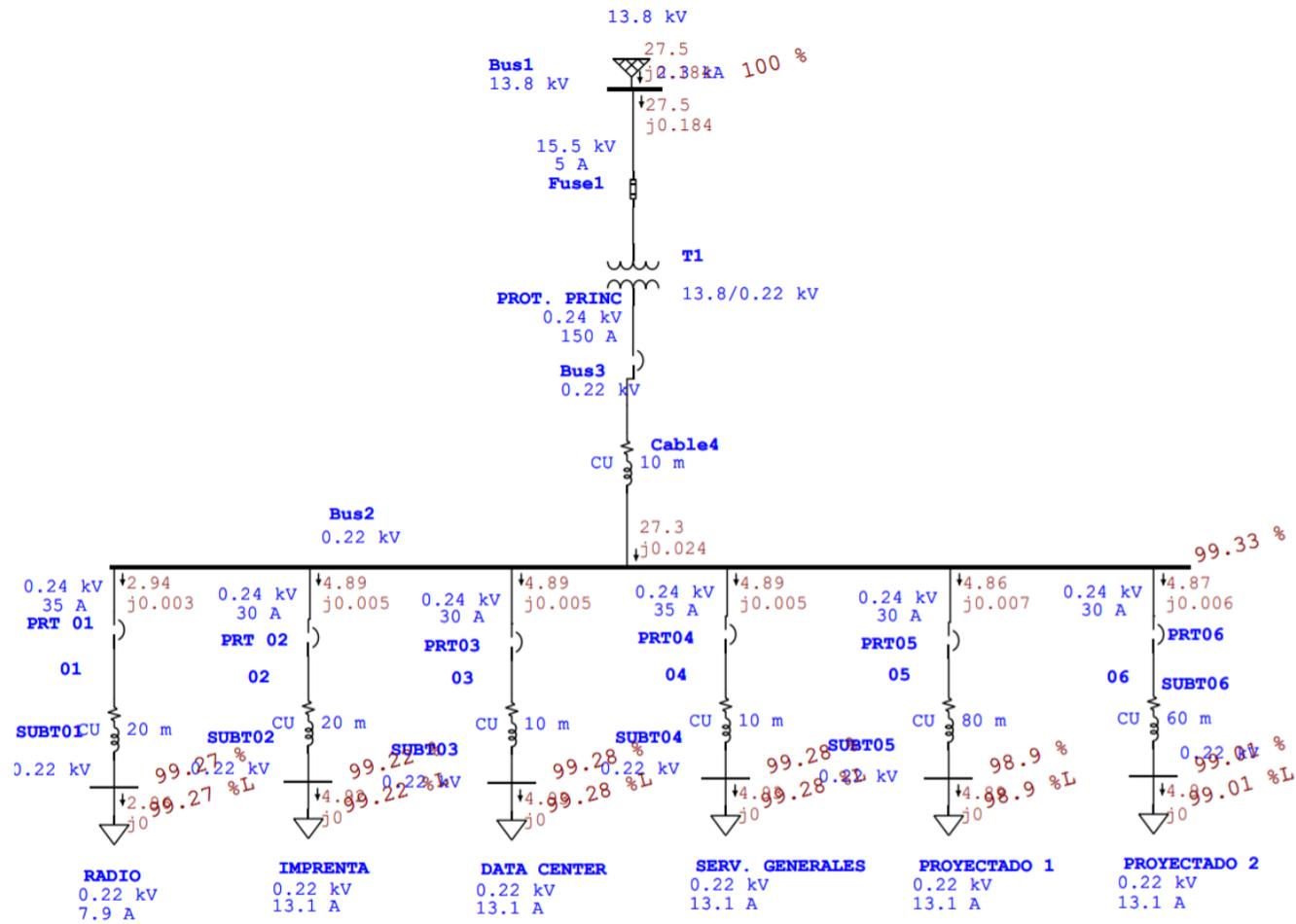
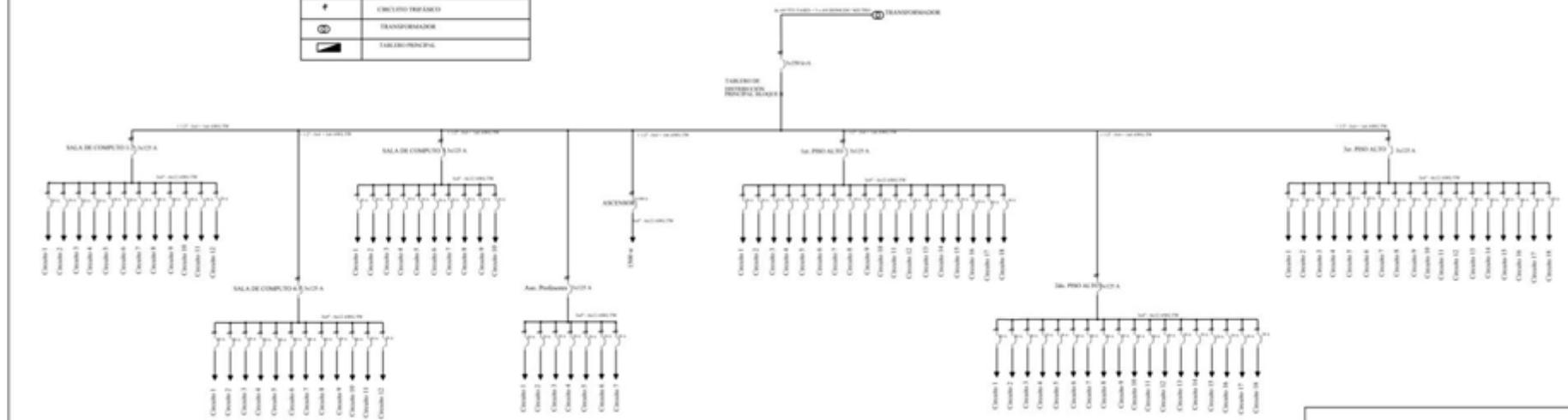


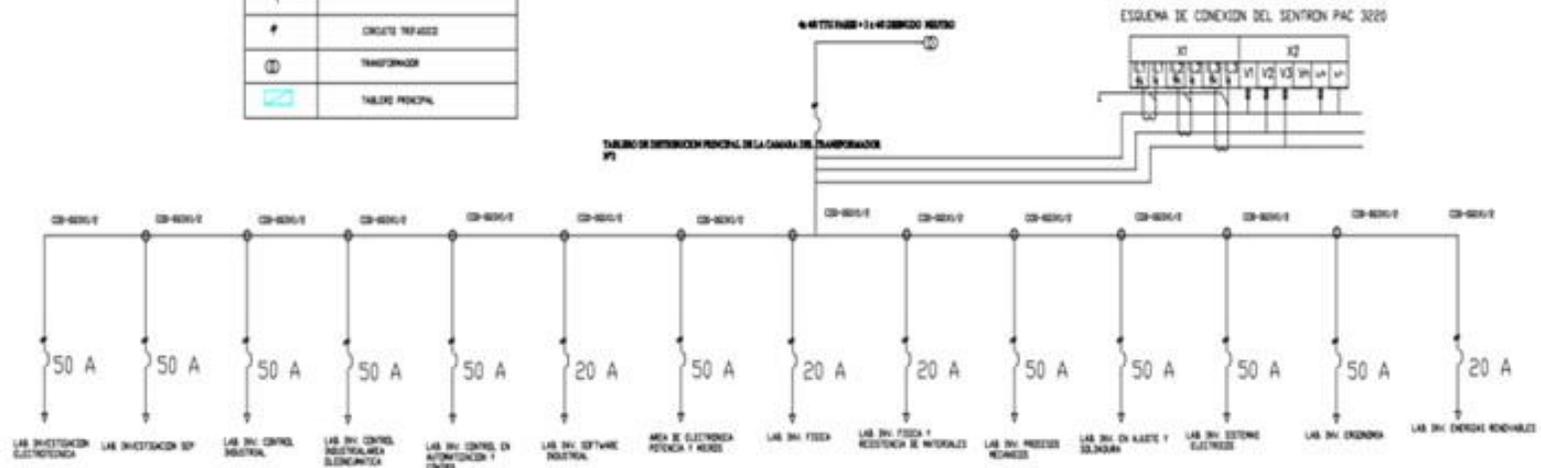
DIAGRAMA UNIFILAR DEL TABLEROS

SIMBOLO	DESCRIPCION
⬇	CARGA
⌋	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
●	NECRO
⚡	CIRCUITO MONOFASICO
⚡	CIRCUITO TRIFASICO
⊕	TRANSFORMADOR
⊕	TABLERO PRINCIPAL



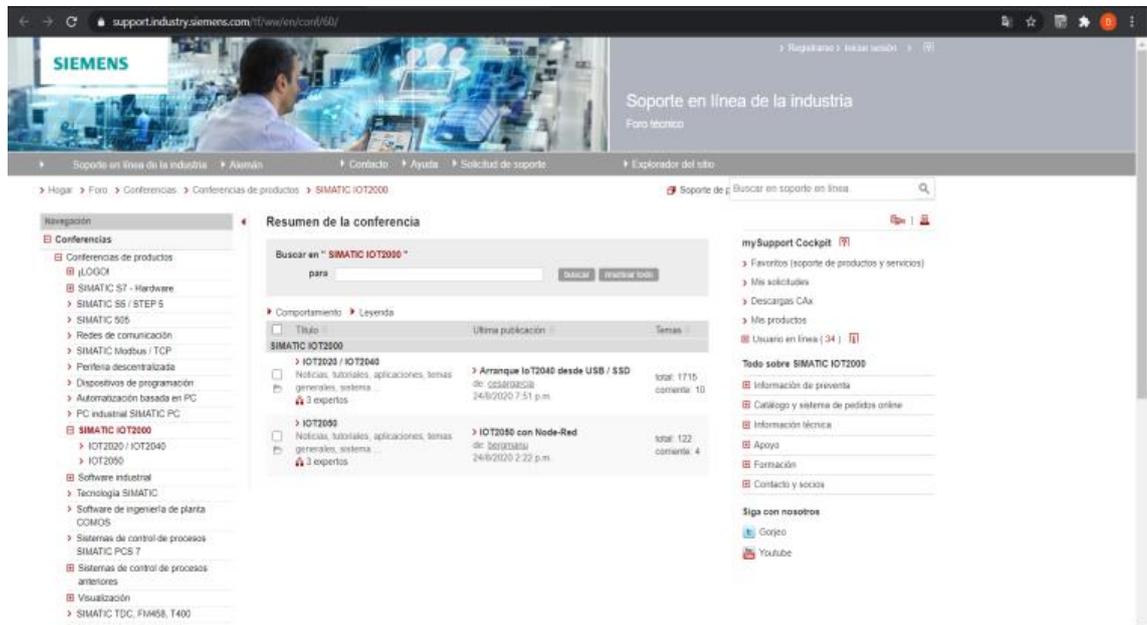
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

Símbolo	Descripción
T	CARGA
⌋	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
0	VCC
+	CIRCUITO MONOFÁSICO
#	CIRCUITO TRIFÁSICO
⊕	TRANSFORMADOR
Ⓜ	TABLERO PRINCIPAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAX

1.- Registro en Siemens y descarga de archivos necesarios, figura 27 muestra la interfaz.



2.- Inicio Simatic IOT2000

- Introducir tarjeta SD en el Simatic IOT200 en la ranura correspondiente y sujetarla correctamente.

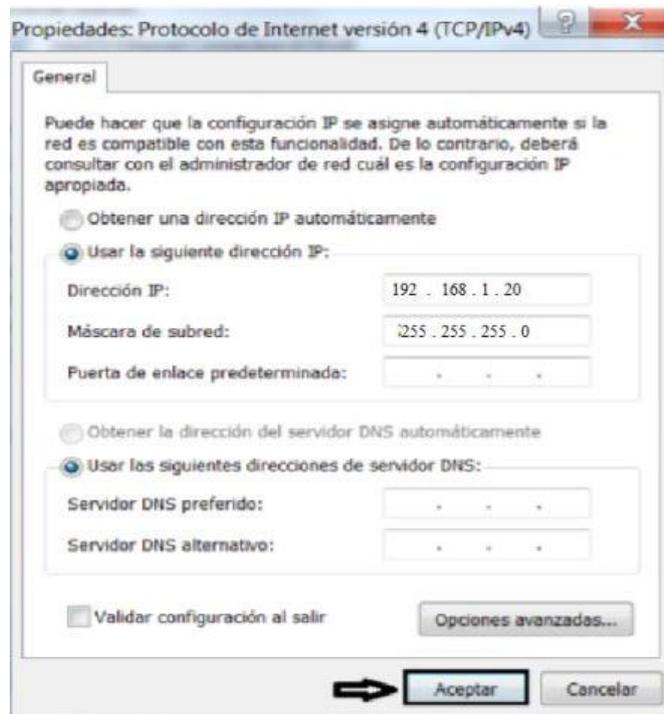


- Cuando la tarjeta se encuentre colocada correctamente, se alimenta el dispositivo, posteriormente se encenderá el led PWR dando a conocer que el dispositivo está alimentado, luego se encenderá el led USB que indica que el dispositivo ya arrancó, y por último se encenderá el led de la tarjeta SD.

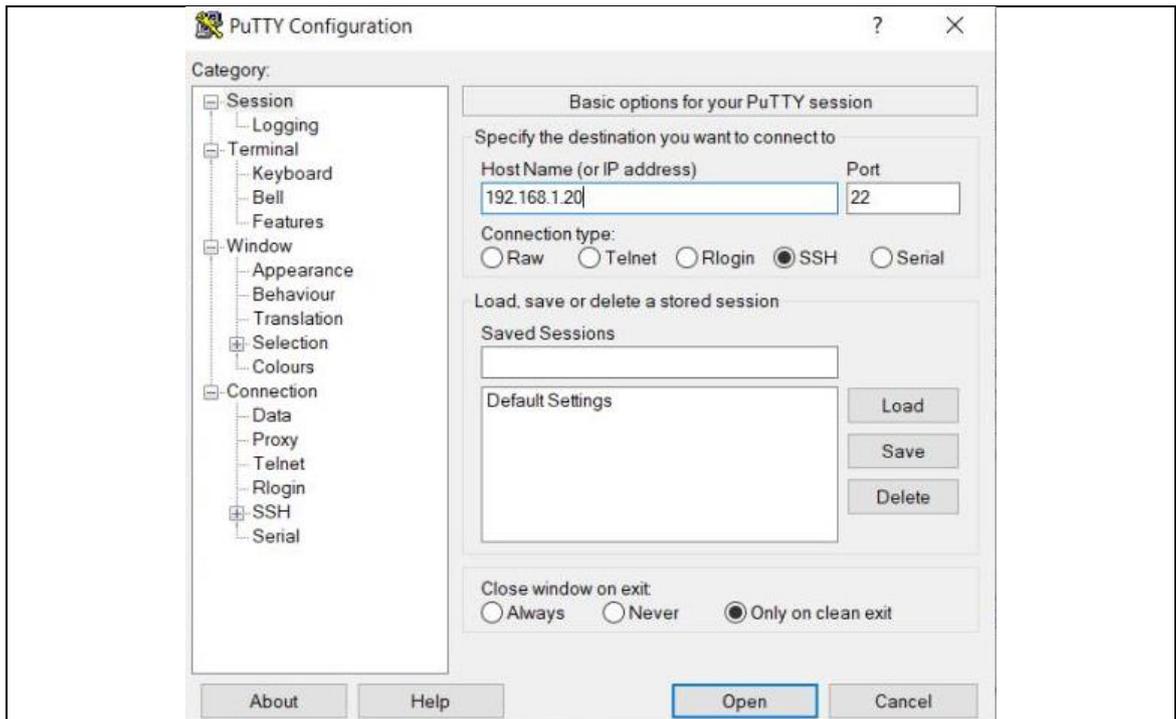
3.- Descarga de Putty y configuración del Simatic IOT2000.



- Para acceder al dispositivo se conecta en cable Ethernet desde el puerto 1 del IOT 2000 a la PC, por fábrica el dispositivo tiene una IP 192.168.200.1, para poder conectarse el dispositivo debe estar en la misma red IP.



- Se procede a abrir Putty y se configura una conexión SSH al dispositivo, para realizar esto el dispositivo debe estar conectado al cable Ethernet al PC.



- Aparece una alerta de seguridad ya que es un dispositivo nuevo.



4.- Configuración de conexión Wifi en Simatic IOT2000

- Para configurar la conexión Wifi se debe definir la interfaz a utilizar, accedemos a Putty y modificamos el archivo.
 - Comando `cd /etc./network/` para acceder al directorio en el que se encuentra el archivo

- Comando nano interfaces para modificar el archivo.
- Al final del archivo añadimos: allow-hotplug wlan0 auto wlan0 iface wlan0 inet dhcp wpa-conf /etc/wpa_supplicant.conf
- Ctrl + X -> Y para guardar las modificaciones del archivo

```

192.168.1.20 - PuTTY
GNU nano 3.0 /etc/network/interfaces Modified
# /etc/network/interfaces -- configuration file for ifup(8), ifdown(8)

# The loopback interface
auto lo
iface lo inet loopback

auto eth0
iface eth0 inet static
    address 192.168.1.20
    netmask 255.255.255.0
    gateway 192.168.1.1

auto eth1
iface eth1 inet dhcp

Save modified buffer? (Answering "No" will DISCARD changes.)
Y Yes
N No      ^C Cancel

```

- El siguiente paso es indicar la conexión Wifi a utilizar a través del archivo wpa_supplicant.conf.
 - Comando cd /etc
 - Comando nano wpa_supplicant.conf para modificar el archivo
 - Modificamos el apartado network con los datos de nuestra conexión
 - key_mgmt=WPA-PSK
 - ssid=" nombre_de_la_conexión"
 - psk=" contraseña_de_la_conexión"
 - Ctrl + X -> Y para guardar las modificaciones del archivo

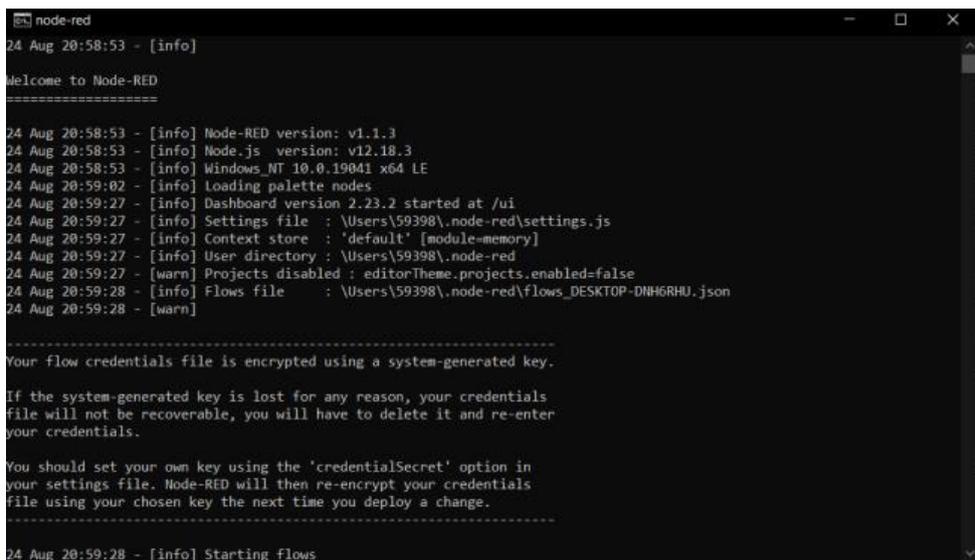
```

root@iot2000:~# /etc/init.d/networking restart
Running /etc/init.d/networking restart is deprecated because it may not enable
gain some interfaces
Reconfiguring network interfaces...
udhcpc (v1.24.1) started
Sending discover...
Sending discover...
Sending discover...
No lease, forking to background
Successfully initialized wpa_supplicant
udhcpc (v1.24.1) started
Sending discover...
Sending discover...
Sending select for 192.168.43.7...
Lease of 192.168.43.7 obtained, lease time 3600
/etc/udhcpc.d/50default: Adding DNS 192.168.43.1
done.
root@iot2000:~# █

```

5.- Inicio de Node-red e instalación de paquetes.

- Al programar aplicaciones en Simatic IOT 2000 la manera más fácil de realizarla es utilizando la herramienta de programación visual Node- red.



```

node-red
24 Aug 20:58:53 - [info]
Welcome to Node-RED
-----
24 Aug 20:58:53 - [info] Node-RED version: v1.1.3
24 Aug 20:58:53 - [info] Node.js version: v12.18.3
24 Aug 20:58:53 - [info] Windows_NT 10.0.19041 x64 LE
24 Aug 20:59:02 - [info] Loading palette nodes
24 Aug 20:59:27 - [info] Dashboard version 2.23.2 started at /ui
24 Aug 20:59:27 - [info] Settings file : \Users\59398\.node-red\settings.js
24 Aug 20:59:27 - [info] Context store : 'default' [module-memory]
24 Aug 20:59:27 - [info] User directory : \Users\59398\.node-red
24 Aug 20:59:28 - [warn] Projects disabled : editorTheme.projects.enabled=false
24 Aug 20:59:28 - [info] Flows file : \Users\59398\.node-red\flows_DESKTOP-DNH6RHU.json
24 Aug 20:59:28 - [warn]
-----
Your flow credentials file is encrypted using a system-generated key.

If the system-generated key is lost for any reason, your credentials
file will not be recoverable, you will have to delete it and re-enter
your credentials.

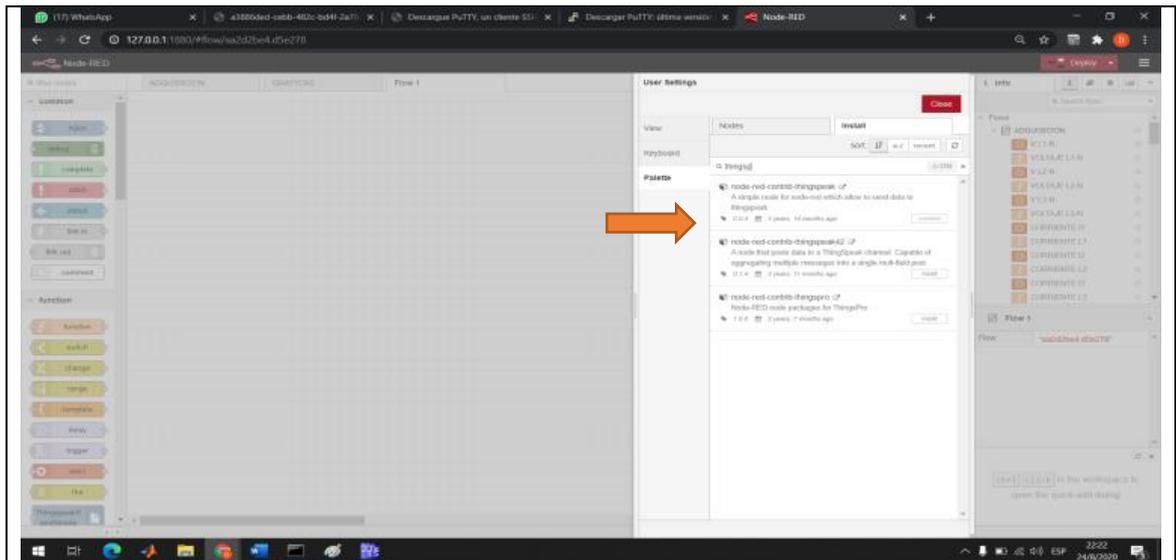
You should set your own key using the 'credentialSecret' option in
your settings file. Node-RED will then re-encrypt your credentials
file using your chosen key the next time you deploy a change.
-----
24 Aug 20:59:28 - [info] Starting flows.

```

- Cuando se ha instalado el paquete, reiniciamos el dispositivo e iniciamos nuevamente Node-red con el comando
 - `node /usr/lib/node_modules/node-red/red &`.

6.- Descargar librerías en Node-red

- Para la instalación a través de la interfaz gráfica de Node-red se seguirían los siguientes pasos:
- Menú esquina superior derecha -> Manage palette



8.- Mostrar resultados de curvas de los parámetros eléctricos.

ThingSpeak ofrece la posibilidad de mostrar en la nube los resultados al ir guardando diferentes tipos de datos, cada cual organizado en un canal distinto. Para crear este canal se tiene que llenar un formulario donde como máximo se puede registrar ocho campos de mediciones diferentes.

Después de completar la configuración y guardados los cambios, se necesita apuntar los datos principales para el enlace entre el dispositivo IOT y el ThingSpeak, esta última plataforma genera estos códigos sen base a la configuración de los canales y proporciona estos keys para establecer la comunicación en la programación del dispositivo IOT.

Private View Public View Channel Settings Sharing API Keys Data Import / Export

Write API Key

Key

[Generate New Write API Key](#)

Read API Keys

Key

Note

[Save Note](#) [Delete API Key](#)

[Generate New Read API Key](#)

Help

API keys enable you to write data to a channel or read data from a private channel. API keys are auto-generated when you create a new channel.

API Keys Settings

- Write API Key: Use this key to write data to a channel. If you feel your key has been compromised, click Generate New Write API Key.
- Read API Keys: Use this key to allow other people to view your private channel feeds and charts. Click Generate New Read API Key to generate an additional read key for the channel.
- Note: Use this field to enter information about channel read keys. For example, add notes to keep track of users with access to your channel.

API Requests

Update a Channel Feed

```
GET https://api.thingspeak.com/update?api_key=GL7RTQDUEJPF0GT5
```

Get a Channel Feed

```
GET https://api.thingspeak.com/channels/479026/feeds.json?api_
```

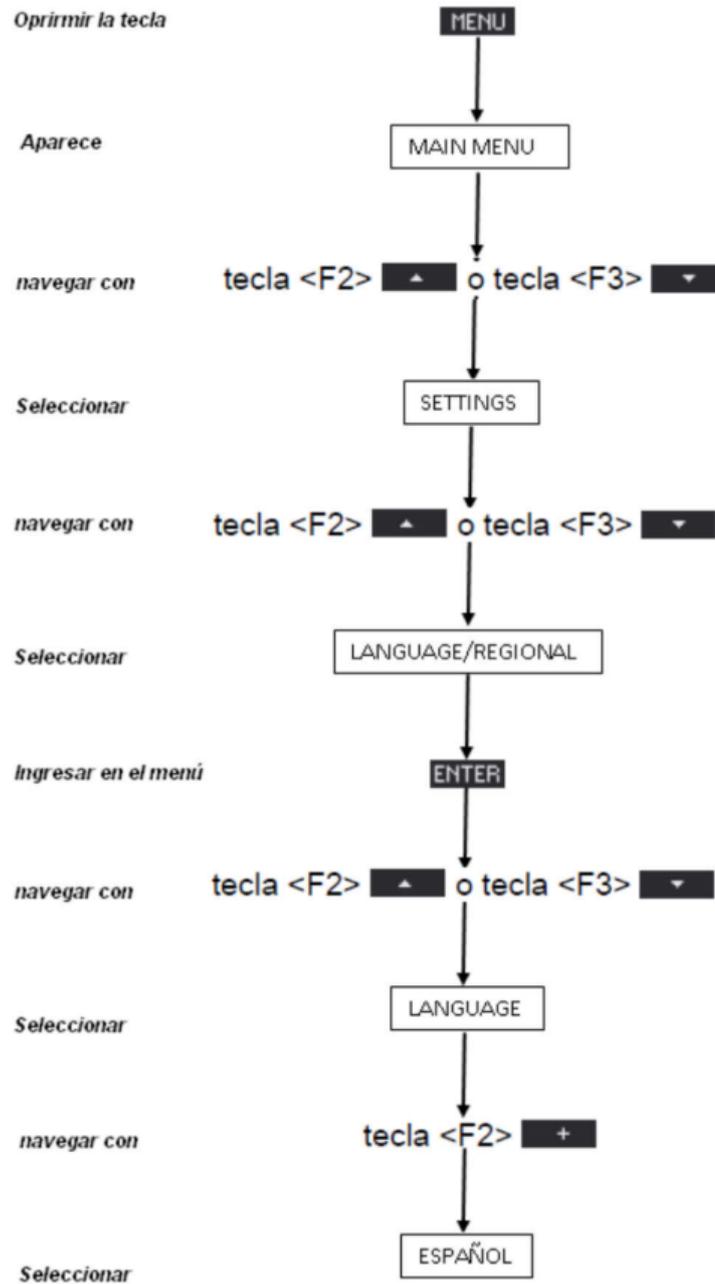
Get a Channel Field

```
GET https://api.thingspeak.com/channels/479026/fields/1.json?api
```

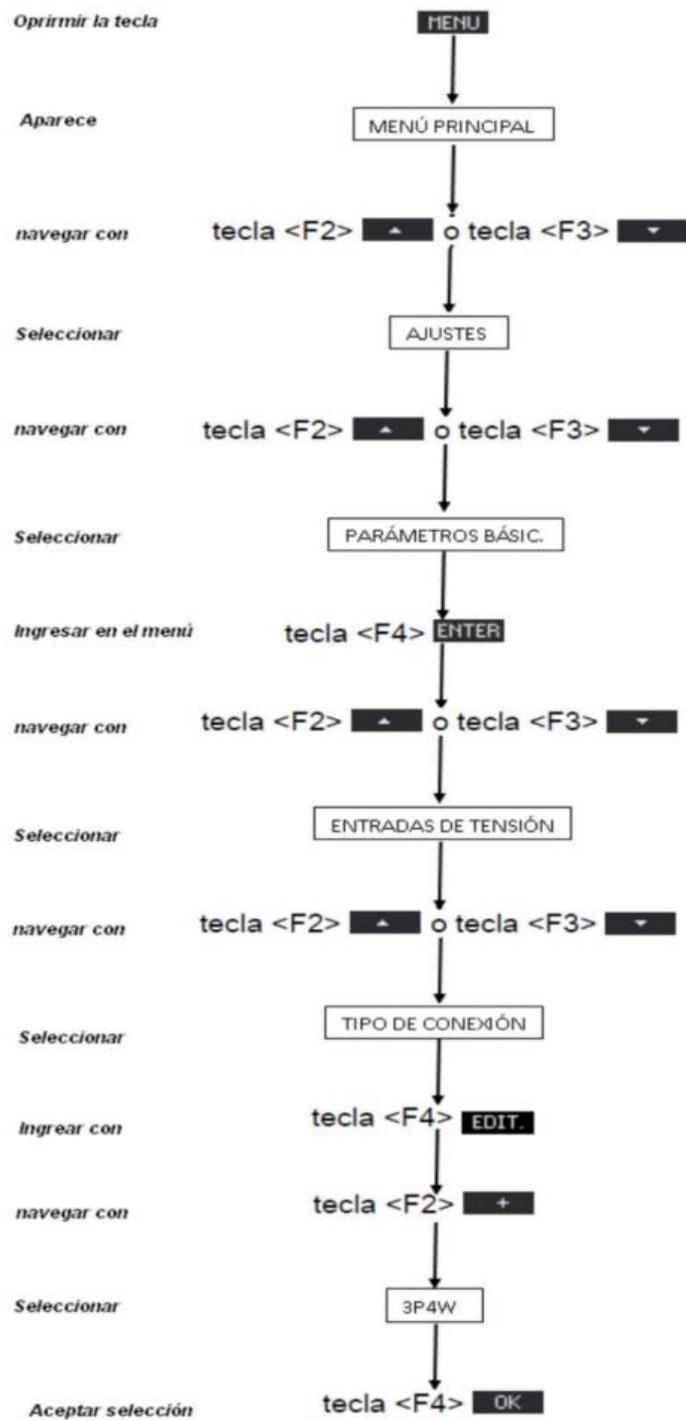
Get Channel Status Updates

```
GET https://api.thingspeak.com/channels/479026/status.json?api
```

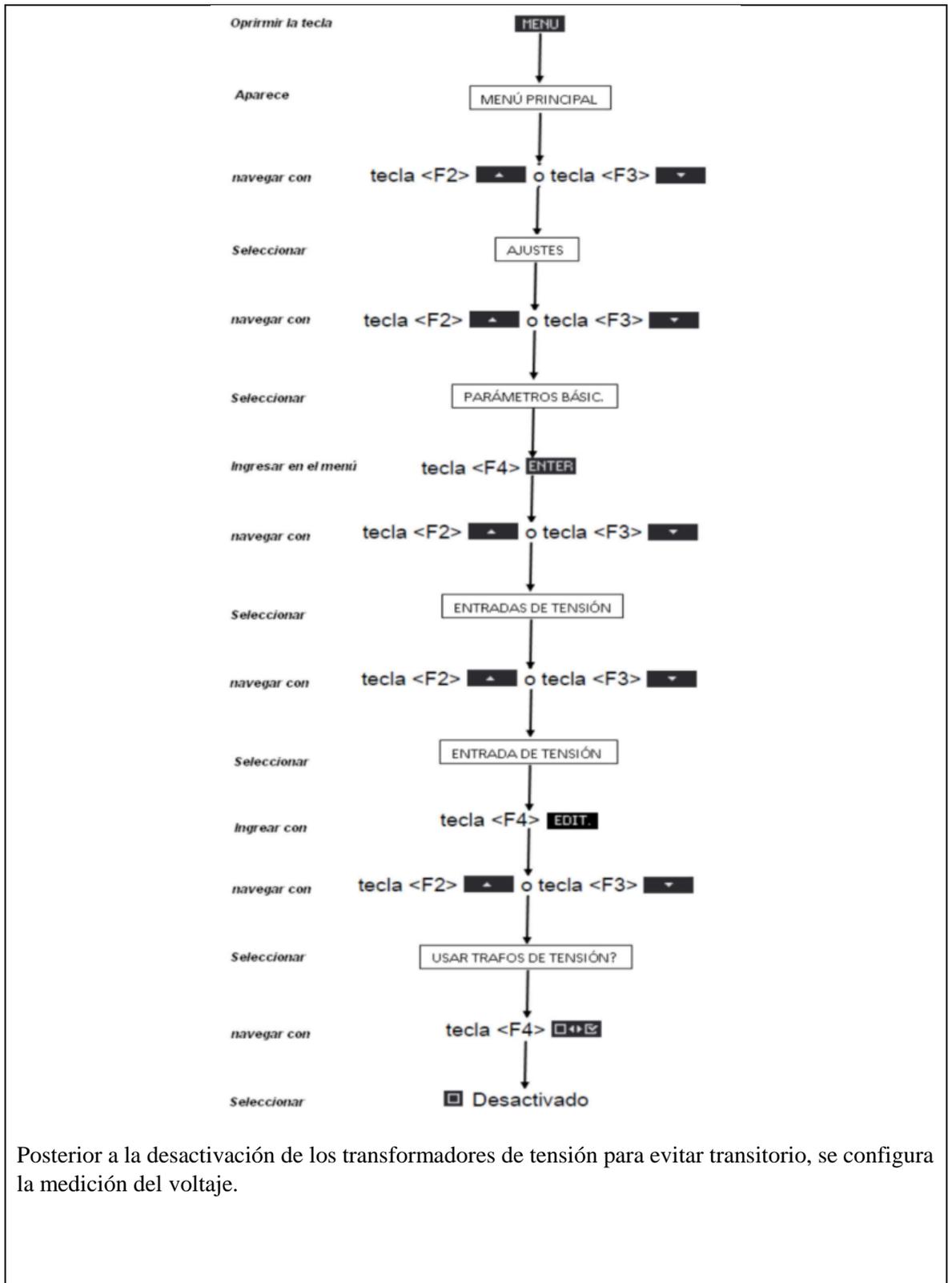
Una vez conectado el SENTRON PAC 3220, se procede a configurar el idioma, realizando las acciones.



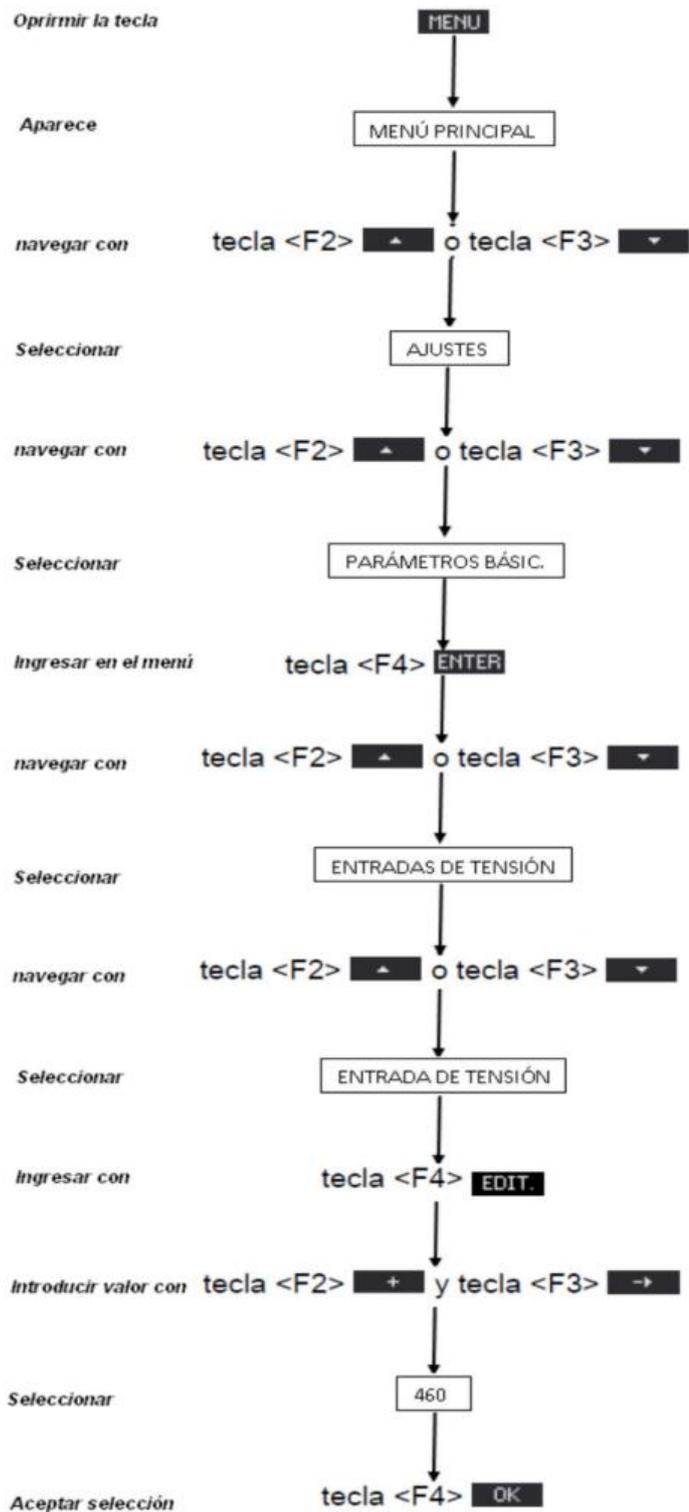
Posterior a la configuración del idioma se realiza la configuración del tipo de conexión de red eléctrica, esta parte es importante porque deriva de los datos de las fases con que trabaja el circuito eléctrico, esta configuración permitirá proceder a la configuración de las respectivas mediciones de voltaje, corriente, potencia, etc.



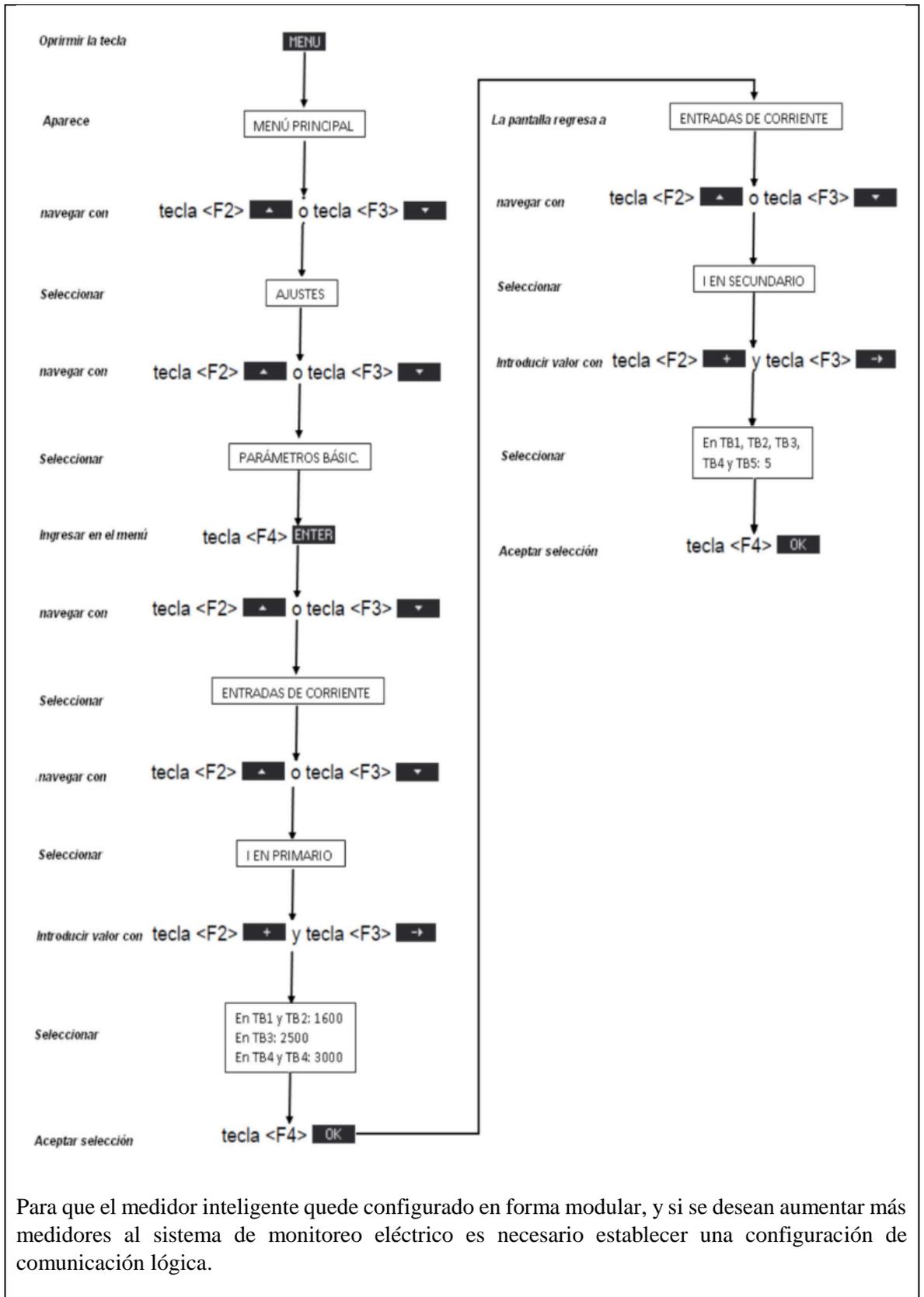
Puesto que las entradas de voltaje de SENTRON PAC 3220 admiten la tensión nominal de la red, es capaz de soportar excesivas repeticiones de picos de transitorios, de esta forma es necesario prescindir el uso de transformadores de voltaje.



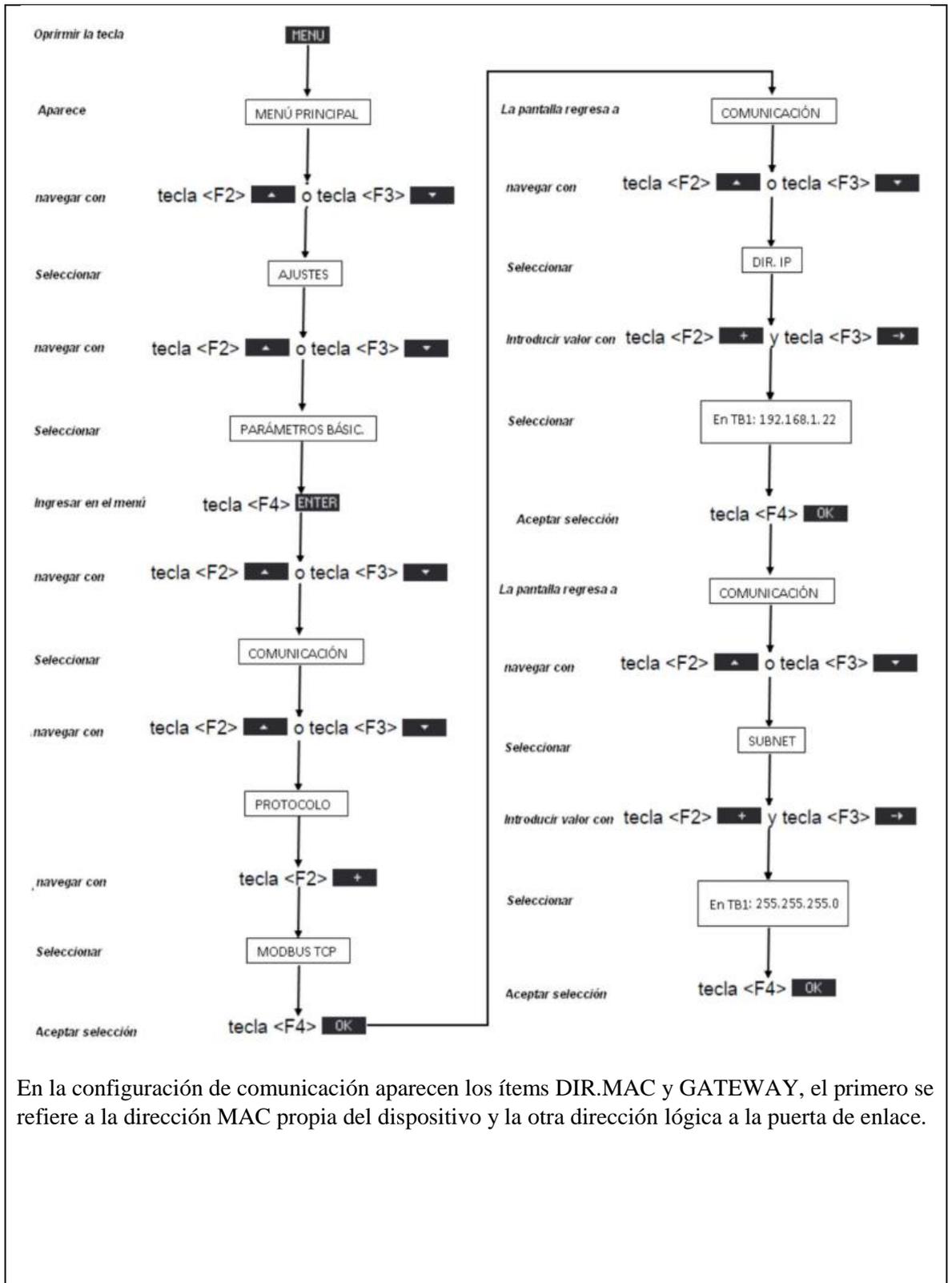
Posterior a la desactivación de los transformadores de tensión para evitar transitorio, se configura la medición del voltaje.



Ahora se procede a configurar la medición de corriente, procediendo a ingresar los valores de corriente de primaria y secundaria de los transformadores de corriente.



Para que el medidor inteligente quede configurado en forma modular, y si se desean aumentar más medidores al sistema de monitoreo eléctrico es necesario establecer una configuración de comunicación lógica.



En la configuración de comunicación aparecen los ítems DIR.MAC y GATEWAY, el primero se refiere a la dirección MAC propia del dispositivo y la otra dirección lógica a la puerta de enlace.

SENTRON PAC 3220



Descripción

2.1 Características

PAC3220

El PAC3220 dispone de dos interfaces Ethernet equivalentes con switch integrado. De esta forma es posible conectar más estaciones Ethernet a la red.

Dos interfaces de módulo de ampliación equivalentes permiten conectar hasta dos módulos de ampliación disponibles de forma opcional. Los módulos de ampliación permiten conectar el multímetro a otro sistema de bus o ampliar su funcionalidad.

El PAC3220 dispone de:

- Dos entradas digitales
- Dos salidas digitales

El número de entradas o salidas puede aumentarse mediante el uso de un módulo de ampliación disponible de forma opcional.

La parametrización puede realizarse directamente en el multímetro o a través de la interfaz de comunicación.

Medición

- Medición de todas las magnitudes eléctricas relevantes de un sistema de corriente alterna
- Adquisición de valores mínimos y máximos de todas las magnitudes
- Promediado de todos los valores medidos directamente en el dispositivo en dos niveles libremente configurables e independientes entre sí (agregación)

Contadores y valores medidos (demanda) de potencia

- Varios contadores de energía totalizan la energía activa, reactiva y aparente para tarifas bajas y altas, energía importada y exportada
- Determinación y memorización del último valor medio del periodo de demanda de la potencia activa y reactiva, para la generación sencilla de perfiles de carga mediante software. Periodo de demanda programable de 1 a 60 minutos
- Contador de energía diaria para la energía activa de cada día de los últimos 2 meses
- Contador de energía mensual para la energía activa de cada mes de los últimos 2 años
- Contador universal configurable para el recuento de infracciones de límites, modificaciones de estado en la entrada o salida digital, o para la indicación de la energía activa o reactiva de un generador de impulsos conectado
- Contador de horas de funcionamiento para el monitoreo del tiempo de servicio de un consumidor conectado

Visualización y manejo

- Display LCD
- Cuatro teclas de manejo con asignación de funciones variable
- LED con asignación de funciones variable

Visualización de magnitudes medidas en función del tipo de conexión

En la siguiente tabla se muestra qué magnitudes pueden indicarse en función del tipo de conexión.

Tabla 2-2 Visualización de magnitudes medidas en función del tipo de conexión

Magnitud	Tipo de conexión				
	3P4W	3P3W	3P4WB	3P3WB	1P2W
Tensión L1	/	-	/	-	/
Tensión L2	/	-	-	-	-
Tensión L3	/	-	-	-	-
Tensión L1-L2	/	/	-	/	-
Tensión L2-L3	/	/	-	/	-
Tensión L3-L1	/	/	-	/	-
Corriente L1	/	/	/	/	/
Corriente L2	/	/	-	/	-
Corriente L3	/	/	-	/	-
Potencia aparente L1	/	-	/	-	/
Potencia aparente L2	/	-	-	-	-
Potencia aparente L3	/	-	-	-	-
Potencia aparente total	/	/	/	/	/
Potencia activa L1	/	-	/	-	/
Potencia activa L2	/	-	-	-	-
Potencia activa L3	/	-	-	-	-
Potencia activa total	/	/	/	/	/
Potencia reactiva L1 (Q1)	/	-	/	-	/
Potencia reactiva L2 (Q1)	/	-	-	-	-
Potencia reactiva L3 (Q1)	/	-	-	-	-
Potencia reactiva total (Q1)	/	/	/	/	/
Factor de potencia FP L1	/	-	/	-	/
Factor de potencia FP L2	/	-	-	-	-
Factor de potencia FP L3	/	-	-	-	-

A.1.3 Magnitudes medidas Modbus con los códigos de función 0x03 y 0x04

Direccionamiento de las magnitudes medidas

Puede aplicar los códigos de función Modbus 0x03 y 0x04 a todas las magnitudes medidas listadas a continuación.

Nota

Error en caso de acceso incoherente a valores medidos

En los **accesos de lectura**, asegúrese de que concuerde el offset de inicio del registro.

En los **accesos de escritura**, asegúrese de que coincidan el offset de inicio y el número de registros.

Si un valor está formado por dos registros, un comando de lectura incluido en el segundo registro, p. ej., provoca un código de error. Cuando, p. ej., una operación de escritura termina en medio de un valor registro múltiple, el dispositivo también emite un código de error.

Tabla A-3 Significado de las abreviaturas de la columna "Acceso" en la siguiente tabla "Magnitudes medidas disponibles"

Abreviatura	Significado
R	(Read), acceso de lectura
W	(Write), acceso de escritura
RW	(Read Write), acceso de lectura y escritura

Tabla A-4 Magnitudes medidas disponibles

Offset	Número de registros	Nombre	Formato	Unidad	Rango admido	Acceso
1	2	Tensión L1-N	Float	V	-	R
3	2	Tensión L2-N	Float	V	-	R
5	2	Tensión L3-N	Float	V	-	R
7	2	Tensión L1-L2	Float	V	-	R
9	2	Tensión L2-L3	Float	V	-	R
11	2	Tensión L3-L1	Float	V	-	R
13	2	Corriente L1	Float	A	-	R
15	2	Corriente L2	Float	A	-	R
17	2	Corriente L3	Float	A	-	R
19	2	Potencia aparente L1	Float	VA	-	R
21	2	Potencia aparente L2	Float	VA	-	R
23	2	Potencia aparente L3	Float	VA	-	R
25	2	Potencia activa L1	Float	W	-	R

PAC3120 y PAC3220

Manual de producto, 10/2019, L1V30519172D-01

113

Overview

1.1 Product description

The devices of the SIMATIC IOT family offer a robust, compact and flexible solution with a focus on the IOT environment and round off the SIMATIC IPC product range in the lower output range.



Features

- High degree of ruggedness
- Compact design as per LOGO!
- External RS232/RS422/RS485, Ethernet and USB interfaces
- Internal interfaces for Arduino Shield and Mini PCIe card
- Freely programmable interfaces
- Maintenance-free operation possible

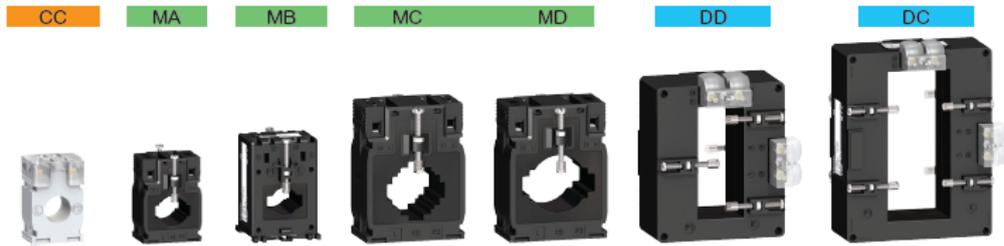
TRANSFORMADORES DE CORRIENTE

Gestión de la energía

Transformadores de corriente: PowerLogic



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.



Transformadores de Corriente de núcleo cerrado

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	119.795
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	153.495
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	-	1	200.766				
METSECT5MD050	500	4	6	-	MD	Ø 40	12 X 50 20 X 40	70 x 95 x 45	1	230.095
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	-			1	585.963		
METSECT5DC250	2500	30	50	-			1	613.568		
METSECT5DC300	3000	30	50	-	1	613.568				
METSECT5DC400	4000	30	50	-	1	644.336				