



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL**

**CARRERA:
INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

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

**TEMA:
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA DE
SUPERVISIÓN Y CONTROL DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS,
CONSUMO Y TEMPERATURA USANDO TECNOLOGÍA DE GESTORES
DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EDS-DELUXE DE MARCA CIRCUTOR
EN PLANTA ANTÁRTIDA (PINGÜINO) DE LA COMPAÑÍA UNILEVER
ANDINA ECUADOR S.A.**

**AUTORES:
NILO ANDRÉS PEÑA MARISCAL
JOSÉ BOLÍVAR SABANDO IÑIGUEZ**

**DIRECTOR:
ING. VICTOR DAVID LARCO TORRES**

GUAYAQUIL, NOVIEMBRE DEL 2017

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD

Los estudiantes: Peña Mariscal Nilo Andrés con cédula de identidad #0930313614 y Sabando Iñiguez José Bolívar con cédula de identidad #0929555548, declaran que este trabajo de titulación “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS, CONSUMO Y TEMPERATURA USANDO TECNOLOGÍA DE GESTORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EDS-DELUXE DE MARCA CIRCUTOR EN LA PLANTA ANTÁRTIDA (PINGÜINO) DE LA COMPAÑÍA UNILEVER ANDINA ECUADOR S.A.” ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Todos los conceptos desarrollados, análisis realizados y conclusiones del presente trabajo, son exclusiva responsabilidad de los autores y la propiedad intelectual es de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, noviembre del 2017

(f)

Nilo Andrés Peña Mariscal

CI: 0930313614

(f)

José Bolívar Sabando Iñiguez

CI: 0929555548

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHO

Los estudiantes: Peña Mariscal Nilo Andrés con cédula de identidad #0930313614 y Sabando Iñiguez José Bolívar con cédula de identidad #0929555548, autorizan a la Universidad Politécnica Salesiana a publicar en la biblioteca virtual de la institución el presente trabajo de titulación “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS, CONSUMO Y TEMPERATURA USANDO TECNOLOGÍA DE GESTORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EDS-DELUXE DE MARCA CIRCUTOR EN LA PLANTA ANTÁRTIDA (PINGÜINO) DE LA COMPAÑÍA UNILEVER ANDINA ECUADOR S.A.” cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra autoría y responsabilidad.

Guayaquil, noviembre del 2017

(f)

Nilo Andrés Peña Mariscal

CI: 0930313614

(f)

José Bolívar Sabando Iñiguez

CI: 0929555548

**CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN
SUSCRITA POR EL TUTOR**

Por medio de la presente se quiere dejar constancia de que el trabajo de titulación “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS, CONSUMO Y TEMPERATURA USANDO TECNOLOGÍA DE GESTORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EDS-DELUXE DE MARCA CIRCUTOR EN LA PLANTA ANTÁRTIDA (PINGÜINO) DE LA COMPAÑÍA UNILEVER ANDINA ECUADOR S.A.” que fue realizado por el Sr. Peña Marisca Nilo Andrés y el Sr. Sabando Iñiguez José Bolívar, estudiantes de la carrera de ingeniería electrónica, ha sido revisado y concluido en su totalidad, tanto el trabajo escrito como práctico.

Particular que informo para los fines pertinentes.

Atentamente,

(f) _____

Ing. Víctor David Larco Torres

DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Guayaquil, noviembre del 2017

DEDICATORIA

A Dios, por poner en mí el carácter y la fortaleza para lograr este objetivo. A mis padres Nilo Peña Benítez y Silvia Mariscal Guerrero, por ser las personas que me inculcaron buenos valores y me enseñaron desde pequeño a terminar lo que se comienza; a mis abuelos, los que todavía están conmigo Nilo Peña Larreategui y Silvia Guerrero Cali por ser mis ejemplos a seguir de disciplina, orden, coraje y honestidad, así como también a los que ya no están conmigo como mi abuelo Carlos Mariscal Morlás y mi abuela Vilma Benítez Vera que seguramente se sentirían muy orgullosos con el cumplimiento de esta meta; a mis hermanos Kevin y María por su cariño y apoyo incondicional, a mis tíos por ser quienes te dan un consejo en el momento necesario, y finalmente a mis amigos y compañeros que siempre estuvieron prestos y solidarios a brindar de su tiempo en los momentos importantes.

Nilo Andrés Peña Mariscal

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios por permitirme llegar hasta esta etapa de mi vida y haber logrado esta ansiada meta, también a mis padres José Bolívar Sabando Proaño y Julia Esther Iñiguez Magallanes, quienes a través de Dios encontraron las armas para forjarme y llevarme a ser quien soy hoy en día, a mi hermana por apoyarme en momentos de quiebre y poco a poco, gracias a todas las personas involucradas en mi día a día se fueron arraigando en mí valores como la lealtad, honestidad, compromiso, respeto y responsabilidad social.

Para concluir también quiero dedicar este trabajo a mis compañeros y amigos quienes también fueron un elemento vital en la construcción de este proyecto.

José Bolívar Sabando Iñiguez.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por guiarme siempre para mantenerme en el camino correcto, darme la fortaleza en los momentos más difíciles y poner en mi vida personas que me han ayudado de una u otra manera en el cumplimiento de este objetivo.

A mis padres por su apoyo, sus buenos consejos y por todo el esfuerzo que implicó ayudarme desde pequeño en mi educación.

A mi abuela y abuelo que siempre han estado conmigo y cuyas enseñanzas han sido pilares fundamentales en mi vida.

A mis tíos y familiares por su ayuda y motivación para lograr la ejecución de este proyecto.

Agradecido también con el personal de la Planta Antártida (Pingüino) de la compañía Unilever Andina Ecuador S.A., al Ing. Oscar Leyton y el Ing. César Del Rosario, por su muestra de confianza y aprobación para permitirnos desarrollar nuestro proyecto en las instalaciones.

A nuestro tutor el Ing. Víctor Larco por toda la asesoría y apertura a las consultas, para la culminación del proyecto.

Y finalmente a mis amigos, compañeros de la universidad, y a mis compañeros de trabajo por su respaldo y motivación para el óptimo desarrollo de este proyecto.

Nilo Andrés Peña Mariscal

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por guiarme hasta este momento, aunque el camino no fue fácil estuvo ahí para reconfortarme y guiarme fuera de las adversidades y llevar a cabo mis metas.

Agradezco también a mi familia que fue pilar fundamental en la construcción de lo que hoy en día soy, además de motivarme y ayudarme de manera oportuna en momentos de inflexión, hasta este último paso.

Al personal de la Planta Antártida (Pingüino) de la compañía Unilever Andina Ecuador S.A.

Agradezco a los docentes de esta prestigiosa universidad que nos compartieron sus conocimientos y nuestro tutor el Ing. Víctor Larco por la ayuda incondicional y la asesoría para la realización del proyecto.

Finalmente, agradezco a todos mis compañeros de curso y especialmente a mis amigos más allegados con quienes directa o indirectamente pude forjar conocimientos esenciales para el desarrollo de mi vida y de mi carrera profesional.

José Bolívar Sabando Iñiguez.

RESUMEN

AÑO	TÍTULO	ALUMNO	DIRECTOR	TEMA
2017	Ingeniero Electrónico.	Nilo Andrés Peña Mariscal.	Ing. Victor Larco.	Diseño e implementación de un sistema SCADA de supervisión y control de parámetros eléctricos, consumo y temperatura usando tecnología de gestores de eficiencia energética EDS-Deluxe de marca Circutor en Planta Antártida (Pingüino) de la compañía Unilever Andina Ecuador S.A.
	Ingeniero Electrónico.	José Bolívar Sabando Iñiguez.		

En la actualidad para realizar la supervisión y monitoreo de los parámetros eléctricos que brindan los analizadores de redes instalados en los cuadros de distribución eléctrica principales de la Planta CND-ICE se requiere básicamente de un recurso humano. Con esto se estaba dejando a un lado la posibilidad de implementar soluciones tecnológicas para realizar este tipo de tareas. Por ello se determinó que, con un sistema de gestión energética, equipos gestores de eficiencia energética, una red de comunicación industrial, y equipos de campo como analizadores de redes y sonda de temperatura electrónica con comunicación, se tiene la posibilidad de obtener en tiempo real los valores principales de la instalación, y la temperatura en un sitio específico sin tener que acercarse al sitio para tomar algún tipo de lectura a mano. Incorporando estas soluciones tecnológicas se cuenta con una herramienta indispensable para lograr un mejor desempeño energético, reduciendo desperdicios de energía y ahorrando horas hombre invertidas en la ejecución de las tareas mencionadas.

Palabras Claves. Supervisión, Monitoreo, Control, SCADA, Gestión energética.

ABSTRACT

YEAR	DEGREE	STUDENT	DIRECTOR	TOPIC
2017	Electronics engineer.	Nilo Andrés Peña Mariscal.	Ing. Victor Larco.	Design and implementation of a SCADA system of supervision and control of electrical parameters, consumption and temperature using energy efficiency manager technology EDS-Deluxe of brand Circutor in Planta Antartida (Pinguino) in the Unilever Andina Ecuador Company.
	Electronics engineer.	José Bolívar Sabando Iñiguez.		

Nowadays, to supervise and monitor all the electrical parameters provided by the network analyzers installed in the CND-ICE's main power distribution boards requires basically the human resource. With this, the possibility of implementing technological solutions to carry out this type of tasks was being set aside.

Therefore, it was determined that, with an energy management system, energy efficiency management equipment, an industrial communication network, and field equipment such as network analyzers and electronic temperature probe with communication, thus we have the possibility to obtain in real time the main values of the installation, and the temperature in a specific place without having to approach the place to take some kind of reading by hand. Incorporating these technological solutions has an indispensable tool to achieve a better energy performance, reducing waste of energy and saving man hours invested in the execution of the mentioned tasks.

Keywords: Supervision, monitoring, control, SCADA, energy management

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	19
1. EL PROBLEMA	20
1.1 Planteamiento del Problema	20
1.2 Antecedentes	21
1.3 Importancia.....	21
1.4 Alcance	22
1.5 Delimitación del Problema	23
1.5.1 Delimitación temporal	23
1.5.2 Delimitación Espacial.....	23
1.5.3 Delimitación académica.....	26
1.6 Justificación.....	26
1.7 Variables e indicadores	27
1.7.1 Variables	27
1.7.2 Indicadores.....	27
1.8 Objetivos	28
1.8.1 Objetivo General.....	28
1.8.2 Objetivos Específicos	28
1.9 Metodología.....	29
1.9.1 Métodos	29
1.9.2 Técnicas	30
1.10 Población y Muestra	30
1.10.1 Población	30
1.10.2 Muestra	30
1.11 Descripción de la propuesta	30
1.11.1 Beneficiarios	31
1.11.2 Innovación	31
1.11.3 Impacto	32
2. MARCO TEÓRICO	33
2.1 Antecedentes	33
2.2 Sistemas SCADA	33
2.3 Interface RS485	34
2.3.1 Modos de comunicación RS485	35

2.4 EDS (Gestor energético con Power Studio y servidor web integrado)	36
2.5 Switch de 5 puertos ethernet 10/100	37
2.6 Disyuntor Termomagnético.....	37
2.7 Cable apantallado	38
2.7.1 Cable apantallado 2C#18.....	38
2.7.2 Cable apantallado 4C#18.....	39
2.8 Analizador de redes	40
2.8.1 Analizador CVM-NRG96.....	40
2.8.2 Analizador CVM-B100	41
2.8.3 Analizador PM800.....	41
2.8.4 Analizador PM750.....	42
2.9 Antena Ubiquiti Nano Station	43
2.10 Sonda de Temperatura.....	44
3. RESULTADOS.....	45
3.1. Antecedentes	45
3.2 Selección de equipos y elementos	46
3.2.1 Equipos y Elementos del Sistema de Supervisión y Control.....	46
3.3 Diseño, montaje e implementación de elementos	48
3.3.1 Dimensiones e implementación de tableros	50
3.3.2 Montaje de equipos y conexiones.....	51
3.3.3 Cableado de red de comunicación	53
3.3.4 Diseño de conexiones para Gestor de Eficiencia EDS	55
3.3.5 Conexiones para analizadores de redes	56
3.3.6 Montaje y configuraciones para Sonda de Temperatura THDG	57
3.3.7 Configuración de las antenas (Access Point).....	59
3.3.8 Instalación de Antenas (Access Point)	62
3.4 Diseño y programación del sistema SCADA	65
3.4.1 Antecedentes.....	65
3.4.2 Topologías del software PowerStudio Scada	66
3.4.2.1 Motor PowerStudio SCADA	68
3.4.2.2 Editor PowerStudio SCADA	70
3.4.2.3 Cliente PowerStudio SCADA.....	71
3.4.3 Diseño de pantallas y reportes	72

3.4.3.1 Pantallas en Área: Edificio CND ICE.....	73
3.4.3.2 Pantallas en Área: Subestación Eléctrica.....	77
3.4.3.3 Reportes en Área: Edificio CND ICE.....	82
3.4.3.4 Reportes en Área: Subestación Eléctrica.....	83
3.4.4 Programación y condiciones de alarma de cuarto de secado.....	86
3.4.4.1 Variables Calculadas y Sucesos.....	87
4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	88
4.1 Resultados: Pantallas y Reportes finales.....	88
CONCLUSIONES.....	93
RECOMENDACIONES.....	94
CRONOGRAMA.....	95
PRESUPUESTO.....	96
REFERENCIAS.....	97
ANEXOS.....	100
Anexo 1. Diseño y montaje de los tableros y equipos en áreas implicadas.....	100
Anexo 2. Ficha Técnica de Gestor Energético: EDS-Deluxe (Circutor).....	103
Anexo 3. Ficha Técnica de Antenas de Access-Point (Ubiquiti).....	105
Anexo 4. Ficha Técnica de Analizador CVMk2 (Circutor).....	107
Anexo 5. Ficha Técnica de Analizador CVM-NRG96 (Circutor).....	109
Anexo 6. Ficha Técnica de Analizador CVM-B100 (Circutor).....	111
Anexo 7. Ficha Técnica de Analizador CVM-C10 (Circutor).....	113
Anexo 8. Ficha Técnica de Analizador PM800 (Schneider).....	115
Anexo 9. Ficha Técnica de Analizador PM750 (Schneider).....	117
Anexo 10. Ficha Técnica de Regulador Varimétrico Smart 12 (Circutor).....	119
Anexo 11. Ficha Técnica de Sonda de Temperatura THDG (Circutor).....	121
Anexo 12. Ficha Técnica de Software Power Studio SCADA (Circutor).....	122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Especificaciones del Cable apantallado 2C#18.....	38
Tabla 2 Especificaciones del cable apantallado 4C#18	39
Tabla 3 Especificaciones de la antena Ubiquiti Nano Station Loco M5.....	43
Tabla 4 Especificaciones de la sonda de temperatura THDG-RS485.....	44
Tabla 5. Elementos del Sistema de Monitoreo, Supervisión y Control	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Ubicación Satelital de la Planta Pingüino CND ICE de Unilever. (Google Inc., 2009)	23
Figura 2.1 Diagrama de bloques SCADA. En el diagrama se muestra un SCADA conectado a un proceso automatizado. (Penin, 2007)	34
Figura 2.2 Diagrama de bus RS485. Se muestra la conexión de un bus RS485 en modo Unicast (Siemens, 2010)	35
Figura 2.3 Diagrama de bus RS-485. Se muestra la conexión de un bus RS-485 en modo Broadcast. (Siemens, 2010).	35
Figura 2.4 EDS. Se muestra un Gestor de Eficiencia Energética (CIRCUTOR S.A., 2013)	36
Figura 2.5 Switch TP-LINK. Se muestra el switch modelo TL-SF1005D de la marca TP-LINK. (TP-LINK, 2017)	37
Figura 2.6 Disyuntor Schneider. (Schneider, 2017).....	37
Figura 2.7 Cable apantallado 2C#18 (Comdiel, 2017)	38
Figura 2.8 Cable apantallado 4C#18 (Comdiel, 2017)	39
Figura 2.9 Analizador de redes CVM-NRG96. (CIRCUTOR S.A., 2015)	40
Figura 2.10 Analizador de redes CVMB100. (CIRCUTOR S.A., 2015)	41
Figura 2.11 Analizador de redes PM800. (Schneider, 2017).....	41
Figura 2.12 Analizador de redes PM750. (Powerlogic, 2007)	42
Figura 2.13 Antena Ubiquiti Nano Station Loco M5. (Ubiquiti Colombia, 2017)...	43
Figura 2.14 Sonda de temperatura THDG-RS485. (CIRCUTOR S.A., 2015).....	44
Figura 3.1. Áreas de la planta Antártida CND ICE. (Google Inc., 2009).....	48
Figura 3.2 Área de “edificio CND-ICE”, sitios que la conforman	48
Figura 3.3 Área de “Subest. Eléctrica y Sala de Máquinas”, sitios que la conforman	49
Figura 3.4 Diseño de Tablero para Área de edificio CNDICE	50

Figura 3.5 Diseño de Tablero para Área de Subest. Eléctrica y Sala de Máquinas..	50
Figura 3.6 Montaje de equipos de monitoreo y control en tableros.....	51
Figura 3.7 Montaje de Tablero de Monitoreo en Área de edificio CND-ICE.	51
Figura 3.8 Montaje de tablero de Monitoreo en Área Subest. Eléctrica y Sala de Máquinas	52
Figura 3.9 Implementación de laptops en las áreas implicadas	52
Figura 3.10 Cableado y canalizaciones para red de comunicación en Área de cuarto de tableros CNDICE	53
Figura 3.11 Cableado y canalizaciones para red de comunicación en Área de Subest. Eléctrica y Sala de Máquinas	53
Figura 3.12 Topología general de comunicaciones del sistema SCADA.....	54
Figura 3.13 Datos generales del sistema SCADA de Supervisión y Control	54
Figura 3.14 Diseño de fuerza y control para EDS de Área de Edificio CND-ICE...	55
Figura 3.15 Diseño de fuerza y control para EDS de Área de Subest. Eléctrica y Sala de Máquinas	55
Figura 3.16 Esquema de conexiones de señales de voltaje y corriente de analizadores de redes (CIRCUTOR S.A., 2015)	56
Figura 3.17 Sonda de temperatura THDGRS485 a instalarse en cuarto de secado ..	57
Figura 3.18 Montaje en pared de la sonda de temperatura THDGRS485.	57
Figura 3.19 Tipo de sensor electrónico que usa internamente la sonda de temperatura THDGRS485.....	58
Figura 3.20 Rango de precisión del sensor interno de la sonda de temperatura THDGRS485 (SENSIRION AG, 2016).....	58
Figura 3.21 Presentación de Antenas Nano Station locoM5 de 5Ghz en su caja	59
Figura 3.22 Antenas Nano Station loco M5 de 5Ghz a ser configuradas	59
Figura 3.23 Configuración de Antenas de Access Point desde un computador	60
Figura 3.24 Arquitectura de redes del sistema SCADA	60

Figura 3.25 Configuración de Antena para Access Point (Sección Network).....	61
Figura 3.26 Configuración de antena para Access Point (Sección Wireless).....	61
Figura 3.27 Comprobación de enlace de antenas de Access Point (Sección Main) .	62
Figura 3.28 Montaje de antenas Nano Station loco M5 (Ubiquiti Networks, 2016)	62
Figura 3.29 Ubicación de antena emisora Access Point AP	63
Figura 3.30 Montaje de antena emisora Access Point AP	63
Figura 3.31 Ubicación de Antena Receptora (Estación).....	64
Figura 3.32 Montaje de antena receptora (Estación)	64
Figura 4.1. Bosquejo de elementos de un sistema SCADA con equipos Circutor. (CIRCUTOR S.A., 2015).....	65
Figura 4.2. Partes del Software. Módulos del Sistema. (CIRCUTOR S.A., 2013) ..	66
Figura 4.3. Topología Todo en uno . Editor, motor y cliente se encuentran en la misma maquina (CIRCUTOR S.A., 2013).....	66
Figura 4.4. Topología Editor-Motor y Clientes . Editor y el motor se encuentran en la misma PC, y el cliente está en una o muchas PC's (CIRCUTOR S.A., 2013).....	67
Figura 4.5. Topología Motor, editor y cliente . Un solo editor, un motor y uno o muchos clientes, y todos en diferentes PC's. (CIRCUTOR S.A., 2013).....	67
Figura 4.6. Topología Motor, muchos editores y muchos clientes . Uno o muchos editores, un motor y uno o muchos clientes, y cada uno de ellos en diferentes PC's. (CIRCUTOR S.A., 2013).....	68
Figura 4.7. Motor PSEngineManager. Pantalla de configuración del Motor mediante PSEngineManager. (CIRCUTOR S.A., 2015).....	69
Figura 4.8. Editor PowerStudio SCADA. Pantalla de configuración de equipos (CIRCUTOR S.A., 2015).....	70
Figura 4.9. Cliente de PowerStudio SCADA. Visualización de datos de analizador de redes. (CIRCUTOR S.A., 2015)	71
Figura 4.10. Pantalla de cliente. Visualización de pantalla SCADA. (CIRCUTOR S.A., 2015)	71

Figura 4.11. Diagrama de pantallas elaboradas. Soporte de las pantallas realizadas para el sistema.	72
Figura 4.12. Pantalla Área Oficinas CND ICE. Equipos integrados al EDS de área de oficinas	73
Figura 4.13. Pantalla Área Oficinas CND ICE. Implantación vista general.....	74
Figura 4.14. Pantalla área Oficinas CND ICE. Equipos en el área de oficinas CND ICE	74
Figura 4.15. Pantalla Área Edificio CND ICE. Analizador TDP-OC-220V	75
Figura 4.16. Pantalla de Analizador TDP-OC-220V en edificio CND ICE. Acercamiento #1 al diagrama unifilar.....	75
Figura 4.17. Pantalla de Analizador TDP-OC-220V en edificio CND ICE. Acercamiento #2 al diagrama unifilar.....	76
Figura 4.18. Pantalla de sonda de temperatura. Se muestran los valores de temperatura de la sonda instalada.....	76
Figura 4.19. Pantalla Área Subest. y Sala máquinas. Equipos conectados al EDS de esta área.....	77
Figura 4.20. Pantalla Área Subest. y Sala Máquinas. Pantalla general del área.	78
Figura 4.21. Pantalla Área Subest. Eléctrica. Analizador en Celda de Media Tensión.	78
Figura 4.22. Pantalla Área Subest. Eléctrica. Analizador en TDP-N-440V	79
Figura 4.23. Pantalla Área Subest. Eléctrica. Analizador en TDP-E-440V.....	79
Figura 4.24. Pantalla Área Subestación Eléctrica. Regulador Varimétrico en Banco de Condensadores	80
Figura 4.25. Pantalla Área Subestación Eléctrica. Analizador TDP-E-220V.....	80
Figura 4.26. Pantalla Área Subestación Eléctrica (Sala de Máquinas). Analizador en TD-Compresor #1	81
Figura 4.27. Pantalla Área Subestación Eléctrica (Sala Máquinas). Analizador en TD-Compresor #2.....	81

Figura 4.28. Pantalla Área Subestación Eléctrica (Sala de Máquinas). Analizador en TD-Condensadores Evaporativos.....	82
Figura 4.29. Reporte General Área Edificio CND ICE y Subestación. Reporte de principales Analizadores	82
Figura 4.30. Reporte Área oficinas CND ICE. Analizador TDP Oficinas y Camiones-220V	83
Figura 4.31. Reporte Área Subestación Eléctrica. Analizador en Celda de Media Tensión.....	83
Figura 4.32. Reporte Área de Subestación Eléctrica. Analizador en TDP-N-440V .	84
Figura 4.33. Reporte Área Subestación Eléctrica. Analizador en TDP-E-440V	84
Figura 4.34. Reporte Área de Subestación Eléctrica. Analizador en TDP-E-220V .	85
Figura 4.35. Reporte Área de Subestación Eléctrica (Sala de Máquinas). Analizadores en TD- Compresor #1, Compresor #2 y TD-Cond. Evaporativos	85
Figura 4.36. Pantalla de control de alarma de Cuarto de Secado de Chompas.....	86
Figura 4.37 Variables calculadas para alarma de cuarto de secado	87
Figura 4.38 Sucesos para alarma de cuarto de secado	87
Figura 4.39 Pantalla final Medidas principales todas las áreas	88
Figura 4.40 Pantalla final medidas principales TDP oficinas. Área CND-ICE.....	88
Figura 4.41 Pantallas finales con medidas principales resumidas de Área de Sala de Máquinas.	89
Figura 4.42 Pantallas finales con medidas de compresores resumidas de Área de Sala de Máquinas.	89
Figura 4.43 Reporte de Tableros Principales de Distribución en todas las áreas implicadas.	90
Figura 4.44 Reporte de consumo eléctrico de compresores en el Área de Sala de Máquinas.	91
Figura 4.45 Reporte de consumo de cuarto de secado de chompas en Área de Oficinas de CND-ICE.....	92

INTRODUCCIÓN

Los datos de consumo y principales parámetros eléctricos de los diferentes analizadores de redes existentes en la Planta, se tomaban diariamente de forma manual y se tabulaban en hojas de cálculo en Excel, los cuales luego se cuantificaba y calculaba la energía eléctrica total consumida mensualmente en el complejo industrial Planta Antártida de Unilever Andina Ecuador S.A. que elabora helados “Pingüino”; pero no se disponía de un sistema para monitoreo y registro de estos datos.

El personal de mantenimiento eléctrico de la Planta al momento de la lectura, toma de datos y planillaje en las instalaciones, se tomaba alrededor de 1 hora en la recopilación de dicha información; con el sistema de supervisión y control se busca desvincular al personal del departamento eléctrico a pasar rondas para la adquisición de datos, además se pretende evitar el error humano en el momento de una toma de datos apresurada, con ello se intenta aportar con más horas hombre para desempeñar otras actividades en la Planta, cabe recalcar que el sistema de supervisión y control también procura la gestión de reportes de los datos adquiridos para ser usados con los fines que requiera el departamento de mantenimiento eléctrico.

Por otro lado, el personal que realiza actividades dentro de la cámara de frío de helados, dispone de un cuarto de secado de chompas, este cuarto es donde se almacenan los trajes especiales con los que se trabajan para ingresar o sacar productos a temperaturas bajo cero, este lugar sirve para eliminar la humedad y escarchas de hielo de los trajes. En este cuarto se utiliza un sistema de recirculación forzada de aire a una temperatura superior a la normal del ambiente para poder calentar las chompas; pero no dispone de un control de temperatura óptimo, ya que se ha reportado un incidente en el cual la temperatura del cuarto se ha salido de las condiciones normales de funcionamiento y ha ocasionado un conato de incendio, ya que no se cuenta con un sistema que diagnostique, tome acción de control (paro de emergencia automático) y reporte de manera inmediata una alarma al operador cuando la temperatura esté fuera de los valores normales de trabajo.

1. EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

En la actualidad, los datos de consumo eléctrico de los diferentes analizadores de redes eléctricas instalados, se toman mensualmente de forma manual y se tabulan en hojas de cálculo en Excel, para luego cuantificar y calcular la energía eléctrica total consumida en el complejo industrial que elabora helados “Pingüino” Planta Antártida de Unilever Andina Ecuador S.A., pero no se dispone de un sistema colector de registro y monitoreo de estos datos.

Por otro lado, el personal que realiza actividades dentro de la cámara de frío de helados, dispone de un cuarto de secado de chompas, el cual sirve para eliminar la humedad y escarchas de hielo de los trajes especiales de frío que se usan para ingresar o sacar el producto, en este cuarto se utiliza un sistema de recirculación forzada de aire a una temperatura superior a la normal para poder calentar las chompas; pero no dispone de un control de temperatura óptimo, ya que se ha reportado un incidente, en el cual la temperatura del cuarto se ha salido de las condiciones normales de funcionamiento y ha ocasionado un conato de incendio, ya que no se cuenta con un sistema que diagnostique, tome acción de control (paro de emergencia automático) y reporte de manera inmediata una alarma cuando la temperatura esté fuera de los valores normales.

A todo lo anterior expuesto, estos sitios mencionados se encuentran alejados físicamente del edificio CND ICE, que es donde se encuentran las oficinas del personal técnico de la Planta, por lo que no existe un medio de comunicación entre estas áreas, el personal técnico no tiene como estar informado o tomar acción a menos de que se acerque personalmente al lugar

1.2 Antecedentes

Con el paso de los años, el uso de sistemas de control y adquisición de datos a distancia SCADA, se ha vuelto de gran utilidad para las industrias a nivel mundial, ya que este tipo de sistemas permiten tener conocimiento de lo que se encuentra sucediendo en un proceso sin necesidad de estar presente en dicho lugar, además de que estos sistemas son de gran ayuda al momento de tomar una acción de control ya sea para una alarma o para la gestión de marcha y paro de algún proceso.

El lugar donde se desarrolla este trabajo de titulación no disponía de un sistema que le permita tener los datos de los analizadores de redes en tiempo real, un registro histórico de estos datos, y una alarma para condiciones anormales de temperatura de trabajo en el sitio.

1.3 Importancia

Esta problemática supone desarrollar e implementar una herramienta que permita monitorear, supervisar y almacenar las variables eléctricas, para que a su vez el operador pueda estar informado y tomar acción sobre alguna eventualidad, llevando esto consigo a tiempos de respuesta y planes de acción mucho más rápidos y eficaces.

La implementación de este sistema de supervisión es de gran utilidad, puesto que proporciona ayuda de forma directa al personal técnico encargado y así como también a los operarios de planta, llevando un control con mayor precisión de los tiempos de operación de las máquinas y los coordinadores o jefes de área encargados pueden hacer el análisis posteriormente respecto al uso eficiente de la energía eléctrica y reducir los desperdicios.

El tiempo de operación que se les da a las máquinas en la Planta Antártida es esencial para garantizar un buen desempeño energético, un desfase en los tiempos de operación de los motores y máquinas eléctricas puede repercutir en un alto consumo eléctrico mensual o también en un mantenimiento a destiempo, lo que restaría eficacia en las líneas de producción.

1.4 Alcance

El proyecto trata sobre el diseño e implementación de un sistema SCADA de supervisión y control de parámetros eléctricos, consumo energético y temperatura usando tecnología de gestores de eficiencia energética EDS-Deluxe de marca Circutor en Planta Antártida (pingüino) de la compañía Unilever Andina Ecuador s.a.

El proyecto supone un incremento en la disponibilidad de tiempo de los operadores del departamento eléctrico de Cold-Chain (CND-ICE) en la planta Antártida, puesto que genera reportes que anteriormente debían ser realizados por el personal del departamento eléctrico, sin mencionar las rondas que se realizaban con la única finalidad de adquirir los datos de los distintos analizadores ubicados en la planta.

Una vez implementada la red de comunicación Modbus/RS485 se pueden monitorear los analizadores de redes eléctricas que dispongan de puerto de comunicación Modbus/RS485 y monitorearlos vía remota sin necesidad de estar físicamente en sitio, así como también se cuenta con un colector de datos para llevar un registro de los mismos.

Con la alarma de temperatura para el cuarto de secado de chompas se dispone de una herramienta para prevenir un incidente en caso de condiciones anormales de temperatura de trabajo.

Con todo el sistema implementado queda una fuerte plataforma para poder integrar más equipos de monitoreo a futuro, y tomar control en caso de requerirse sobre cualquier circuito que se desee automatizar, ya sean circuitos de iluminación, aires acondicionados, tomacorrientes, etc., por lo que el gestor de eficiencia energética EDS-Deluxe dispone de 8 entradas digitales y 6 salidas tipo relé, al cual si se necesita mayor cantidad de entradas y salidas se le puede agregar módulos de expansión para este fin.

1.5 Delimitación del Problema

1.5.1 Delimitación temporal

El tiempo de ejecución de este trabajo de titulación estuvo comprendido por un lapso de 12 meses entre el año 2016 y 2017, contabilizados una vez que fue aprobado el tema de manera formal.

1.5.2 Delimitación Espacial

Se desarrolló e implementó este trabajo de titulación en las instalaciones del edificio CND ICE (Centro Nacional de Distribución) para el departamento de Cold-Chain de la Planta Antártida de Unilever Andina Ecuador S.A. ubicado en el Km 22,5 de la vía a Daule en la provincia del Guayas-Ecuador.



Figura 1.1 Ubicación Satelital de la Planta Pingüino CND ICE de Unilever. (Google Inc., 2009)

Los datos eléctricos arrojados de estos analizadores existentes llegan a dos gestores de eficiencia energética modelo EDS-Deluxe (Efficiency Data Server) de marca Circutor, los cuales se encargan de almacenarlos y a los que se pueden acceder vía remota.

Para la obtención de la señal de temperatura proveniente de una sonda electrónica de temperatura y humedad relativa modelo TH-DG/RS485 de marca

Circutor la cual dispone de puerto Modbus/RS485, se utilizó cable apantallado STP 4C#18 AWG, dicha Sonda se comunica con un EDS.

Se utilizó cable apantallado STP 2C#18 AWG para la red de comunicación Modbus/RS485 en el cual se integraron los 14 analizadores de redes existentes, los mismos que disponen de este puerto de comunicación Modbus/RS485.

Estos analizadores permiten conocer los consumos de energía eléctrica en cada uno de los siguientes tableros principales de distribución:

- Totalizador en la Celda de media tensión
- Tablero Distribución Principal Normal (TDP-N-440V)
- Tablero Distribución Principal Emergencia (TDP-E-440V)
- Tablero Distribución Principal Subestación Eléctrica (TDP-SE-220V)
- Tablero Banco de Capacitores (TD-C-440V)
- Tablero de Compresor #1 (TD-COMP 1)
- Tablero de Compresor #2 (TD-COMP 2)
- Tablero de Condensadores Evaporativos (TD-CE)
- Tablero de Distribución Principal CND-ICE (TRAFO 300KVA-220V)
- Tablero de Distribución Cargadores Baterías Montacargas (TD-BAT)
- Tablero de Distribución Camiones Refrigerados (TD-CAM)
- Tablero de Distribución Bodega Repuestos (TD-BODREP)
- Tablero de Distribución Garita (TD-GAR)
- Tablero Distribución Cuarto Secado Chompas (TD-SECADO)

El procesamiento, almacenamiento de los datos y las acciones de control las realiza el equipo EDS; se puede tener acceso a los dos EDS's que están instalados para monitorear, visualizar los registros, y tomar acciones vía remota dentro de una red LAN, usando las pantallas SCADA personalizadas, que fueron desarrolladas con el software Power Studio SCADA de marca Circutor.

El tendido de tuberías, canalizaciones y cables, para obtener los datos eléctricos de los analizadores de redes existentes, el cableado de la señal de temperatura en el cuarto de secado de chompas, el montaje de dos antenas de access-point, fue proporcionado por el departamento Cold-Chain.

Para enlazar el área donde se encuentran las oficinas del personal técnico de Cold-Chain en el edificio CND ICE y el área de subestación eléctrica-cuarto de compresores se utilizaron dos antenas de Access-Point modelo NanoStation LocoM5 de 5Ghz Outdoor Airmax de marca Ubiquiti. En la red de comunicación Ethernet se utilizó cable UTP 4P#24 AWG Cat. 5E.

El departamento de Cold-Chain proporcionó dos computadores, a los cuales, a uno se le instaló la licencia tipo USB del Software Power Studio SCADA y cumple la función de servidor de datos y el otro funciona como consola de Cliente para monitorear, acceder y descargar los parámetros registrados y posteriormente tomar acciones de funcionamiento.

Los materiales, equipos y licencia de software que se implementaron para el desarrollo de este proyecto, fueron financiados por el departamento de Cold-Chain.

En caso de replicar y comercializar este proyecto, puede ser instalado y aplicado, por el departamento de Cold-Chain u otros, en una planta con las mismas instalaciones que este requiriendo estas vías de solución, beneficiando de esta manera al personal técnico y de mantenimiento en cuanto a temas de supervisión y control energético.

1.5.3 Delimitación académica

Este proyecto se puede utilizar para el aprendizaje en materias impartidas en la carrera de ingeniería electrónica de la universidad, tales como: Automatización Industrial I y II, Antenas, redes de comunicaciones, redes de computadoras I y II, y redes inalámbricas.

El proyecto está enfocado en el diseño e implementación del sistema, mas no en el análisis estadístico de los datos obtenidos por los equipos en mención. Los demás posibles usos para este sistema quedan fuera del estudio de este trabajo de titulación.

1.6 Justificación

Por considerarse sumamente importantes, los parámetros eléctricos, que brindan los analizadores de redes existentes mencionados anteriormente, se ha implementado un sistema centralizado de supervisión que integra a todos estos analizadores de redes, para conocer el consumo eléctrico de la Planta y tener un registro de los principales datos eléctricos tales como: voltajes, corrientes, potencias, energías, armónicos, etc. Al momento, debido a que no se contaba con un sistema de supervisión energética, los operadores no disponían de estas facilidades, con la implementación de esta propuesta se pretende evitar los posibles errores humanos en la toma de datos de manera manual, ya que toda la información se centraliza en un servidor.

Debido al antecedente de conato de incendio, que se suscitó en el cuarto de secado de chompas, se vuelve muy importante monitorear la temperatura y humedad relativa en este cuarto, para de esta manera evitar alguna situación peligrosa o no deseable, cabe recalcar que no se disponía de un sistema óptimo de supervisión de temperatura en esta área.

1.7 Variables e indicadores

1.7.1 Variables

- Variable con acción: Temperatura.
- Variable sin acción: Parámetros eléctricos de los analizadores (Voltaje, corriente, potencia, THD en voltaje y corriente, factor de potencia, energía).

1.7.2 Indicadores

- Temperatura.
- Tiempo
- Reportes en un periodo de tiempo determinado
- Parámetros eléctricos básicos (voltaje, corrientes, potencia, energía y factor de potencia)

1.8 Objetivos

1.8.1 Objetivo General

Diseñar e implementar un sistema SCADA de supervisión y control de parámetros eléctricos, consumo y temperatura usando tecnología de gestores de eficiencia energética EDS-Deluxe de marca CIRCUTOR en la Planta Antártida (Pingüino) de la compañía Unilever Andina Ecuador S.A.

1.8.2 Objetivos Específicos

- Diseñar dos tableros metálicos para montaje y cableado de los equipos de monitoreo y control.
- Diseñar diagramas de fuerza y control para conexión de los equipos de monitoreo y control.
- Integrar los analizadores de redes eléctricas en el edificio “CND-ICE”, por medio de su puerto de comunicación Modbus/RS485 al Gestor de Eficiencia Energética EDS-Deluxe; configurando los parámetros de comunicación de cada analizador de redes (número de periférico, velocidad de transmisión, entre otros).
- Integrar los analizadores de redes eléctricas en el área de “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA Y SALA DE MÁQUINAS”, por medio de su puerto de comunicación Modbus/RS485 al Gestor de Eficiencia Energética EDS-Deluxe; configurando los parámetros de comunicación de cada analizador de redes (número de periférico, velocidad de transmisión, entre otros).
- Configurar e implementar una sonda de temperatura y humedad relativa para la supervisión de temperatura en el cuarto de secado de chompas ubicado en el edificio “CND-ICE”, por medio de su puerto de comunicación Modbus/RS485.
- Configurar dos antenas de Access-Point para el enlace inalámbrico desde el edificio de “CND-ICE” hasta el área de “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA Y SALA DE MÁQUINAS”.
- Parametrizar y programar una alarma en el Gestor de Eficiencia Energética (EDS-Deluxe) del Área de edificio “CND-ICE” para el apagado del sistema de recirculación de aire en el cuarto de secado de chompas, en caso de condiciones anormales de funcionamiento.

- Diseñar la interfaz personalizada tipo SCADA para el sistema de supervisión y control energético en el edificio “CND-ICE” por medio del software Power Studio SCADA.
- Diseñar la interfaz personalizada tipo SCADA para el sistema de supervisión y control energético en el edificio “SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA Y SALA DE MÁQUINAS” por medio del software Power Studio SCADA.
- Generar un reporte personalizado de los principales parámetros eléctricos para visualizar el consumo de algún área específica de la Planta por medio de los equipos de monitoreo y control del sistema “SCADA”.
- Registrar y visualizar por medio del SCADA parámetros concernientes a la calidad de energía tales como la tasa de distorsión armónica (THD%) en voltaje y corriente.
- Obtener una gráfica de curvas características en voltaje, corriente, potencia por medio del SCADA.
- Generar una tabla de datos por medio del SCADA, con registros seleccionables por periodos de tiempo (día, mes y año) con posibilidad de exportación a ficheros .txt o .csv.

1.9 Metodología

Para el desarrollo del proyecto se han utilizado los siguientes métodos y técnicas.

1.9.1 Métodos

Método Deductivo: Para la toma y adquisición de datos se tomaron los conocimientos aprendidos en Automatismo I y II de igual forma para la distribución de la red y la lectura de los periféricos se aplicaron conocimientos adquiridos en Redes I y II.

Método Inductivo: Este método es de suma importancia ya que al conocer el funcionamiento de los procesos de supervisión y control referentes a la toma de datos en equipos integrados a una red Modbus/RS485 nos permite obtener la medición de las variables que constaten el adecuado funcionamiento de los equipos de la Planta.

1.9.2 Técnicas

Técnica de Documental: Para aplicar la técnica documental es imprescindible acudir de los manuales, folletos y tutoriales proporcionados por CIRCUTOR, para obtener la información correspondiente y necesaria para el desarrollo del SCADA.

Técnica de Campo: La técnica de campo se basa en las pruebas físicas de los instrumentos, verificando el comportamiento de los mismos para contrastar con los datos adquiridos por el SCADA.

1.10 Población y Muestra

1.10.1 Población

La población es el personal que labora en la Planta Antártida de Unilever Andina Ecuador S.A.

1.10.2 Muestra

Como muestra se escoge a las personas involucradas al área de Mantenimiento y Supervisión eléctrica del Área de Cold-Chain de la Planta Antártida “CND – ICE” de Unilever Andina Ecuador S.A., ya que son las personas encargadas y las cuales harán uso del sistema SCADA de supervisión y control.

1.11 Descripción de la propuesta

El presente proyecto de titulación se lo implementó en el departamento de Cold-Chain, edificio CND ICE de la planta Antártida de Unilever Andina Ecuador S.A. ubicado en el Km 22,5 de la vía Daule en la provincia del Guayas-Ecuador.

Este trabajo tuvo como finalidad el diseño e implementación de un sistema de supervisión y control energético usando la tecnología de los gestores de eficiencia energética (EDS-Deluxe) y el software de gestión energética Power Studio SCADA, ambos de marca Circutor.

Se integró por medio de una red de comunicación Modbus/RS485 los analizadores de redes eléctricas instalados en los principales tableros de distribución de la Planta, a un sistema centralizado donde se puedan almacenar y visualizar las principales variables eléctricas proporcionadas por estos analizadores tales como: voltajes, corrientes, potencias, energías, armónicos, etc.

Para el cuarto de secado de chompas, que es el lugar donde los operadores que ingresan o sacan producto de la cámara de frío, colocan sus trajes de frío especiales, para que se elimine la humedad y el resto de escarchas de hielo; se plantea un sistema de supervisión y control de temperatura, para que se pueda notificar al responsable del área en caso de que los valores de temperatura se salgan de las condiciones normales de trabajo.

Además, se puede también realizar reportes mensuales mediante el SCADA, los mismos que están designados al personal eléctrico de la planta lo cual supone una disponibilidad mayor del operador eléctrico para ejecutar otras actividades.

Todo esto se logró por medio de dos computadoras las cuales utilizan el software de gestión, y fueron instaladas: una en el área de oficinas del personal técnico de Cold-Chain en el edificio CND ICE y la otra en el área de subestación eléctrica-sala de máquinas.

Estas áreas están conectadas entre sí, por medio de un enlace de dos antenas de Access-Point, ubicadas una en cada área mencionada.

1.11.1 Beneficiarios

Como resultado de esta propuesta, el departamento de Cold-Chain en la planta Antártida de Unilever Andina Ecuador S.A., fue beneficiado al contar con esta herramienta.

1.11.2 Innovación

En este trabajo de titulación se utilizan equipos tales como el EDS-Deluxe, que son específicamente diseñados para temas de eficiencia energética eléctrica, a diferencia de usar un Controlador Lógico Programable (PLC) que es lo que

comúnmente se usa en el ámbito industrial, y lo que se pretende es poder innovar en este tipo de implementaciones.

Este proyecto presenta otra forma de optimizar la supervisión y el control que se debe dar en una industria, y de manera adicional aprovechar la infraestructura de medición con analizadores de redes que se tenían instalados en sitio, pero a los cuales no se les estaba sacando provecho a sus puertos de comunicación.

De igual manera se mejora la supervisión en el cuarto de secado de chompas, ya que se cuenta con una alarma para condiciones anormales de temperaturas de trabajo.

1.11.3 Impacto

El presente proyecto motivará a que el personal de mantenimiento disponga de tiempo para no solamente dedicarse a trabajos de supervisión, sino también a trabajos de mantenimiento preventivo, ya que no tiene que estar pasando rondas diarias a tomar lecturas a mano, y en su lugar se pueden realizar planes de mantenimiento ya sea preventivo o correctivo en otros lugares o equipos.

Para el cuarto de secado de chompas, el sistema de alarma que se implementó podrá prevenir cuando no se encuentre trabajando en condiciones normales, y esto permitirá tomar decisiones adecuadas para prevenir incidentes.

El hecho de tener un enlace inalámbrico entre los dos sitios alejados de la planta, facilita la comunicación y da mayor comodidad para la supervisión del sistema eléctrico de la planta.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Los sistemas SCADA inicialmente fueron diseñados para satisfacer las necesidades de un sistema de control centralizado, para tareas o líneas de producción industriales. En la actualidad, con el avance tecnológico en redes y comunicaciones digitales la definición de estos sistemas debería catalogarse como una nueva forma de conectividad (Penin, 2007).

Para esto se presentarán los siguientes elementos con los cuales se desarrolló el proyecto.

2.2 Sistemas SCADA

SCADA “Supervisory Control And Data Acquisition”, esto hace referencia a un sistema que parametriza, controla y supervisa.

Generalmente definimos a un sistema SCADA como un supervisor programable para una planta o una línea de proceso específico, la cual lo realiza mediante un hardware especializado que hace de controlador central o MASTER, también suelen llamarlo estación maestra o unidad terminal maestra, MTU. Éste sistema también se compone de una o algunas unidades esclavas, o también usualmente llamadas RTUs por medio de las cuales se adquieren datos del proceso.

A pesar de que los sistemas SCADA son sistemas autónomos aún requieren cierta intervención por parte del operador, además son mejor catalogados como interfaces didácticas para que el operador se comuniquen con el sistema y viceversa (Penin, 2007).

Esquemáticamente, un SCADA enlazado a un sistema o línea de proceso consta de las siguientes partes:

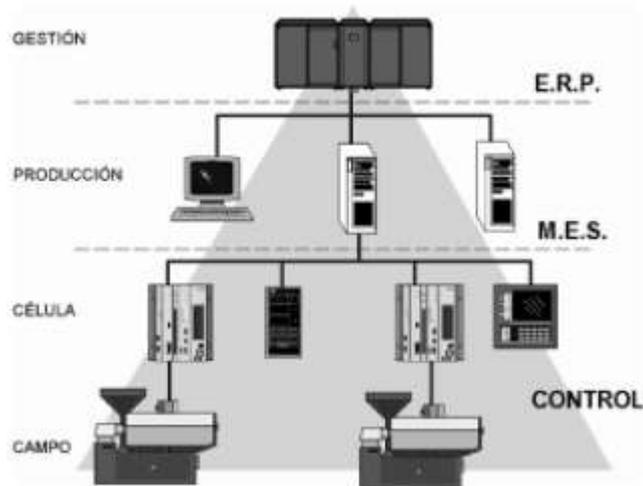


Figura 0.1 Diagrama de bloques SCADA. En el diagrama se muestra un SCADA conectado a un proceso automatizado. (Penin, 2007)

2.3 Interface RS485

La tecnología Modbus RTU es un protocolo serie abierto (RS-232 o RS-485) basado en una arquitectura maestro/esclavo o cliente/servidor. Los equipos periféricos como sensores y actuadores de campo son interconectados por medio de este protocolo que se usa en el mundo industrial (Siemens, 2010).

2.3.1 Modos de comunicación RS485

Es posible comunicarse de dos formas ya sean esta Unicast o Broadcast (Siemens, 2010).

- En el modo unicast el maestro se comunica con un periférico o controlador esclavo específico el cual debe responder dentro de un tiempo precisamente otorgado.

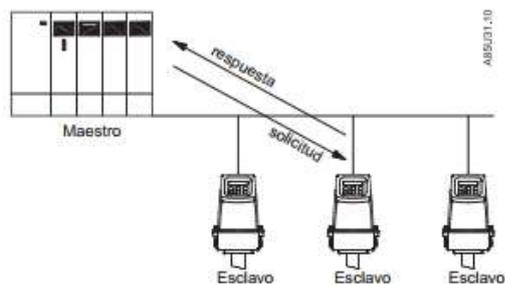


Figura 0.2 Diagrama de bus RS485. Se muestra la conexión de un bus RS485 en modo Unicast (Siemens, 2010)

En el modo broadcast el maestro se comunica con todos los periféricos sin esperar una respuesta del mismo.

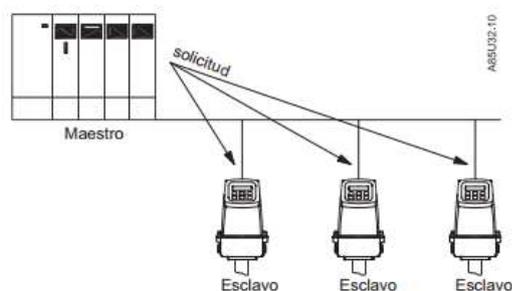


Figura 0.3 Diagrama de bus RS-485. Se muestra la conexión de un bus RS-485 en modo Broadcast. (Siemens, 2010).

2.4 EDS (Gestor energético con Power Studio y servidor web integrado)

EDS es un gestor energético con PowerStudio embebido, posee también un servidor web, el cual facilita al operador la consulta de parámetros eléctricos, cuenta también con bus RS-485 y con esto el usuario puede ver cualquier tipo de variable que venga de un equipo que haya sido conectado, y puede monitorear incluso la información en tiempo real, ya sea en tablas exportables o en gráficos (Data logger). Dispone de 8 entradas digitales libres de tensión y 6 salidas digitales por relé programable (Circuitor, 2015).

Sus principales características son:

- Conexión Ethernet
- Sistema de registro de alarmas y gestión de eventos del sistema
- Centralización de alarmas mediante detección de estados lógicos o centralización de consumos por impulsos
- Puerto RS-485 para conectar hasta n equipos CIRCUTOR
- Alarmas mediante correo
- Parametrización y gestión de eventos automáticos



Figura 0.4 EDS. Se muestra un Gestor de Eficiencia Energética (CIRCUTOR S.A., 2013)

2.5 Switch de 5 puertos ethernet 10/100

El switch es un periférico que sirve para aumentar el ancho de banda en la transmisión de datos además mejora la velocidad de la misma evitando conflictos entre los paquetes enviados y recibidos del tráfico de datos, su principal característica es el poder ampliar nuestra red por cable sin perder o saturar el ancho de banda en nuestra red ya existente (TP-LINK, 2017).



Figura 0.5 Switch TP-LINK. Se muestra el switch modelo TL-SF1005D de la marca TP-LINK. (TP-LINK, 2017)

2.6 Disyuntor Termomagnético

Los disyuntores son dispositivos que permiten proteger o seccionar circuitos además de presentar ventajas contra otros dispositivos o elementos de protección eléctrica como por ejemplo los fusibles, a diferencia de este último elemento de protección mencionado los disyuntores luego de ser disparados pueden volver a ponerse en funcionamiento sin la necesidad de reemplazar algún elemento o mecanismo en el mismo (Fowler, 1994).

El disyuntor protege de cortocircuitos y sobrecargas además de permitirnos seccionar la energía en áreas de manera predeterminadas.



Figura 0.6 Disyuntor Schneider. (Schneider, 2017)

2.7 Cable apantallado

Un cable apantallado o blindado es un cable que posee una malla o recubrimiento conductivo el cual mitiga o elimina la introducción de ruidos y otras interferencias por medio de los principios de la jaula de Faraday (Cervinor, 2017).

2.7.1 Cable apantallado 2C#18

Cable multifilar blindado de 2 conductores calibre 18 AWG, para diversas aplicaciones de alarma y control con las siguientes prestaciones:

- Cubierta exterior de PVC retardante a la flama
- Flamabilidad del cable: CL3R / CMR / FPLR
- Conductores multifilares de cobre natural
- Aislamientos de PVC semirrígido
- Cinta poliéster aluminizada e hilo dren

Tabla 1 Especificaciones del Cable apantallado 2C#18

Descripción	Cable apantallado 2C#18
Material del conductor:	Cobre
Número de conductores:	2
Calibre del conductor:	18 AWG
Material del aislamiento:	PVC
Blindaje:	Cinta Aluminio - Poliéster
Temperaturas de operación:	- 20° C a 75° C

Nota: Especificaciones del Cable apantallado 2C#18. (Comdiel, 2017)



Figura 0.7 Cable apantallado 2C#18 (Comdiel, 2017)

2.7.2 Cable apantallado 4C#18

Cable multifilar blindado de 4 conductores calibre 18 AWG, para diversas aplicaciones de alarma y control con las siguientes prestaciones:

- Cubierta exterior de PVC retardante a la flama
- Cinta poliéster aluminizada e hilo drene
- Aislamientos de PVC semirrígido
- Conductores multifilares de cobre natural
- Flamabilidad del cable: CL3R / CMR / FPLR

Tabla 2 Especificaciones del cable apantallado 4C#18

Descripción	Cable apantallado 4C#18
Material del conductor:	Cobre
Número de conductores:	4
Calibre del conductor:	18 AWG
Material del aislamiento:	PVC
Blindaje:	Cinta Aluminio - Poliéster
Temperaturas de operación:	- 20° C a 75° C

Nota: Especificaciones del Cable apantallado 4C#18. (Comdiel, 2017).



Figura 0.8 Cable apantallado 4C#18 (Comdiel, 2017)

2.8 Analizador de redes

Los analizadores de redes son equipos con muchas prestaciones como una potencia de sobra para la parametrización y adquisición de datos en tiempo real, además de una buena precisión de lectura, son muy útiles para la lectura de parámetros lineales y variables eléctricas en componentes y líneas de distribución, sin mencionar que cuenta con la prestación de analizar la integridad en el suministro (National Instruments Corporation, 2017).

2.8.1 Analizador CVM-NRG96

Este equipo es un analizador de redes eléctricas con las prestaciones físicas ideales para montaje en panel eléctrico y tiene la capacidad de medir en 4 cuadrantes en redes equilibradas o desequilibradas (Circutor, 2015). Con características como:

- Salida digital con transistor opto acoplado
- Alimentación universal AC y DC opcional
- Muestra parámetros eléctricos instantáneos, máximos y mínimos
- Tecnología ITF: protección de aislamiento galvánica, según tipo
- Medición de corriente .../5
- Función maxímetro (A / A III / kW III / kV·A III)
- Comunicación RS-485 Modbus/RTU, según tipo
- Selección de página por defecto



Figura 0.9 Analizador de redes CVM-NRG96. (CIRCUTOR S.A., 2015)

2.8.2 Analizador CVM-B100

Este equipo es un analizador de redes eléctricas con las prestaciones físicas ideales para montaje en panel eléctrico y tiene la capacidad de medir en 4 cuadrantes, adecuado para medir en instalaciones de alta y baja tensión gracias a su relación de transformación escalable (Circutor, 2015).



Figura 0.10 Analizador de redes CVMB100. (CIRCUTOR S.A., 2015)

2.8.3 Analizador PM800

Este equipo medidor de energía Power Logic cuenta con las prestaciones necesarias para realizar una supervisión completa de cualquier sistema eléctrico, además de contar con mediciones en las tres fases y neutro (Schneider, 2017).



Figura 0.11 Analizador de redes PM800. (Schneider, 2017)

2.8.4 Analizador PM750

El medidor de la serie PM700 cuenta con la adquisición de datos completa para supervisar las redes eléctricas además de mostrarnos un amplio registro incorporado, también cuenta con la capacidad de lectura del factor de potencia, demanda y frecuencia, cuenta también con la certificación IEC62053-21 Clase-1 y IEC62053-22 Clase 0.5S que nos permite realizar subfacturación y costo de asignación (Powerlogic, 2007).



Figura 0.12 Analizador de redes PM750. (Powerlogic, 2007)

2.9 Antena Ubiquiti Nano Station

Ubiquiti Nano Station Loco M5 puede manejar velocidades de hasta 150 Mbps reales en el aire, cuenta además con un alcance de 5km (Ubiquiti Colombia, 2017).

Tabla 3 Especificaciones de la antena Ubiquiti Nano Station Loco M5

Descripción	Ubiquiti Nano Station Loco M5
Procesador:	Atheros MIPS 24KC, 400MHz
Memoria:	32MB SDRAM, 8MB Flash
Tamaño:	163 x 31 x 80
Máximo poder de consumo:	5.5 watts
Operación a intemperie:	-30C a 80C
Operación sobre humedad:	5 a 95% de humedad

Nota: Especificaciones de la antena Ubiquiti Nano Station Loco M5. (Ubiquiti Colombia, 2017)



Figura 0.13 Antena Ubiquiti Nano Station Loco M5. (Ubiquiti Colombia, 2017)

2.10 Sonda de Temperatura

La sonda de temperatura TH-DG-RS485 cuenta con comunicación Modbus/RTU, RS 485 y puede obtener datos de temperatura y humedad relativa cuenta con las siguientes especificaciones (Circutor, 2016):

Tabla 4 Especificaciones de la sonda de temperatura THDG-RS485

Descripción	Sonda de temperatura THDG RS485
Corriente continua:	9...24 V c.a. / c.c
Temperatura de trabajo	-30 ... +85 °C
Humedad (sin condensación)	5 ... 95 %
Tiempo de precalentamiento:	15 min
Operación a intemperie:	-30C a 80C
Grado de protección:	IP 65
Rango de medida	-20...+60 °C

Nota: Especificaciones de la Sonda de temperatura THDG RS485. (Circutor, 2016)



Figura 0.14 Sonda de temperatura THDG-RS485. (CIRCUTOR S.A., 2015)

3. RESULTADOS

3.1. Antecedentes

Previo a implementar este proyecto, como resultado de una inspección realizada a la Planta, se pudo notar que los valores de los parámetros eléctricos que arrojaban los analizadores de redes existentes en sitio, eran tomados de forma manual por los técnicos encargados, lo cual no brindaba suficiente nivel de confiabilidad al momento de la toma y procesamiento de datos, ya que esto se volvía propenso a un margen de error humano; así como también no se tenía conocimiento en tiempo real de dichos valores de forma remota, y tampoco se disponía de un registro periódico digital de los mismos mediante un colector de datos.

Cabe recalcar que estos analizadores de redes disponen de un puerto de comunicación Modbus/RS485, el cual no se estaba utilizando. Por lo que se consideró integrar de manera centralizada todos estos analizadores mediante una red de comunicación Modbus/RS485 a un Sistema SCADA para monitoreo, supervisión y control.

En cuanto a los valores de temperatura y humedad relativa en el cuarto de secado de chompas, tampoco se tenía conocimiento de estos datos en tiempo real, ni el registro histórico de los mismos, por lo que se consideró necesario la implementación de una sonda de temperatura y humedad relativa con puerto de comunicación Modbus/RS485 en el cuarto de secado de chompas para integrarla al sistema mencionado.

Los analizadores de redes se encuentran repartidos en dos áreas de la Planta, las cuales están alejadas físicamente, por lo que también se planteó establecer una comunicación mediante un enlace inalámbrico de antenas para llevar a cabo este proyecto.

A cada una de estas áreas, con el fin de poder monitorear, supervisar y controlar se les asignó un computador portátil, debido a que no tenían; y de esta forma se dejó un computador como cliente y otro computador como servidor del sistema.

3.2 Selección de equipos y elementos

3.2.1 Equipos y Elementos del Sistema de Supervisión y Control

En este capítulo se detallará los materiales, equipos y componentes necesarios para la implementación del sistema.

Para la implementación de este sistema, existe una amplia gama de elementos en el mercado de ámbito industrial que se pudieron utilizar, pero se detalla los equipos que más afinidad tienen con los requerimientos de este proyecto.

Se consideraron necesarios los siguientes elementos, para la implementación del sistema:

Tabla 5. Elementos del Sistema de Monitoreo, Supervisión y Control

Descripción	Un.	Cant.	Observación
Tablero metálico	Un.	2	Fabricación local
Breaker 1P-2A	Un.	2	Para Riel DIN
UPS 120Vac-550VA	Un.	1	Respaldo 120V
Trafo 120-12Vac	Un.	1	Aliment. Sonda
Antena Access-Point	Un.	2	Wifi-5Ghz
Switch Ethernet	Un.	2	5 Puertos Ethern.
Gestor Energético	Un.	2	EDS-Deluxe
Software PowerStudio	Un.	1	Licencia USB
Laptop Dell	Un.	2	Servidor/Cliente

Para poder fijar los equipos y elementos del sistema, se fabricaron 2 tableros metálicos.

A los equipos de control del sistema, se le dimensionaron los instrumentos de protección termomagnética, para este caso se utilizaron disyuntores (Breaker's) de montaje en Riel DIN.

Para la medición de temperatura en el cuarto de secado de chompas se necesitó 1 sonda de temperatura y humedad relativa con su transformador de 12 Vac para la alimentación.

Fue necesario en el Área “Subestación Eléctrica y Sala de Máquinas” la implementación de 1 UPS de 120Vac – 550VA, para que, en caso de corte de energía, los equipos de control se mantengan con un respaldo temporal hasta que regrese el suministro eléctrico y de esta forma no perder información.

Se utilizaron 2 antenas de Access Point para poder establecer un enlace inalámbrico entre dos áreas que se encuentran alejadas entre sí.

Para el control y registro de los datos de los equipos de campo, se utilizaron 2 Gestores de Eficiencia Energética (EDS's) los cuales son los encargados de integrar los analizadores de redes y reportar los datos almacenados hacia un servidor.

Mediante 2 switch's ethernet de 5 puertos se comunicaron las antenas y se unieron las interfaces inalámbricas a la interfaz de cable ethernet.

El sistema SCADA se desarrolló sobre la plataforma de PowerStudio Scada de marca Circutor, para lo cual se necesitó 1 licencia USB del software.

3.3 Diseño, montaje e implementación de elementos

Este proyecto se desarrolló en dos áreas de la planta: el edificio “CND ICE” y el área de “Subestación Eléctrica y Sala de Máquinas”, las cuales se detallan en el siguiente esquema:



Figura 0.1. Áreas de la planta Antártida CND ICE. (Google Inc., 2009)

El área de **Edificio CND ICE** está conformado por los siguientes sitios; en planta baja: oficinas CND ICE, cuarto de secado de chompas, tablero de control de secado de chompas y en planta alta: cuarto de tableros eléctricos CND ICE, sistema de recirculación de aire forzado para cuarto de secado.



Figura 0.2 Área de “edificio CND-ICE”, sitios que la conforman

El área de **Subestación Eléctrica y Sala de Máquinas** se encuentra conformada por los siguientes sitios: Subestación eléctrica celda principal, cuarto de tableros en subestación eléctrica, cuarto de tableros sala de máquinas, cuarto de operadores de mantenimiento eléctrico.



Figura 0.3 Área de “Subest. Eléctrica y Sala de Máquinas”, sitios que la conforman

Estas dos áreas, se comunicaron de manera inalámbrica mediante dos antenas de enlace punto a punto.

Los equipos que forman parte del sistema de supervisión y control, se ubicaron en 2 tableros metálicos, para lo cual se tuvo que tener en cuenta el dimensionamiento de cada uno de estos y que se obtenga el espacio suficiente para la instalación de los equipos de protección, supervisión y control.

3.3.1 Dimensiones e implementación de tableros

Para la implementación de los 2 tableros en donde se instalaron los equipos de control del Sistema, se basó referencialmente en la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2568 para el diseño de cada uno de ellos.

Se diseñó un tablero metálico de medidas alto: 55cm x ancho: 40cm x profundidad: 17cm, para el Área de Edificio CND ICE:



Figura 0.4 Diseño de Tablero para Área de edificio CNDICE

Para el área de Subestación eléctrica y Sala de Máquinas se diseñó un tablero de medidas alto: 55cm x ancho: 40cm x profundidad: 17cm



Figura 0.5 Diseño de Tablero para Área de Subest. Eléctrica y Sala de Máquinas

3.3.2 Montaje de equipos y conexiones

Los equipos de monitoreo y control se instalaron sobre las láminas de montaje (plafón) de cada uno de los tableros, cuidando los espacios y de tal forma que se encuentren distribuidos de manera correcta internamente.



Figura 0.6 Montaje de equipos de monitoreo y control en tableros

Se instalaron los tableros en cada una de las 2 áreas implicadas, para lo cual se coordinó previamente con el personal de mantenimiento de la planta, al momento de definir los lugares más adecuados donde colocar los tableros.



Figura 0.7 Montaje de Tablero de Monitoreo en Área de edificio CND-ICE.

En el Área de Subestación Eléctrica y Sala de Máquinas, de igual forma se coordinó la ubicación del tablero del Sistema de monitoreo en el lugar más adecuado, como se indica en la siguiente imagen:



Figura 0.8 Montaje de tablero de Monitoreo en Área Subest. Eléctrica y Sala de Máquinas

Una vez con los tableros instalados se procedió al montaje, cableado y conexionado de los elementos de control del sistema.

Se colocaron 2 computadores portátiles en las áreas implicadas, para que los operadores puedan utilizar el Sistema de Monitoreo y Control, cabe recalcar que para la carga y descarga de las baterías que tienen las computadoras se implementaron horómetros para que no se mantengan siempre conectadas a la red eléctrica y de esta manera garantizar un buen desempeño de las mismas, como se detalla en la siguiente imagen:



Figura 0.9 Implementación de laptops en las áreas implicadas

3.3.3 Cableado de red de comunicación

Se realiza el tendido de tuberías según la siguiente topología para el cual se usaron tuberías emt de 3/4" y tuberías emt de 1/2" para las derivaciones en los tramos más cortos.

Según la norma de TIA-RS485 (Modbus), se utilizó un cable de par trenzado y apantallado 2C#18 AWG, para la red de comunicaciones.



Figura 0.10 Cableado y canalizaciones para red de comunicación en Área de cuarto de tableros CNDICE



Figura 0.11 Cableado y canalizaciones para red de comunicación en Área de Subest. Eléctrica y Sala de Máquinas

Se realizaron las conexiones en las dos áreas implicadas según los siguientes diseños de topologías:

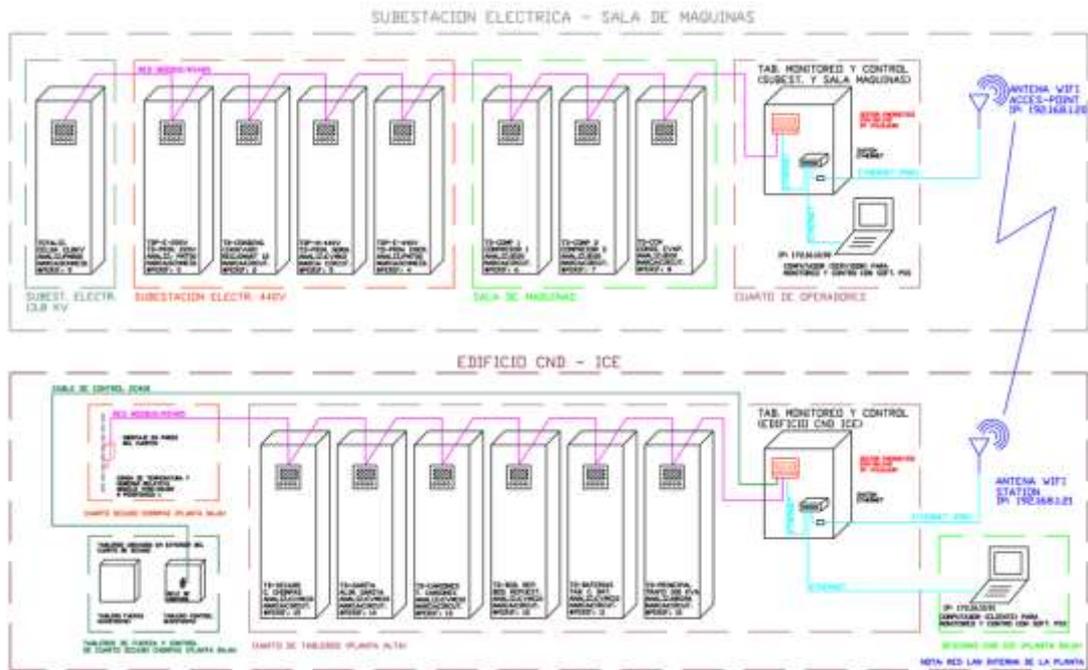


Figura 0.12 Topología general de comunicaciones del sistema SCADA

EQUIPOS INTEGRADOS AL SISTEMA SCADA DE MONITOREO Y CONTROL						
Item	Nombre Equipo	Área	Marca	Modelo	# Perif.	Descripción
1	TD-PRINCIPAL	Edif. CND-ICE	CIRCUTOR	CVMNRG96	10	TAB. PRINCIPAL TRAF0 300 KVA
2	TD-BATERIAS			11	TAB. ALIMENTADOR CARGADORES BATERIAS MONTACARGAS	
3	TD-BODREP			12	TAB. ALIMENTADOR BODEGA DE REPUESTOS	
4	TD-CAMIONES			13	TAB. ALIMENTADOR TOMACORRIENTES CAMIONES REFRIG.	
5	TD-GARITA			14	TAB. ALIMENTADOR GARITA DE ENTRADA	
6	TD-SECADO			15	TAB. ALIMENT. CUARTO SECADO CHOMPAS	
7	THDG-01			THDG	1	CUARTO DE SECADO DE CHOMPAS
Item	Nombre Equipo	Área	Marca	Modelo	# Perif.	Descripción
8	TB-CONDENS.	Subest. Eléctrica y Sala de Máquinas	CIRCUTOR	SMART12	2	BANCO CONDS. 340KVAR
9	TDP-E-220V		SCHNEIDER	PM750	3	TD-PRINCIPAL 220V
10	TDP-E-440V		SCHNEIDER	PM750	4	TD-PRINCIPAL-EMERGENCIA
11	TDP-N-440V	CIRCUTOR	SCHNEIDER	CVMK2	5	TD-PRINCIPAL-NORMAL
12	TD-COMP1		SCHNEIDER	CVMB100	6	TD-COMPRESOR #1
13	TD-COMP2		SCHNEIDER	CVMB100	7	TD-COMPRESOR #2
14	TD-CCM		SCHNEIDER	PM800	8	TD-CONDENS. EVAP.
15	TOTALIZADOR		SCHNEIDER	PM800	9	CELDA 13,8KV
DATOS GENERALES DE ACCESO						
Item	Dirección IP	Equipo	Usuario	Contraseña		
1	172.16.10.90	LAPTOP MASTER	MasterScadaCircutor	Master2016!		
2	172.16.10.91	LAPTOP CLIENTE	ClienteScadaCircutor	Client2016!		
3	172.16.10.80	EDS SUBEST. Y SALA MAQUINAS	N/D	N/D		
4	172.16.10.81	EDS EDIF. CND-ICE	N/D	N/D		
5	PUERTO:22222	SERVIDOR POWERSTUDIO S.	MasterScadaCircutor	PinguinoMonitoreo		

Figura 0.13 Datos generales del sistema SCADA de Supervisión y Control

3.3.4 Diseño de conexiones para Gestor de Eficiencia EDS

Se realizaron los siguientes diseños para la conexión de los Gestores Energéticos EDS:

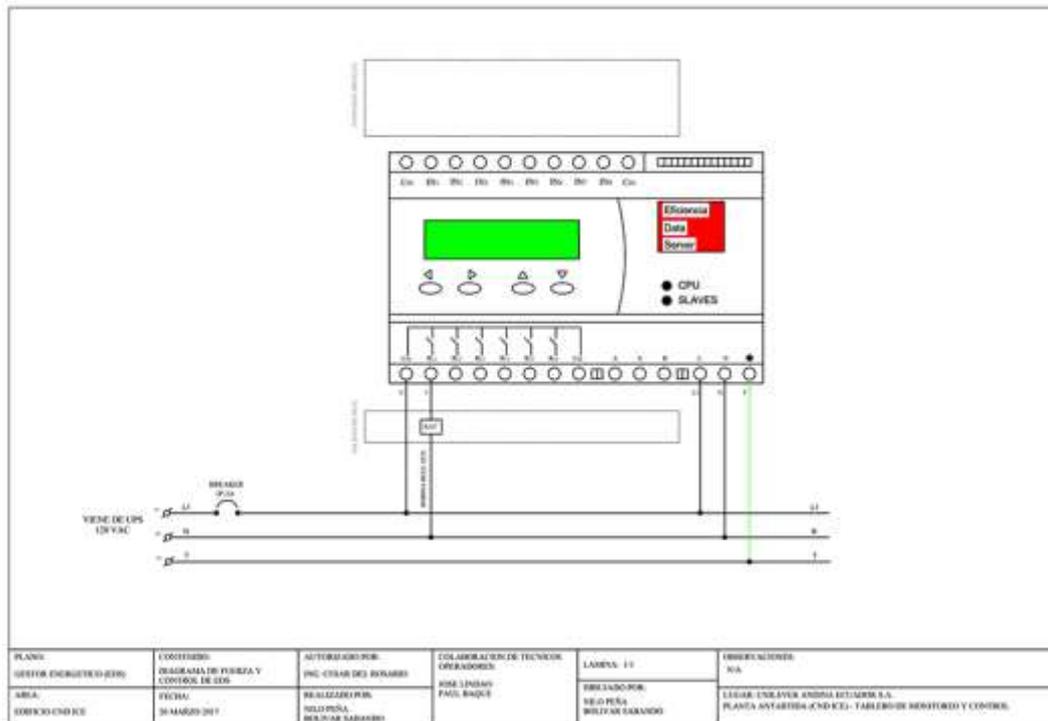


Figura 0.14 Diseño de fuerza y control para EDS de Área de Edificio CND-ICE

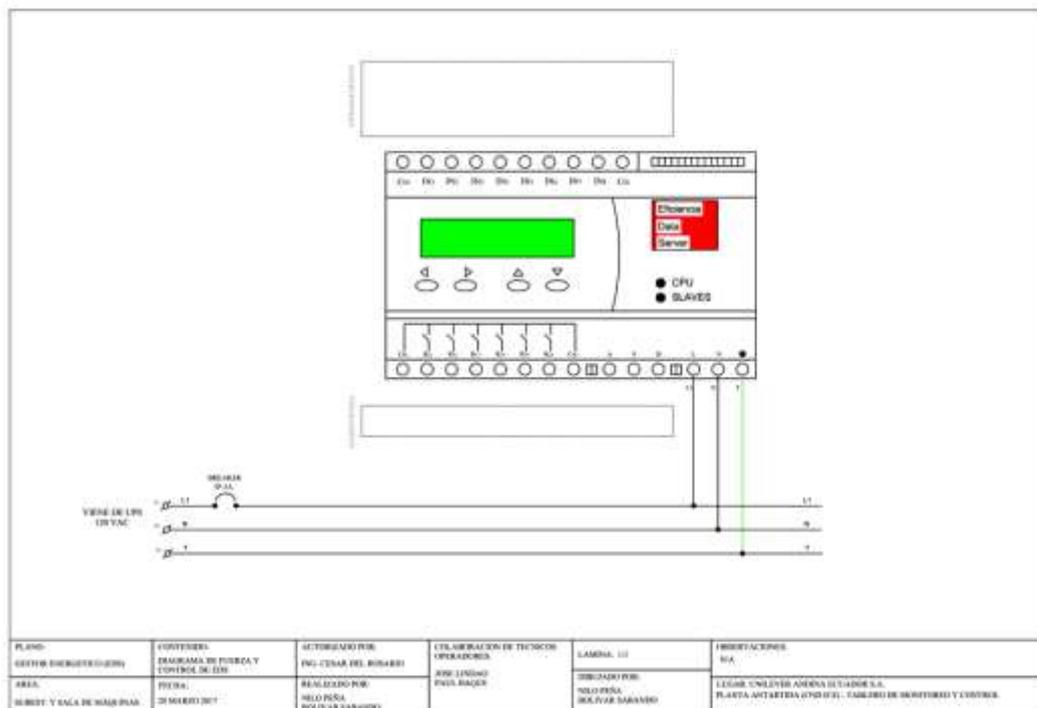


Figura 0.15 Diseño de fuerza y control para EDS de Área de Subest. Eléctrica y Sala de Máquinas

El Gestor de Eficiencia Energética (EDS), en este caso es el encargado de registrar los datos arrojados de los analizadores de redes en cada una de las áreas, y también realiza la función de una pasarela de comunicación, ya que por medio de su puerto de red ethernet, se puede tener acceso a los equipos de campo como los analizadores de redes o la sonda de temperatura, y estos usan comunicación Modbus/RS485.

3.3.5 Conexiones para analizadores de redes

Se integraron al sistema SCADA, 14 analizadores de redes que disponen de puerto de comunicación RS485 mediante una red de comunicación Modbus.

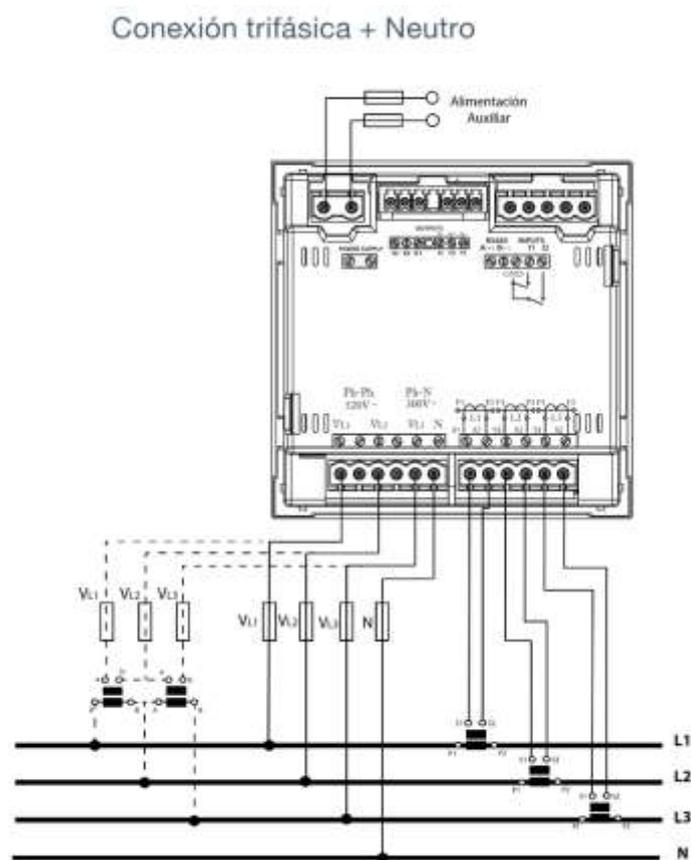


Figura 0.16 Esquema de conexiones de señales de voltaje y corriente de analizadores de redes (CIRCUTOR S.A., 2015)

Se utilizó el tipo de conexión trifásica 4 hilos, para los analizadores de redes Circutor, y asegurando que la relación de transformación en corriente, sea la adecuada según el transformador de corriente instalado por cada línea.

3.3.6 Montaje y configuraciones para Sonda de Temperatura THDG

Se utilizó la sonda de temperatura y humedad relativa modelo THDG-RS485 de marca Circutor, la cual dispone de comunicación Modbus/RS485 integrada, aprovechando la red de comunicación que se implementó y de esta manera se evitó colocar un transductor para interpretar una variable analógica proveniente de un sensor.



Figura 0.17 Sonda de temperatura THDGRS485 a instalarse en cuarto de secado

El tipo de montaje de esta sonda es en pared, según lo indica la ficha de instalación, por lo cual se la ubicó en la pared central del cuarto de secado de chompas, de manera que se pueda conocer en tiempo real la temperatura del lugar.

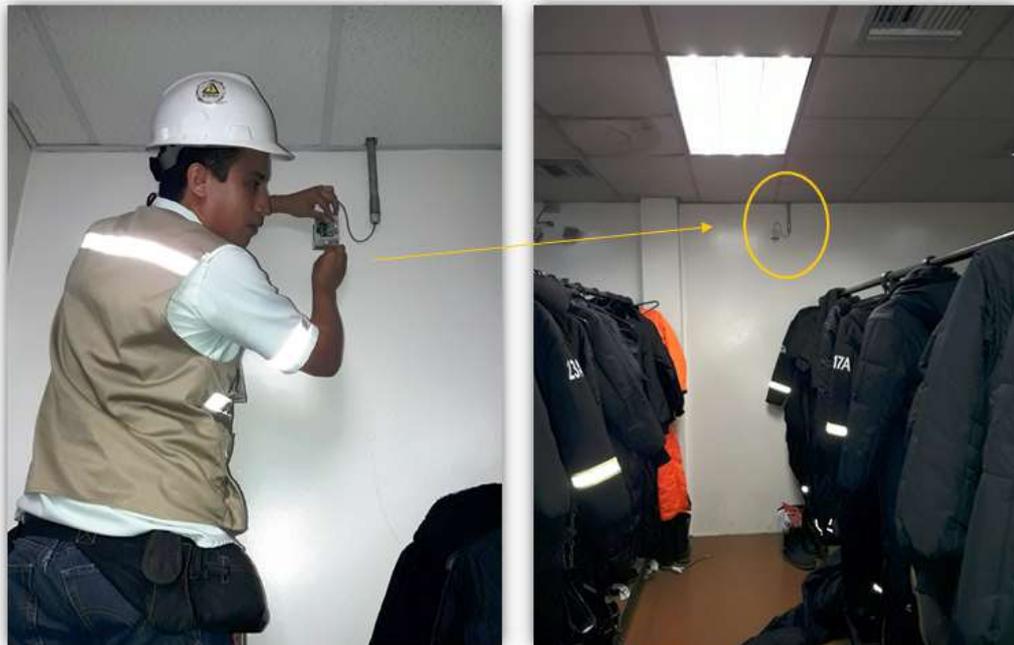


Figura 0.18 Montaje en pared de la sonda de temperatura THDGRS485.

El tipo de sensor que usa internamente esta sonda de temperatura es un chip electrónico modelo SHT15 de marca Sensirion, el cual se conecta a una interfaz que hace la conversión para la comunicación serial Modbus/RS485, y se pueda comunicar con el Gestor Energético (EDS)

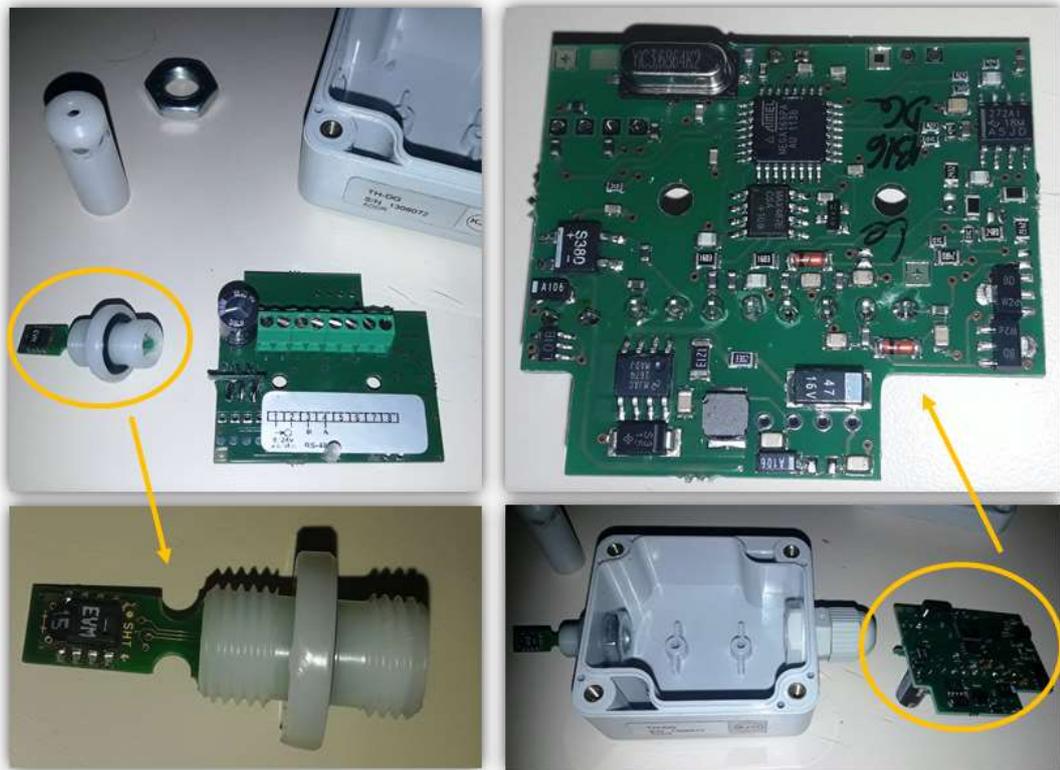


Figura 0.19 Tipo de sensor electrónico que usa internamente la sonda de temperatura THDGRS485

Se muestra a continuación la curva de precisión de +/- 0.3, con los rangos de temperatura donde se vuelve más confiable el uso de este tipo de sensor de temperatura, entre 20° y 40° centígrados.

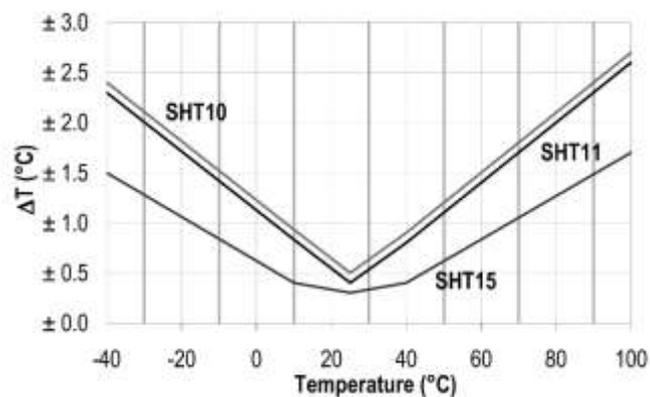


Figura 0.20 Rango de precisión del sensor interno de la sonda de temperatura THDG RS485 (SENSIRION AG, 2016)

3.3.7 Configuración de las antenas (Access Point)

Se instalaron 2 antenas de Access Point modelo Nano loco M5 de marca Ubiquiti. Debido a que estas antenas funcionan a una frecuencia de 5Ghz, lo cual evitaría algún tipo de interferencia con equipos convencionales que funcionan a una frecuencia de 2,4Ghz, ya que al ser de distintas frecuencias no se enlazarán con algún otro equipo inalámbrico existente en la planta.



Figura 0.21 Presentación de Antenas Nano Station locoM5 de 5Ghz en su caja

Además, estas antenas operan dentro del rango de las bandas no licenciadas, por lo cual existe un uso libre de las mismas.



Figura 0.22 Antenas Nano Station loco M5 de 5Ghz a ser configuradas

Para la configuración de estas antenas, se procedió a revisar los manuales de configuración, y de esta manera realizar la programación de las mismas de una forma adecuada, en los pasos que se detallan a continuación se describen los principales parámetros configurados.



Figura 0.23 Configuración de Antenas de Access Point desde un computador

Para realizar un enlace punto a punto en modo WDS (Wireless Distribution System) que es a lo que se requería llegar para esta aplicación, hay que tener claro que en este caso la arquitectura será de una antena como punto de acceso (AP) y una como Estación (ST).

Esta arquitectura solo es posible si existe una línea de vista entre los dos puntos a enlazar.

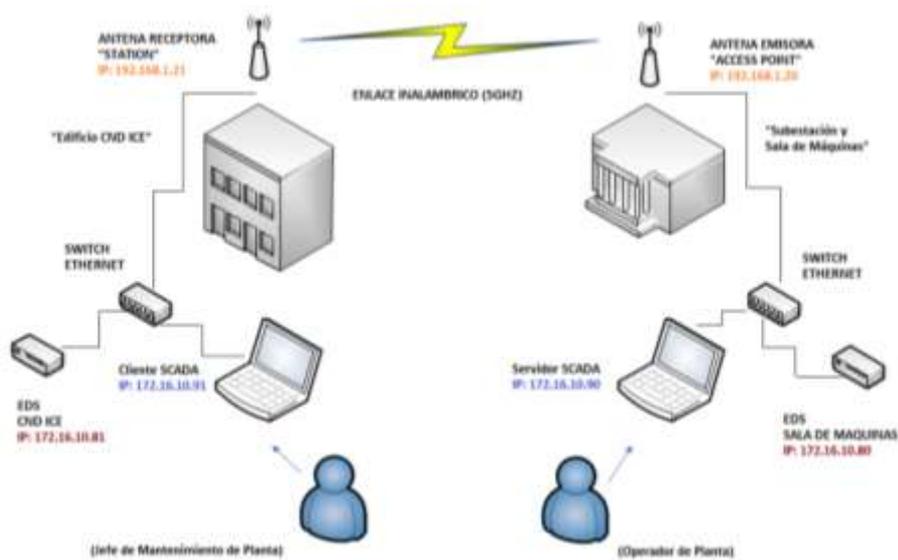


Figura 0.24 Arquitectura de redes del sistema SCADA

Para este caso se utilizaron 2 antenas Nano Station Loco M5 de 5Ghz.

Primero se configuró una antena como punto de acceso (AP), se le asignó una dirección IP y se configuró un SSID, según los siguientes pasos que se muestran a continuación:

Para esto se tuvo que configurar el computador dentro de un rango de dirección IP cercano al que viene por defecto en las antenas que es 192.168.1.20 (IP por defecto de la antena). Se accede a la antena mediante un navegador de internet apuntando a la dirección IP por defecto, cuyos datos de acceso de fábrica son login: ubnt y password: ubnt

Cuando ya se ingresó al sistema, se procede a cambiar la IP en la pestaña (Network→Network Settings) y se le asigna la IP deseada, para este caso el Punto de Acceso mantendrá la misma IP. En (Network→Network mode: Bridge) ya que en este modo será transparente la comunicación y dejará pasar la red que tenga el AP hasta el ST.

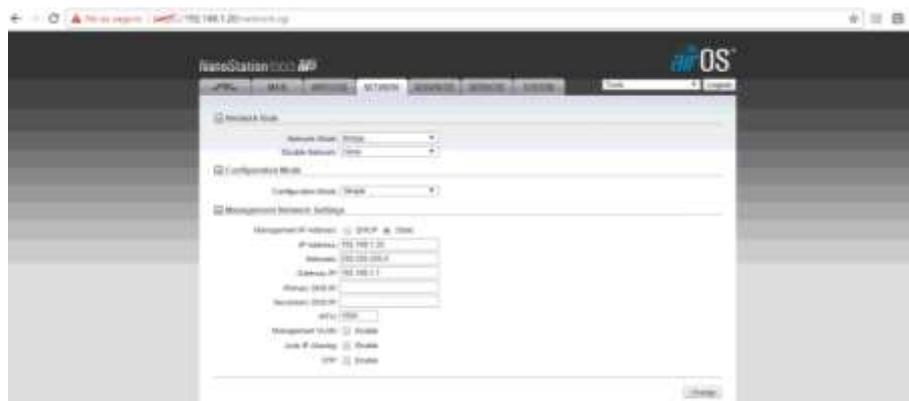


Figura 0.25 Configuración de Antena para Access Point (Sección Network)

Luego se procede a configurar los parámetros del dispositivo en la pestaña (Wireless→Wireless Mode: Access Point)



Figura 0.26 Configuración de antena para Access Point (Sección Wireless)

Se le asigna un SSID: MICEL-AP (para este caso) / Código de país: Ecuador / Anchura del espectro: 20Mhz (En esta antena se puede colocar hasta 40Mhz para obtener un mayor ancho de banda)

Una vez que se configuró la antena Access Point, se procedió a configurar la antena que hará de Estación, para esto se realizó de igual forma que en la configuración inicial

solamente con la variante que en la pestaña de configuraciones inalámbricas se lo configura como Estación (Wireless→Wireless Mode: Station)

Para comprobar que se encuentren enlazadas las dos antenas se procede a realizar un ping para verificar si hay alcance entre ellas.



Figura 0.27 Comprobación de enlace de antenas de Access Point (Sección Main)

Desde la pestaña Main se puede comprobar cuando existe alcance entre las dos antenas enlazadas, mediante una barra de colores se indica la calidad de la señal.

3.3.8 Instalación de Antenas (Access Point)

Para el acoplamiento de las antenas NanoStation loco M5, se implementaron las recomendaciones de montaje que indica el fabricante en su manual de instalación de las antenas, el cual sugiere que se deben montar en un tubo y se debe sujetar con una amarra plástica o algún tipo de abrazadera, de acuerdo como lo indica la figura 3.8 a continuación:



Figura 0.28 Montaje de antenas Nano Station loco M5 (Ubiquiti Networks, 2016)

Las antenas se montaron en cada una de las dos áreas de la planta que se desea enlazar, de tal manera que se colocó una antena emisora (Punto de acceso o Access Point AP) y una antena receptora (Estación o Station ST)

La antena de Access Point AP se instaló en el área de la subestación eléctrica, encima del techado de la cámara de frío de CND ICE, de la forma en que se muestra en la figura 3.9 a continuación:



Figura 0.29 Ubicación de antena emisora Access Point AP

Se decidió que, por ser el lugar más alto, estando el techado a unos 14 metros de altura aproximadamente, se la ubicaría en este punto a 1 metro sobre el techado de la cámara de frío de la planta.



Figura 0.30 Montaje de antena emisora Access Point AP

Cabe recalcar que antes de realizar el montaje de las antenas, se las configuró y se realizaron pruebas de enlace y comunicación.

Para el caso de la antena receptora (Estación ST) la cual hará posible la comunicación con el edificio de CND ICE, se la instaló como se detalla en la siguiente figura 3.11:



Figura 0.31 Ubicación de Antena Receptora (Estación)

Esta antena se la colocó aproximadamente a la misma altura que la antena emisora, estando a unos 14 metros de altura y con un soporte con una longitud de 1 metro sobre el techado de la cámara de frío, como se muestra en la figura 3.12:



Figura 0.32 Montaje de antena receptora (Estación)

3.4 Diseño y programación del sistema SCADA

3.4.1 Antecedentes

Para la supervisión y verificación del desempeño energético que se quiere lograr en este proyecto, se consideró necesaria la implementación de los siguientes puntos que forman parte fundamental de un sistema SCADA, tales como: implementar equipos de medición, levantar una red de comunicación industrial e instalar un software que permita realizar gestión energética, en este caso como el PowerStudio SCADA (CIRCUTOR S.A., 2013)

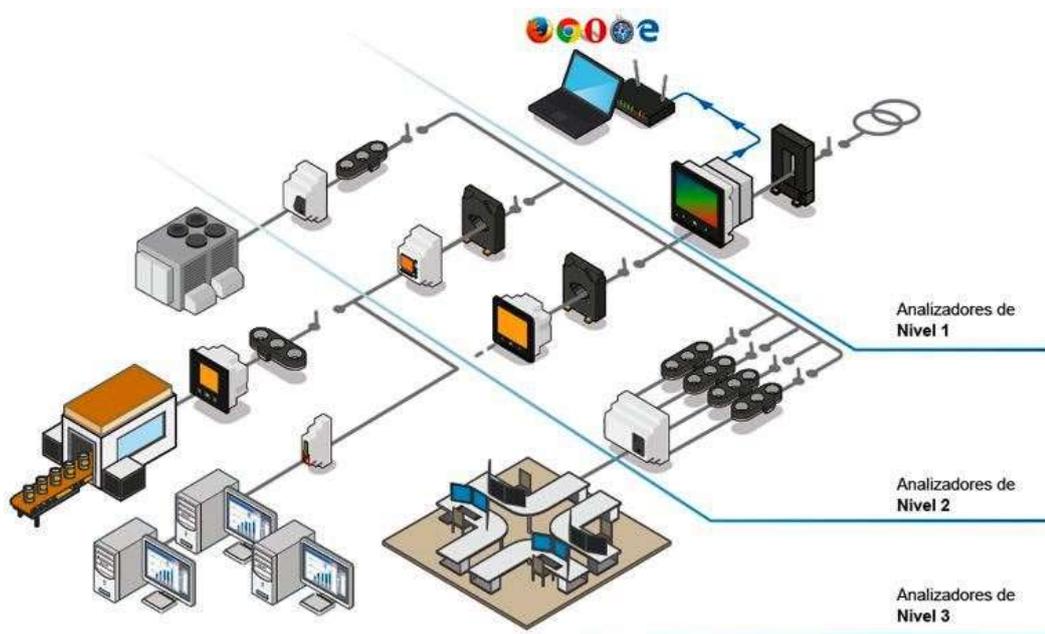


Figura 0.33. Bosquejo de elementos de un sistema SCADA con equipos Circutor. (CIRCUTOR S.A., 2015)

Para la implementación de este proyecto se ha usado como referencia la arquitectura de un SCADA que recomienda en este caso el fabricante de equipos Circutor, es por esto que se ha integrado los elementos de medidas como los analizadores de redes, por medio de una red de comunicaciones como la red Modbus/RS485 que se utilizó y se desarrollaron las pantallas, configuraciones y programaciones en un software de gestión energética como lo es el PowerStudio Scada.

3.4.2 Topologías del software PowerStudio Scada

Según el manual de instrucciones PowerStudio Scada indica que el software de gestión energética PowerStudio Scada de marca Circutor, está dividido en 3 módulos definidos de la siguiente manera: editor, motor y cliente, lo cual permite la utilización del mismo a través de las cuatro topologías detalladas a continuación (CIRCUTOR S.A., 2013):

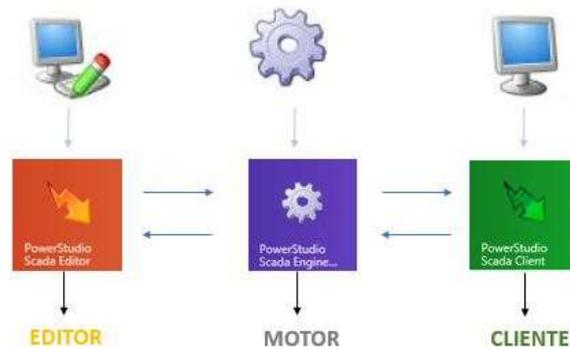


Figura 0.34. Partes del Software. Módulos del Sistema. (CIRCUTOR S.A., 2013)

Todo en uno: es la configuración básica en la cual los tres módulos: el editor, el motor y el cliente, se encuentran en la misma máquina. (CIRCUTOR S.A., 2013)



Figura 0.35. Topología **Todo en uno.** Editor, motor y cliente se encuentran en la misma maquina (CIRCUTOR S.A., 2013)

Editor-Motor y Clientes: en este caso se tiene al editor y el motor en un computador, y ya sea que exista un solo cliente o varios instalados en otra computadora se puede conectar al motor y de esta forma ver los datos del sistema SCADA, así como también los informes personalizados y desarrollados. Cuando queremos ver de manera remota los datos desde el cliente resulta muy útil esta tecnología. (CIRCUTOR S.A., 2013)

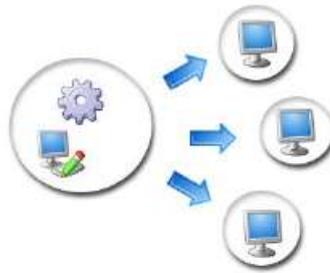


Figura 0.36. Topología **Editor-Motor y Clientes.** Editor y el motor se encuentran en la misma PC, y el cliente está en una o muchas PC's (CIRCUTOR S.A., 2013)

Motor, el editor y clientes; aquí se tiene un solo editor, tenemos un motor, y uno o muchos clientes, y estos están en PC independientes. En este modo se puede editar como está configurado el motor de manera remota. Esto es de mucha utilidad cuando se quiere que la información que brindan los dispositivos q haya sido bajada del motor se encuentren en una sola PC y q no dependa del editor (CIRCUTOR S.A., 2013)

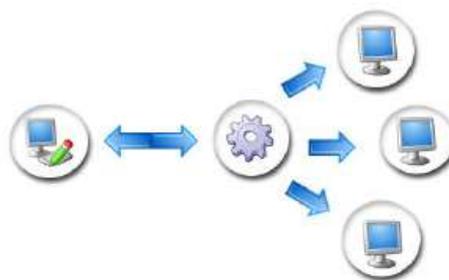


Figura 0.37. Topología **Motor, editor y cliente.** Un solo editor, un motor y uno o muchos clientes, y todos en diferentes PC's. (CIRCUTOR S.A., 2013)

Motor, muchos editores y muchos clientes; en este modo se tiene uno o muchos editores, un solo motor y uno o muchos clientes, por lo que se puede configurar de esta manera desde el editor la pantalla y por medio de otro editor el informe. En este modo es necesario que cada uno de ellos importe la configuración existente primero cuando vaya a realizar alguna edición en lo que está desarrollado o vaya adicionar algo nuevo (CIRCUTOR S.A., 2013)



Figura 0.38. Topología **Motor, muchos editores y muchos clientes.** Uno o muchos editores, un motor y uno o muchos clientes, y cada uno de ellos en diferentes PC's. (CIRCUTOR S.A., 2013)

Para temas de desarrollo del proyecto se ha considerado la topología del software **Editor/Motor y Clientes**, ya que tenemos dos laptop's instaladas en las cuales, en una de ellas está instalado el Editor y Motor haciendo las veces de Servidor, y desde la otra máquina está instalado el cliente.

3.4.2.1 Motor PowerStudio SCADA

En su tutorial de PowerStudio SCADA nos indica, que el MOTOR es el encargado de la comunicación, captura de datos de los equipos y registro en el disco duro del computador, y además realiza la función de servidor (CIRCUTOR S.A., 2015).

Funciona en segundo plano como servicio de Windows con lo que no se necesita abrir una sesión de usuario para que el programa capture datos de los equipos. (CIRCUTOR S.A., 2015)

La visualización del estado del MOTOR se realiza mediante el PSEngineManager, el cual es accesible desde el menú de inicio/programas/circutor/PSEngineManager. (CIRCUTOR S.A., 2015)

Desde el PSEngineManager se pueden realizar las siguientes configuraciones:

Puerto servidor web (80 por defecto). Esta opción nos permite habilitar la visualización vía web o vía Applet de Java. (CIRCUTOR S.A., 2015)

En el directorio cfg, es donde el motor guarda la configuración, registros e imágenes que se le han exportado desde el EDITOR. Se puede colocar protección de acceso de edición mediante Usuario y Contraseña. (CIRCUTOR S.A., 2015)

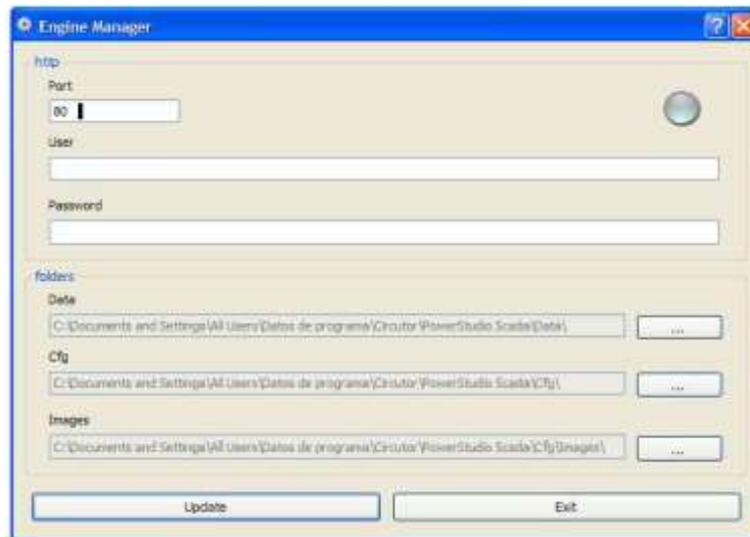


Figura 0.39. Motor PSEngineManager. Pantalla de configuración del Motor mediante PSEngineManager. (CIRCUTOR S.A., 2015)

Si el software no detecta la licencia (Tipo USB) del PowerStudioSCADA, luego de 60 minutos se detendrá la versión demo que viene por defecto del motor.

Cada motor se reconoce mediante una dirección IP. Esta dirección IP es la misma dirección IP que tiene la computadora donde se encuentra instalada la aplicación del MOTOR de PowerStudio SCADA. Para el caso de cuando tenemos conectado directamente una computadora con los dispositivos de campo, dicha dirección IP es la 127.0.0.1 que es la dirección IP local por defecto, también conocida como LocalHost y el puerto de comunicaciones por defecto es el 80. Existen en algunos casos que la aplicación de PowerStudio tenga algunos problemas de conexión, y puede ser debido a que el puerto 80 se encuentre ocupado por otra aplicación de Windows, este problema se soluciona cambiando el puerto por otro que no tenga tráfico como por ejemplo el puerto 22222. (CIRCUTOR S.A., 2015)

3.4.2.2 Editor PowerStudio SCADA

En el tutorial de PowerStudio SCADA expone que, desde esta aplicación del programa, llamada EDITOR, se crean o se modifican las aplicaciones y permite realizar las siguientes acciones (CIRCUTOR S.A., 2015):

- Agregar los equipos de pasarela Circutor y configurar comunicaciones TCP
- Agregar equipos de campo que tengan comunicación RS-485 y configurar la red de equipos
- Modificar determinados parámetros de configuración de los equipos
- Crear las pantallas y plantillas de los informes tipo SCADA combinando los diversos parámetros de los diferentes equipos en una sola pantalla de la computadora
- Definir los sucesos (alarmas), etc.
- Importar / Exportar las aplicaciones al MOTOR de PowerStudio SCADA



Figura 0.40. Editor PowerStudio SCADA. Pantalla de configuración de equipos (CIRCUTOR S.A., 2015)

3.4.2.3 Cliente PowerStudio SCADA

Como se explica en el tutorial de PowerStudio SCADA, que desde la aplicación CLIENTE, podemos conectar con el MOTOR para poder ver las aplicaciones que se encuentren cargadas; podemos tener acceso directamente sobre el dispositivo de campo, ya sea por ejemplo: un analizador de redes, una sonda de temperatura, etc.; y también podemos tener acceso a las pantallas tipo SCADA desarrolladas previamente, con los datos en tiempo real de los equipos instalados (CIRCUTOR S.A., 2015).

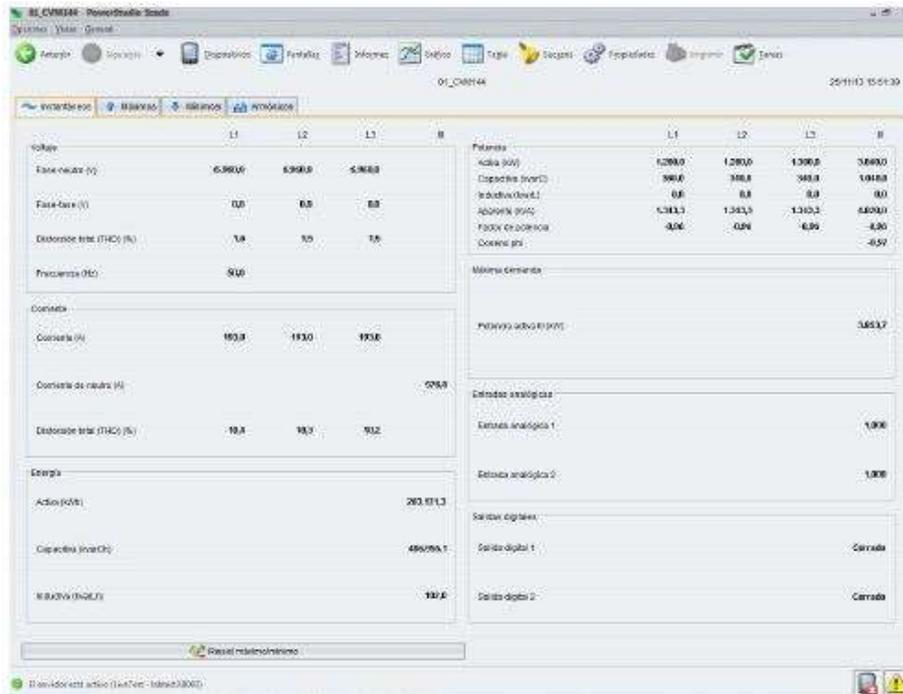


Figura 0.41. Cliente de PowerStudio SCADA. Visualización de datos de analizador de redes. (CIRCUTOR S.A., 2015)



Figura 0.42. Pantalla de cliente. Visualización de pantalla SCADA. (CIRCUTOR S.A., 2015)

3.4.3 Diseño de pantallas y reportes

Para el diseño de las pantallas y reportes a desarrollados, se mantuvo realizaron consultas previas con el personal del Departamento de ColdChain de Unilever Andina Ecuador SA, y se solicitó autorización para la elaboración de los diseños, colores de las pantallas, y los parámetros eléctricos que se requerían que fueran monitoreados, para su posterior procesamiento.

En el siguiente esquema, figura tal se muestra el soporte que se utilizó para el desarrollo de las pantallas del sistema de supervisión y control:

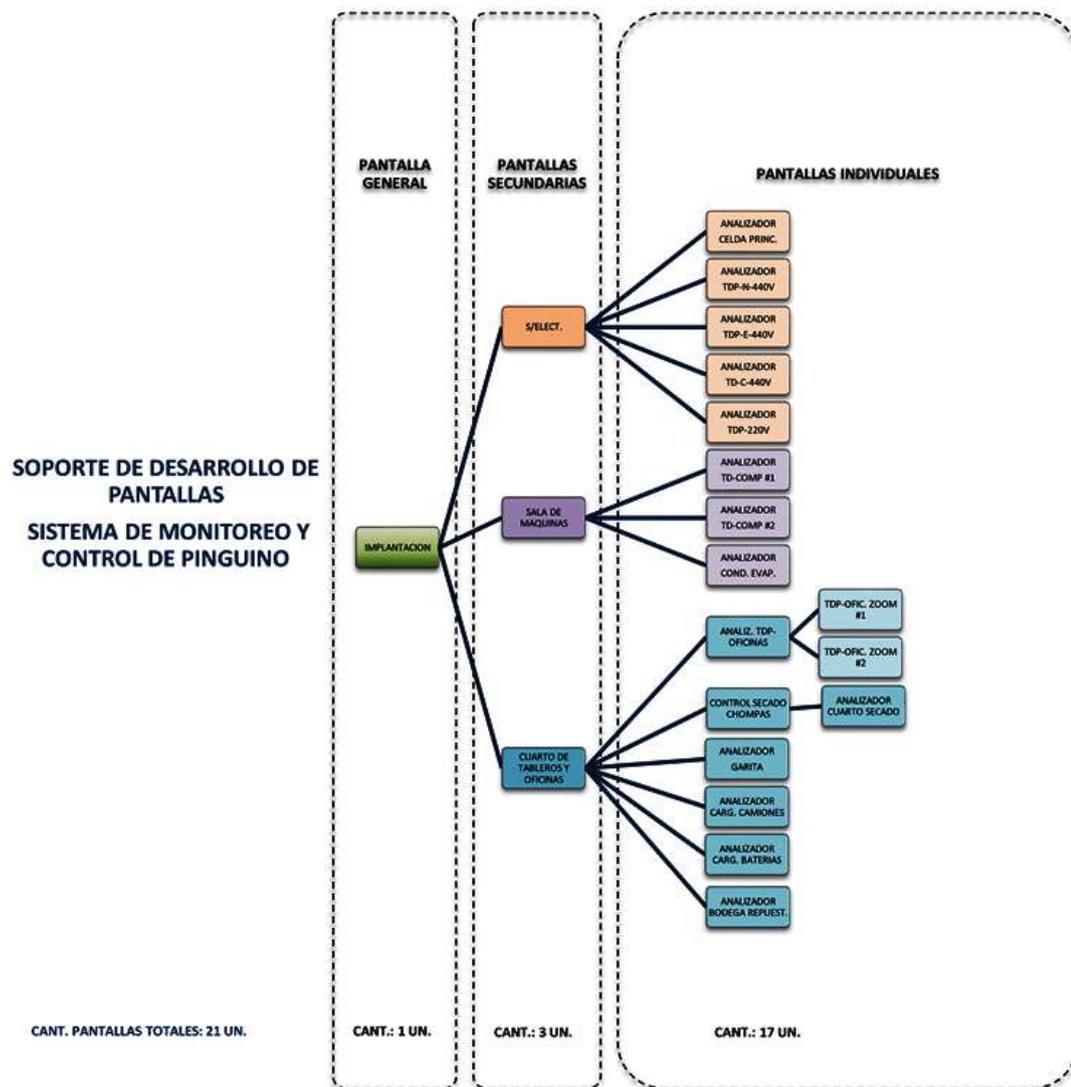


Figura 0.43. Diagrama de pantallas elaboradas. Soporte de las pantallas realizadas para el sistema.

Luego de tener los equipos conectados al EDS: AREAOFICINAS, y comunicando de manera correcta, se procedió a desarrollar las pantallas tipo SCADA, para el monitoreo y supervisión de esa área, las cuales son una herramienta para los operadores encargados del sistema, la pantalla que se muestra a continuación es la correspondiente a la Implantación General del Sistema:

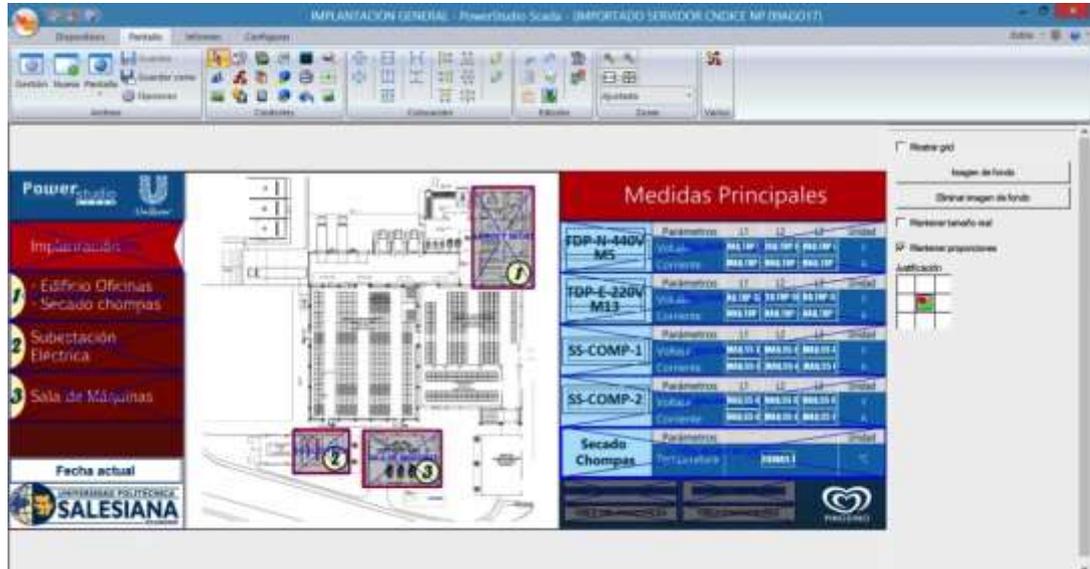


Figura 0.45. Pantalla Área Oficinas CND ICE. Implantación vista general

Para la realización de esta pantalla y en general la mayoría de pantallas, desde el EDITOR se utilizaron los comandos: pantalla, cuadro de texto, formula, gráfico, tabla, informe, forzar variables, entre otros comandos de estilos, tipos de fuente, etc.

Se desarrolló una pantalla general para mostrar los equipos que están en el área de oficinas del edificio CND ICE, según se muestra a continuación en la figura 4.14.:



Figura 0.46. Pantalla área Oficinas CND ICE. Equipos en el área de oficinas CND ICE

En el área de oficinas del edificio CND ICE se está monitoreando un analizador de redes modelo CVM NRG96 de marca Circutor, el cual está arrojando la medición del Tablero de Distribución Principal de Oficinas y Camiones (TDP-OFICINAS Y CAMIONES-220V), se están mostrando los principales parámetros eléctricos de este analizador, tales como voltaje, corriente, potencias, energía, THD en voltaje y en corriente. En la figura 4.15. se muestra la pantalla que se desarrolló para mostrar los parámetros eléctricos que brinda este analizador de redes:

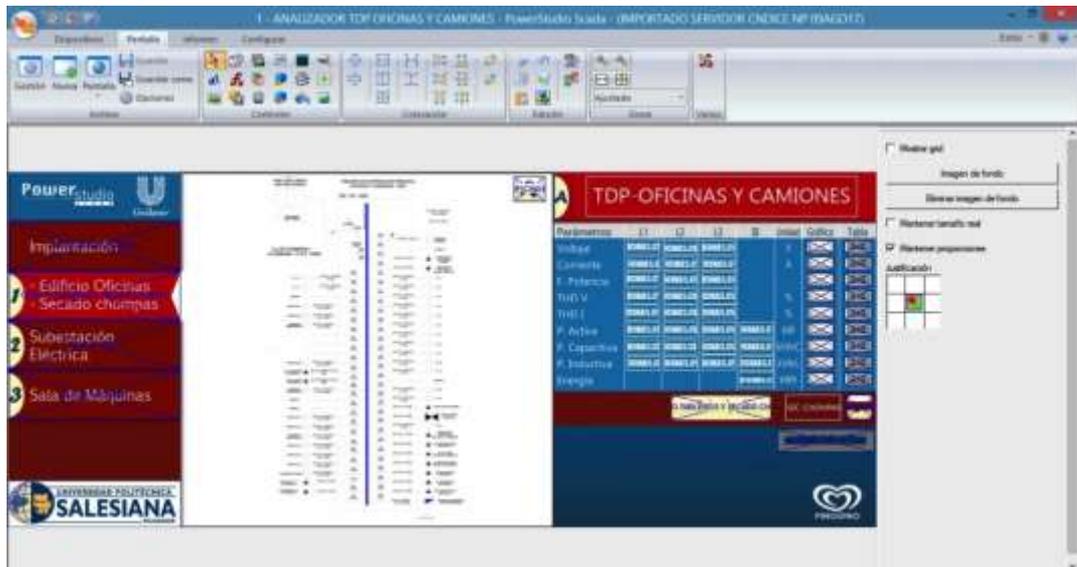


Figura 0.47. Pantalla Área Edificio CND ICE. Analizador TDP-OC-220V

Por motivos de que el diagrama unifilar del TDP-OFICINAS Y CAMIONES-220V es extenso en dimensiones como para entrar en una sola imagen, se decidió colocar la opción de un botón para realizar un acercamiento a la imagen (Zoom 1), en el cual se puede visualizar la parte superior del diagrama unifilar hasta la mitad aproximadamente, como se muestra en la figura 4.16. a continuación:

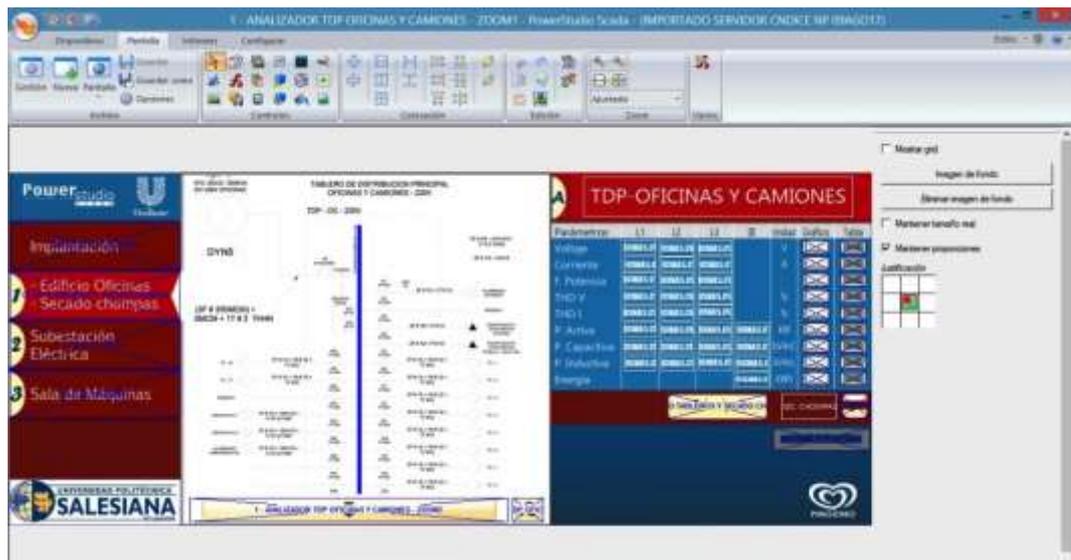


Figura 0.48. Pantalla de Analizador TDP-OC-220V en edificio CND ICE. Acercamiento #1 al diagrama unifilar

Para poder visualizar desde la mitad del diagrama unifilar hasta la parte inferior del mismo, se procedió a desarrollar una opción de botón para realizar un acercamiento (Zoom 2) a la imagen, donde se ve la segunda parte del plano unifilar, como se muestra en la figura 4.17. que se muestra a continuación:

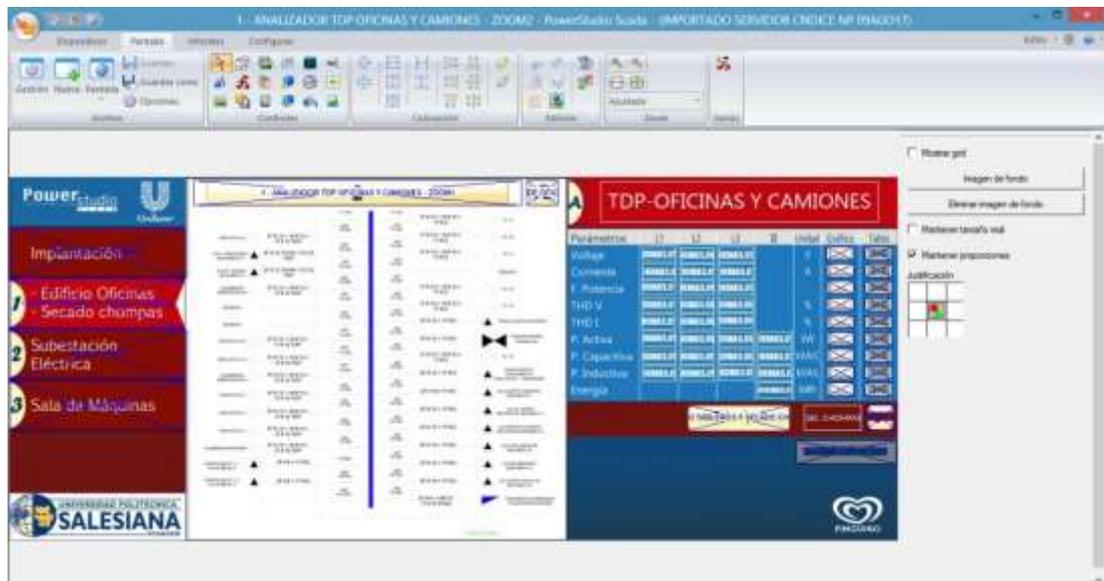


Figura 0.49. Pantalla de Analizador TDP-OC-220V en edificio CND ICE. Acercamiento #2 al diagrama unifilar

También en esta área del edificio de CND ICE, se encuentra situado en la planta baja, el cuarto de secado de chompas con un área de 31.5 mts², en el cual se instaló una sonda de temperatura y humedad relativa modelo THDG RS485 de marca Circutor, la cual es la encargada arrojar los valores de temperatura. Se desarrolló una pantalla para visualizar estos valores según indica la figura 4.18. a continuación:



Figura 0.50. Pantalla de sonda de temperatura. Se muestran los valores de temperatura de la sonda instalada

3.4.3.2 Pantallas en Área: Subestación Eléctrica

En lo que respecta al área de la Subestación Eléctrica y Sala de Máquinas, se desarrollaron de igual forma, pantallas para el monitoreo y supervisión en tiempo real, de los equipos implicados en esta área

Como primer paso, para poder integrar los equipos que forman parte de esta área, se procedió en asignarlos al equipo EDS llamado: EDS-SE-SALMAQ, el cual está registrando los datos brindados por los equipos de campo conectados a este, como se muestra en la figura 4.19. a continuación:

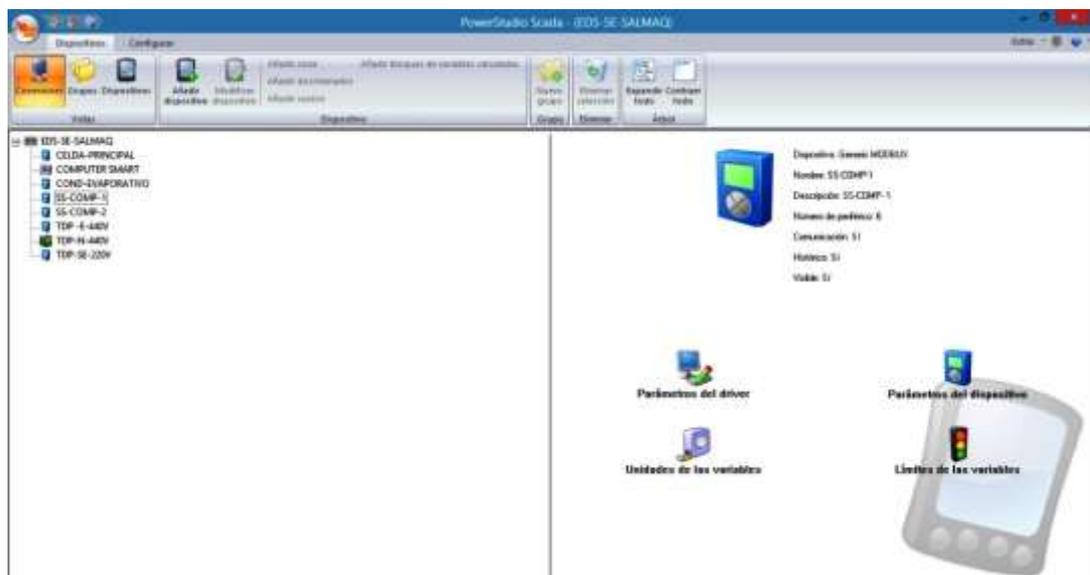


Figura 0.51. Pantalla Área Subest. y Sala máquinas. Equipos conectados al EDS de esta área.

Una vez que todos los equipos de campo se encuentran comunicando de manera correcta al EDS-SE-SALMAQ, se realizaron las siguientes pantallas para poder monitorear los equipos ubicados en esta área de la planta:

Una pantalla general para el área de Subestación Eléctrica y Sala de Máquinas como se muestra en la figura 4.20.:

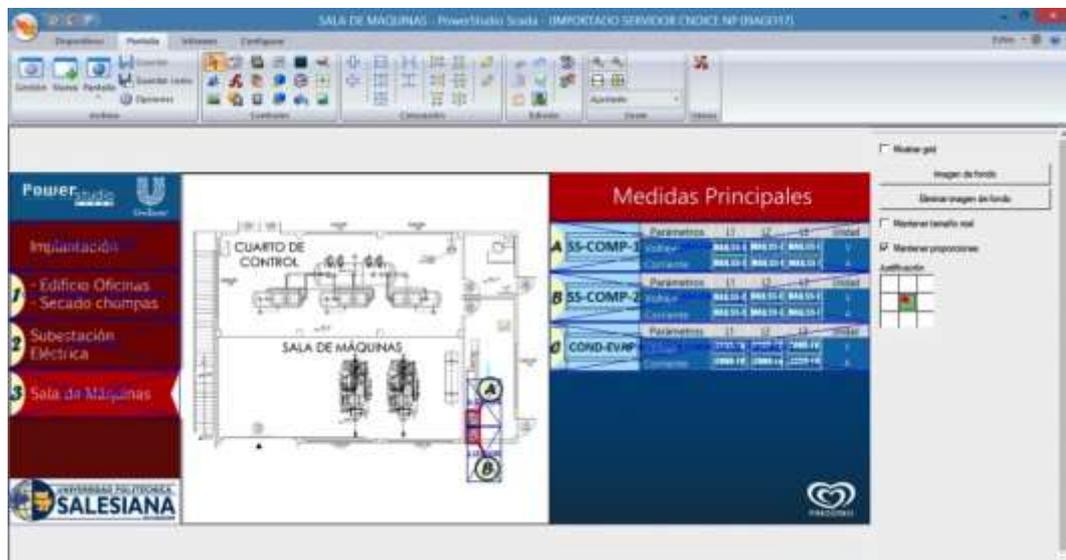


Figura 0.52. Pantalla Área Subest. y Sala Máquinas. Pantalla general del área.

Para el analizador de redes que se encuentra instalado en la Celda Principal 13.8 Kv (Totalizador) se desarrolló la pantalla que se muestra en la figura 4.21.

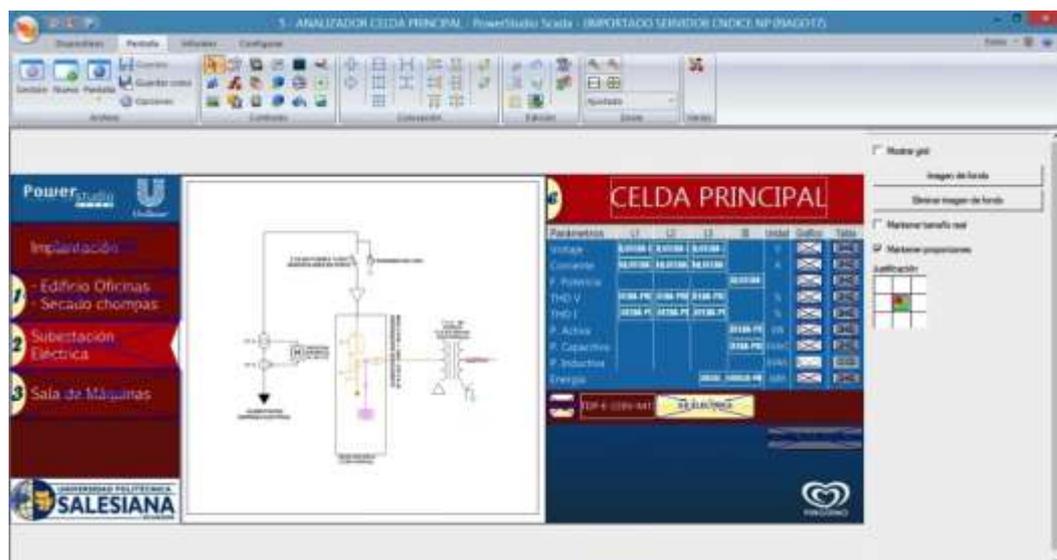


Figura 0.53. Pantalla Área Subest. Eléctrica. Analizador en Celda de Media Tensión.

Se diseñaron también pantallas de los analizadores que se encuentran en la subestación eléctrica, según las que se muestran a continuación:

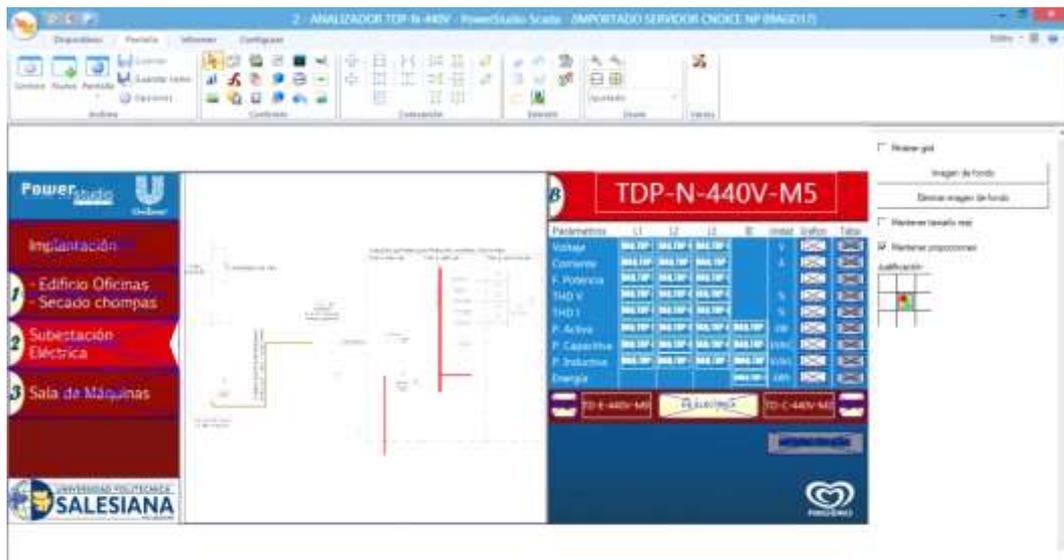


Figura 0.54. Pantalla Área Subest. Eléctrica. Analizador en TDP-N-440V

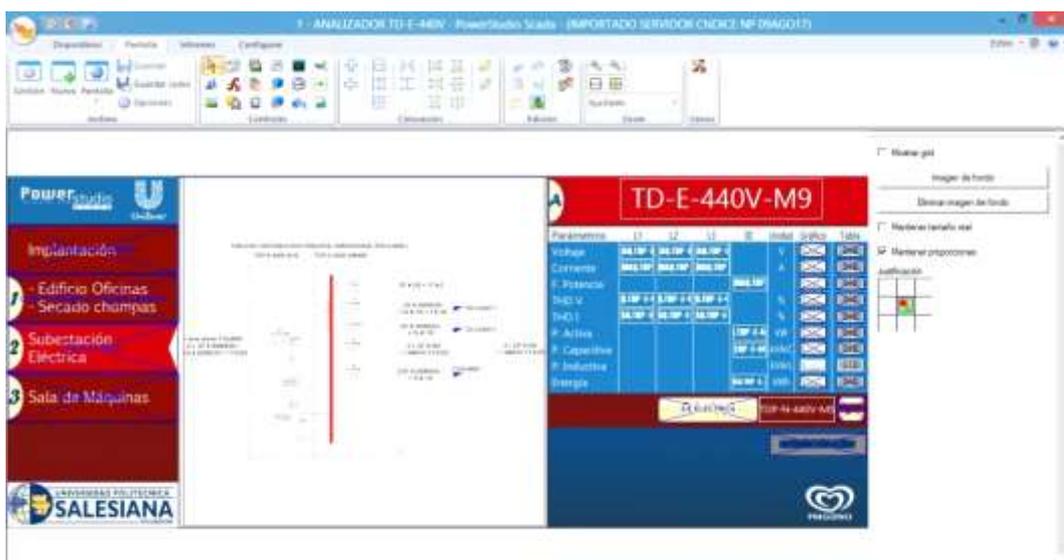


Figura 0.55. Pantalla Área Subest. Eléctrica. Analizador en TDP-E-440V

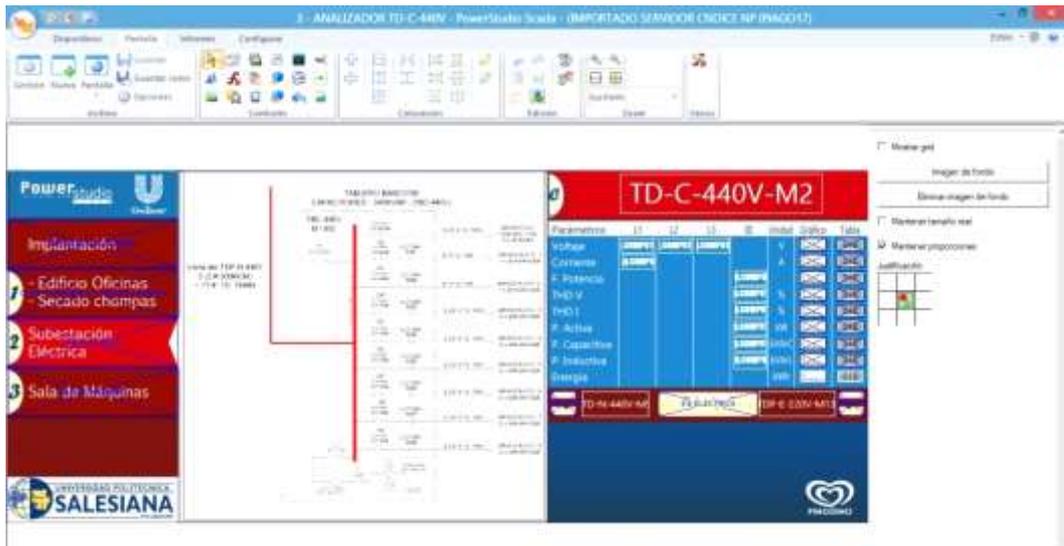


Figura 0.56. Pantalla Área Subestación Eléctrica. Regulador Varimétrico en Banco de Condensadores

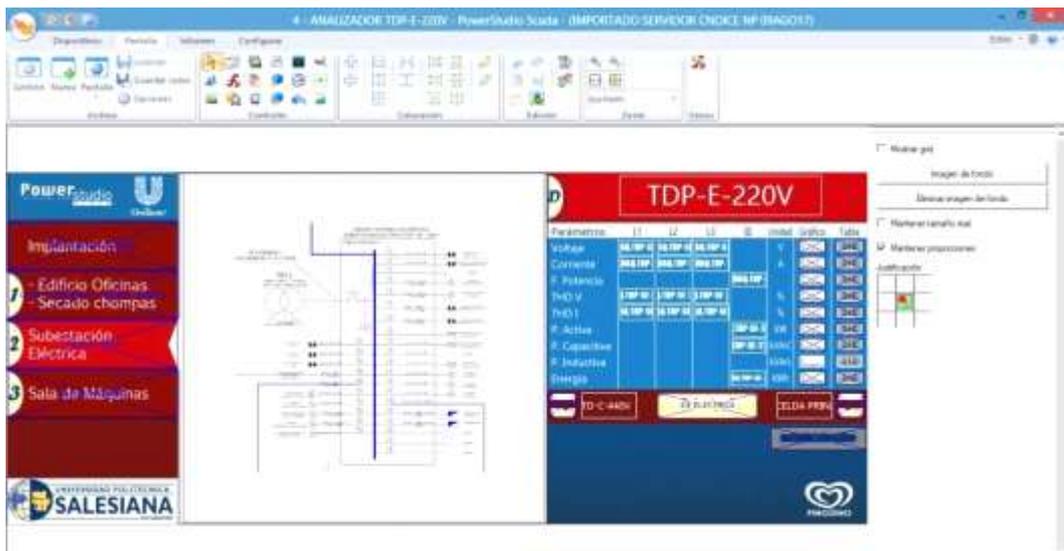


Figura 0.57. Pantalla Área Subestación Eléctrica. Analizador TDP-E-220V

De igual forma para el TD-Condensadores Evaporativos se diseñó una pantalla como se muestra en la figura 4.28.:

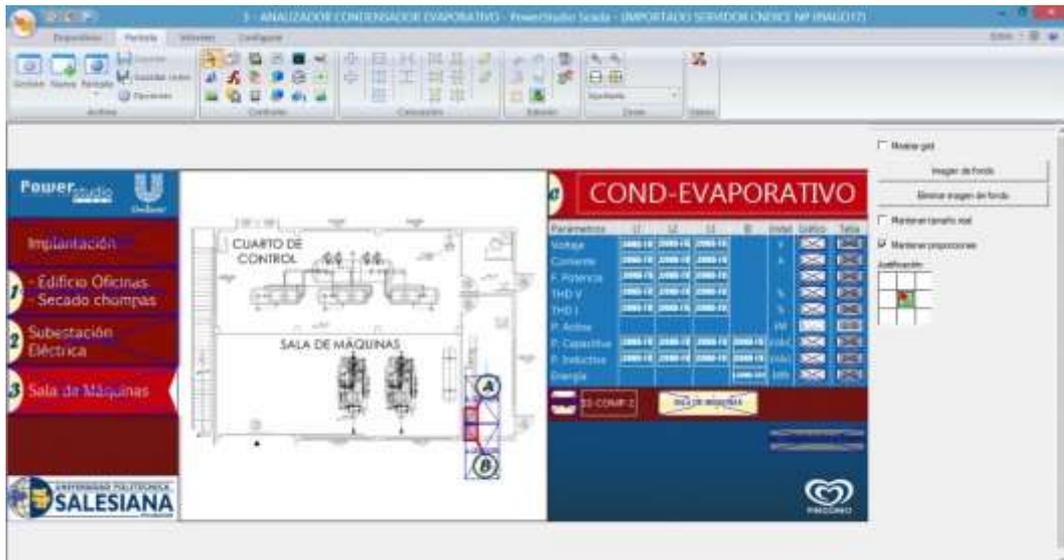


Figura 0.60. Pantalla Área Subestación Eléctrica (Sala de Máquinas). Analizador en TD-Condensadores Evaporativos

3.4.3.3 Reportes en Área: Edificio CND ICE

En este apartado se mostrarán los reportes personalizados que se realizaron, según las sugerencias del personal de Mantenimiento de ColdChain, con los valores más importantes que se utilizan a diario. En la figura 4.29. se muestra un reporte general de los principales tableros que se están monitoreando en el sistema:



Figura 0.61. Reporte General Área Edificio CND ICE y Subestación. Reporte de principales Analizadores

Para el área de las oficinas del Edificio de CND ICE, se realizó un reporte donde se muestran los parámetros eléctricos que antes eran tomados manualmente por los operadores y luego tabulados en hojas de Excel.

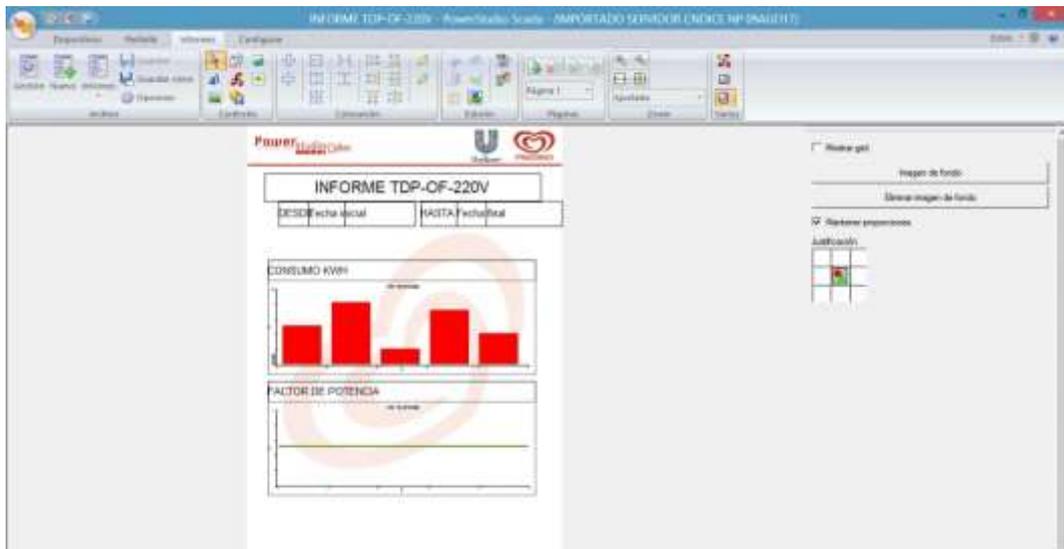


Figura 0.62. Reporte Área oficinas CND ICE. Analizador TDP Oficinas y Camiones-220V

Las variables de mayor importancia de las que toman lectura los operadores para este caso son la Energía Activa en Kw/h y el Factor de Potencia. Donde se pueden elegir por periodos de captura y seleccionar rangos de fecha desde el inicio de la lectura hasta el corte de fecha en que se realizó la medición.

3.4.3.4 Reportes en Área: Subestación Eléctrica

Se desarrolló un formato de reporte (figura 4.31.) para los datos del Analizador de redes que se encuentra en la Celda Principal en el Área de Subestación Eléctrica

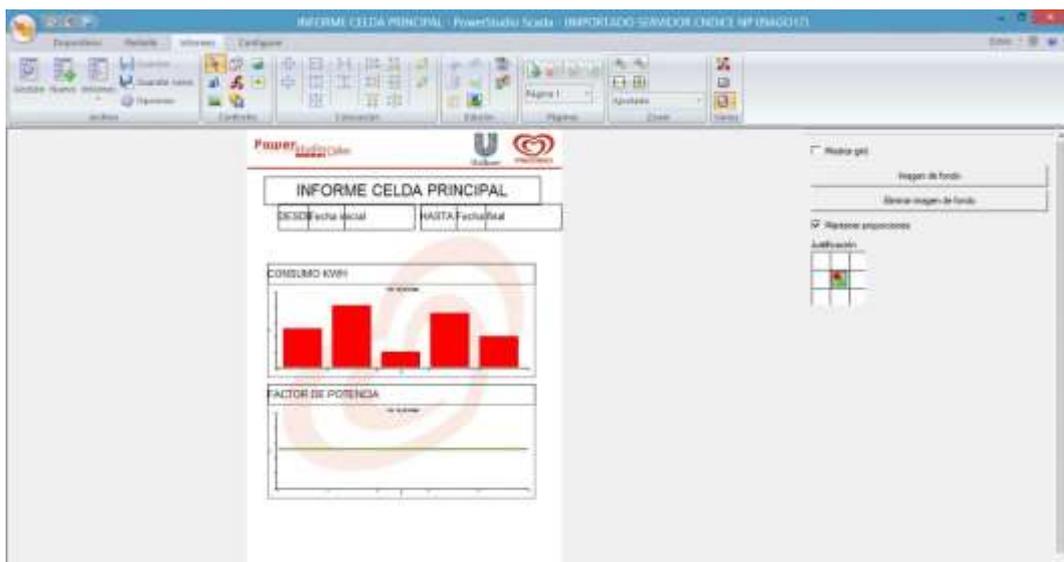


Figura 0.63. Reporte Área Subestación Eléctrica. Analizador en Celda de Media Tensión

De la misma forma para el resto de los analizadores existentes en el Área de Subestación Eléctrica y Sala de Máquinas, se realizaron los siguientes reportes:



Figura 0.64. Reporte Área de Subestación Eléctrica. Analizador en TDP-N-440V

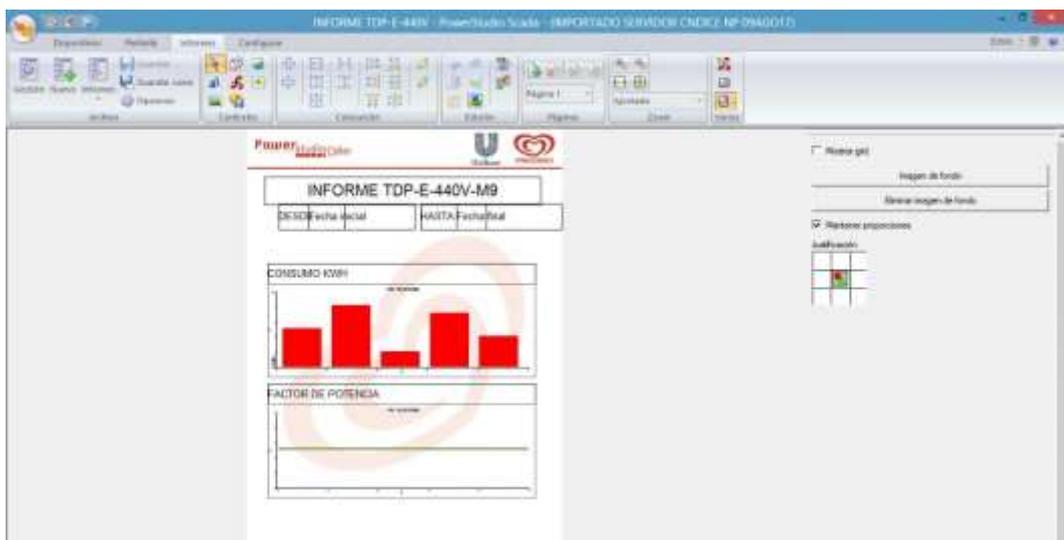


Figura 0.65. Reporte Área Subestación Eléctrica. Analizador en TDP-E-440V

En el tablero TDP-OC-220V de la Subestación Eléctrica, se obtiene el reporte de los valores brindados por el analizador de redes, como se muestra en la figura 4.34.



Figura 0.66. Reporte Área de Subestación Eléctrica. Analizador en TDP-E-220V

Para revisar los valores de los tres analizadores que se encuentran en el Área de Sala de Máquinas, se realizó el diseño del siguiente reporte (figura. 4.35.):

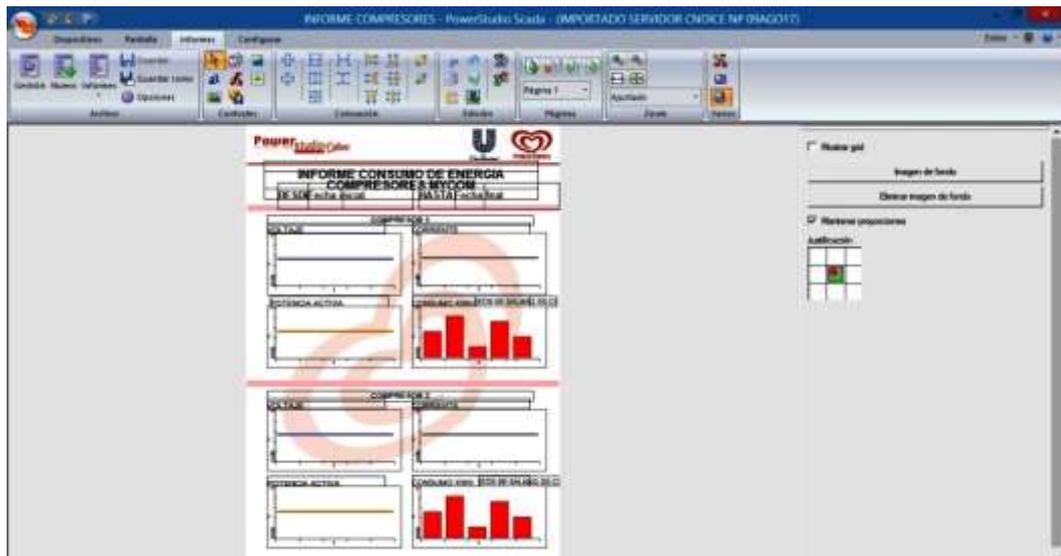


Figura 0.67. Reporte Área de Subestación Eléctrica (Sala de Máquinas). Analizadores en TD- Compresor #1, Compresor #2 y TD-Cond. Evaporativos

3.4.4 Programación y condiciones de alarma de cuarto de secado

Para el cuarto de secado de chompas, el cual es el lugar donde los operadores guardan sus trajes especiales de frío para que por medio del calor se evapore la humedad y residuos de hielo que se impregnan al realizar trabajos en la cámara de frío; se dispone de un sistema de control automático existente, el cual se encarga del encendido y apagado por rangos de temperatura de: la resistencia de calentamiento, de un motor con banda para recirculación de aire y un sistema de dampers que accionan ventanillas para disipar el aire. Adicional a este sistema existente, se propuso como nuestro proyecto la implementación de un sistema de alarma para cuando los valores de temperatura del cuarto y consumo de energía de este sistema se encuentren por fuera de los límites normales de funcionamiento; debido a que se ocasionó con anterioridad un incidente de conato de incendio y no se tenía un sistema que avise cuando algo se encontraba fuera de la normalidad.

Las variables que se usaron para el condicionamiento de esta alarma son: la **temperatura** actual del cuarto de secado (en grados centígrados), la **corriente** actual en amperios de consumo que tiene la resistencia de calefacción (este valor de corriente lo brinda un analizador de redes instalado en el tablero de acometida a este sistema), y el **tiempo** en minutos transcurridos mientras se está suscitando el evento.

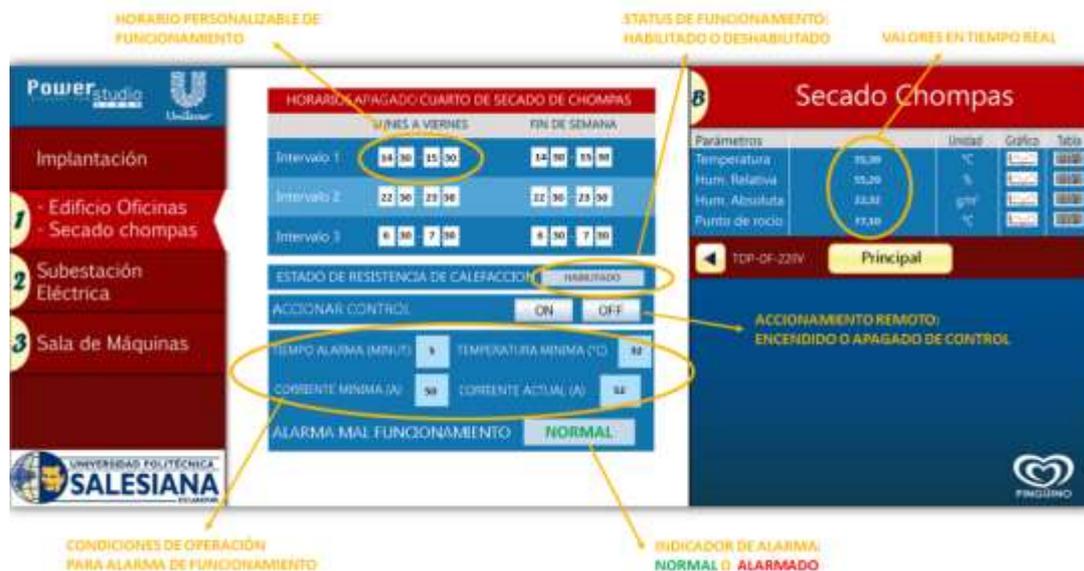


Figura 0.68. Pantalla de control de alarma de Cuarto de Secado de Chompas

3.4.4.1 Variables Calculadas y Sucesos

Para el condicionamiento de la alarma, se crearon variables calculadas, las cuales se incorporan en uno o varios sucesos y se condicionan según como se detalla a continuación:



Figura 0.69 Variables calculadas para alarma de cuarto de secado

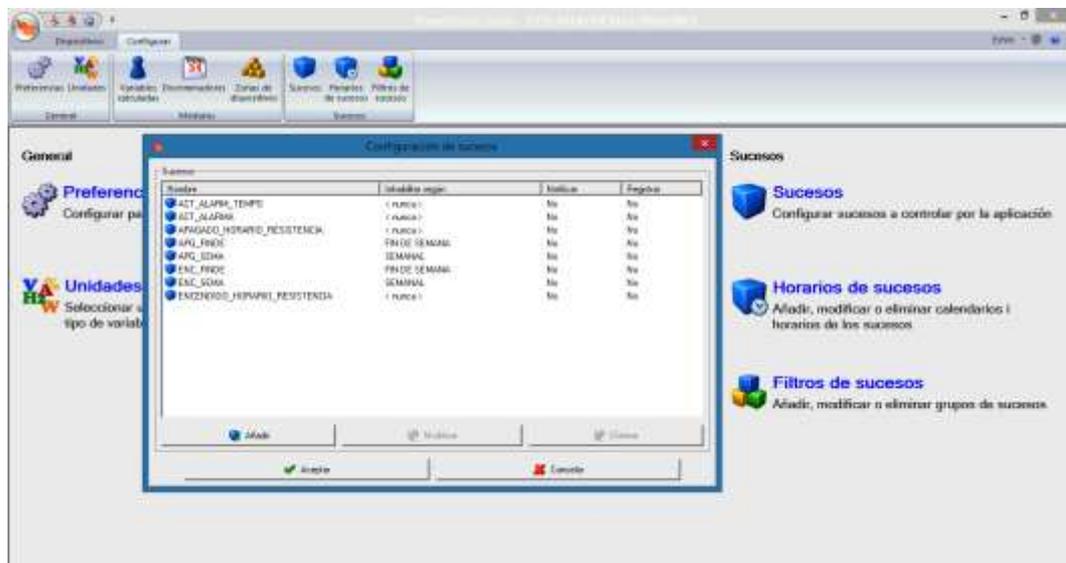


Figura 0.70 Sucesos para alarma de cuarto de secado

4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1 Resultados: Pantallas y Reportes finales

Como resultados finales, tenemos las pantallas y reportes funcionando de forma correcta en su totalidad, por medio de las cuales, el personal técnico de Unilever (ColdChain) puede hacer uso de esta herramienta, para obtener información en tiempo real, gráficas, tablas y registros de lo que acontece en su instalación eléctrica.

A continuación, se muestran de manera general las pantallas y reportes más importantes:

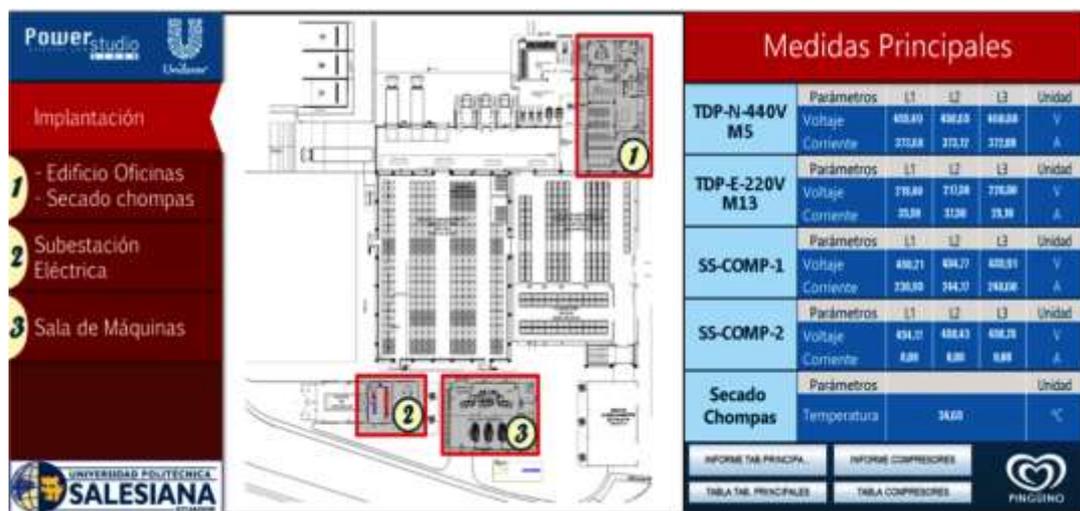


Figura 0.1 Pantalla final Medidas principales todas las áreas

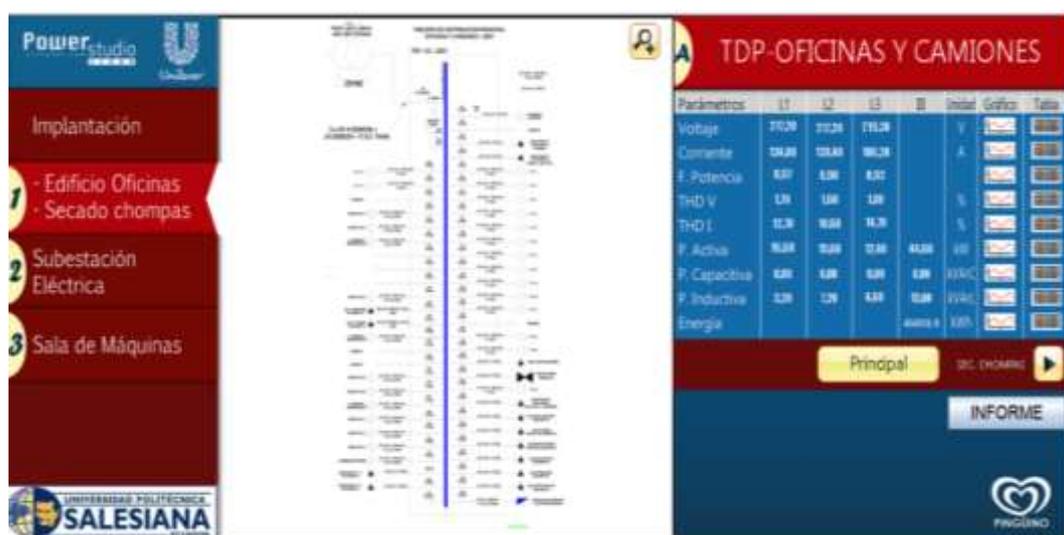


Figura 0.2 Pantalla final medidas principales TDP oficinas. Área CND-ICE

Para el Área de Sala de Máquinas también se muestra a continuación una pantalla resumida con los parámetros eléctricos más importante:

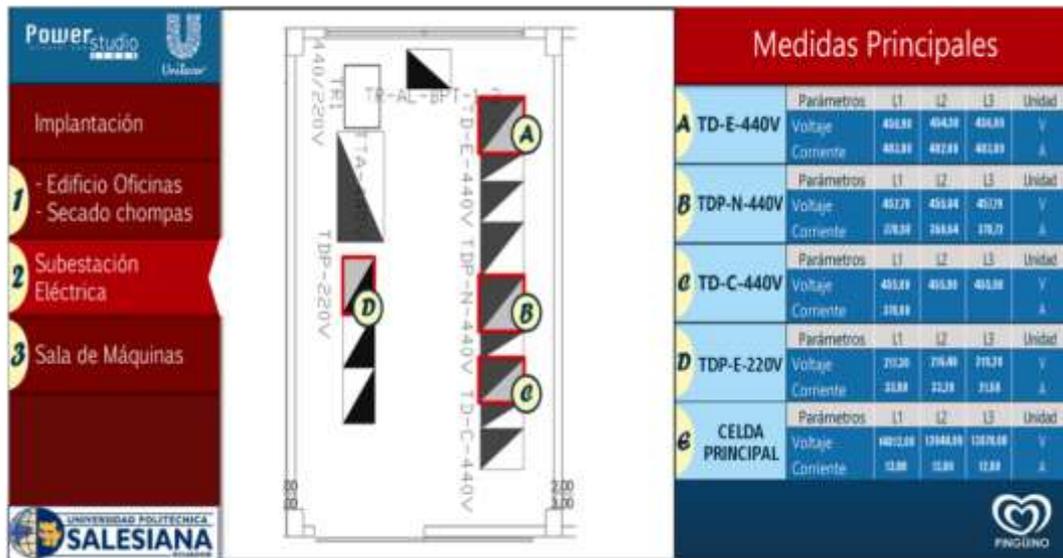


Figura 0.3 Pantallas finales con medidas principales resumidas de Área de Sala de Máquinas.

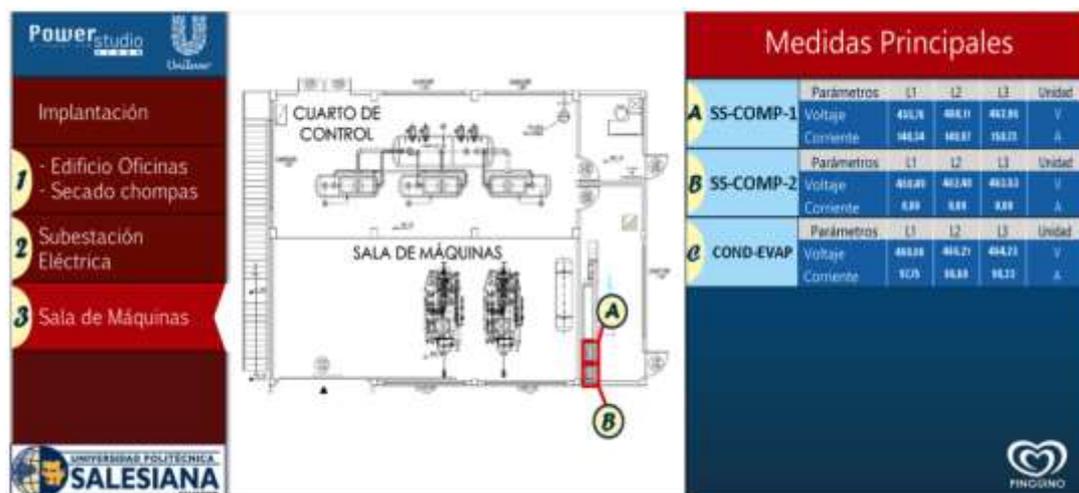


Figura 0.4 Pantallas finales con medidas de compresores resumidas de Área de Sala de Máquinas.

A continuación, se muestran los reportes con los datos resumidos más importantes que se pueden generar con este sistema:

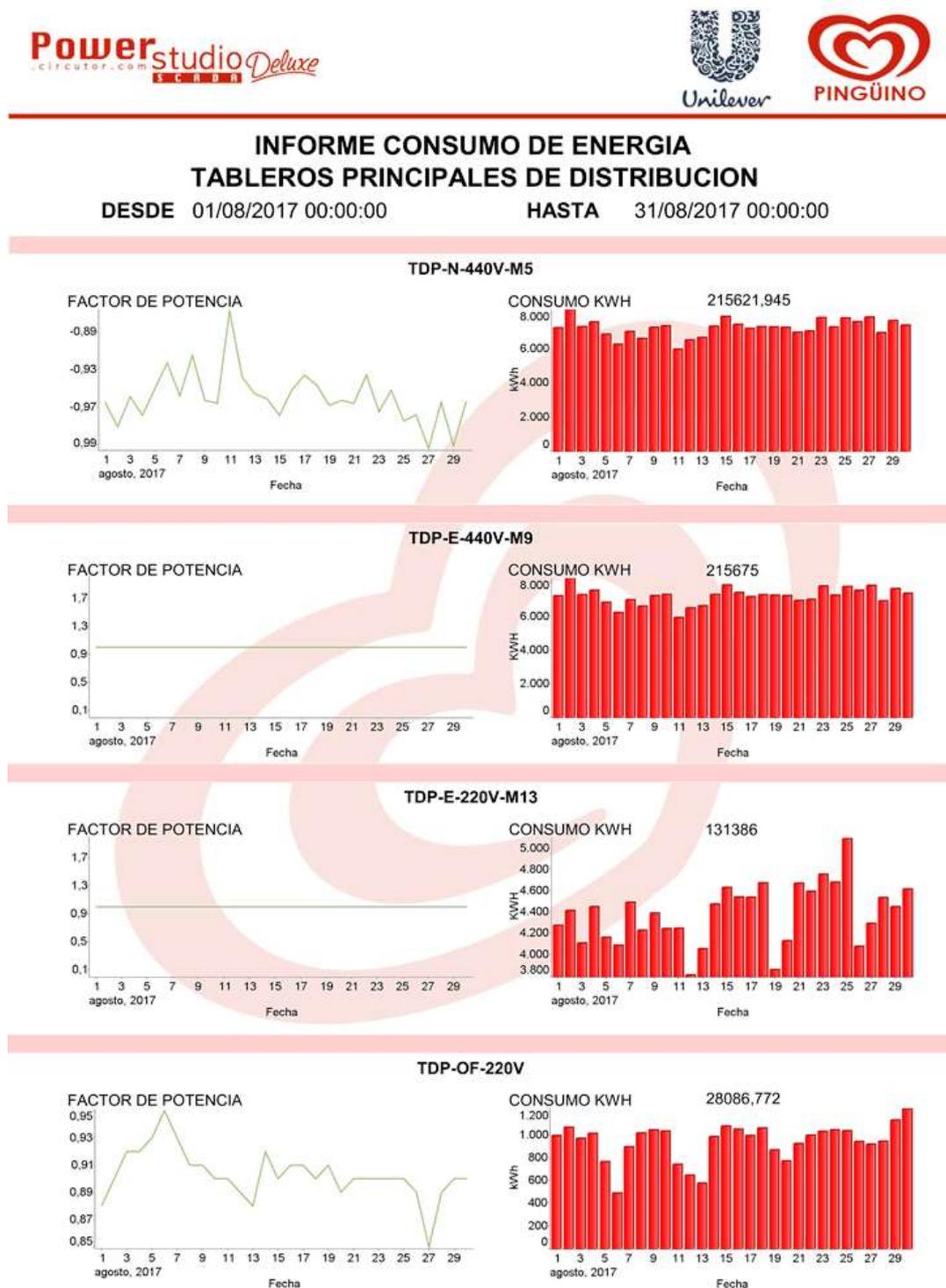


Figura 0.5 Reporte de Tableros Principales de Distribución en todas las áreas implicadas.

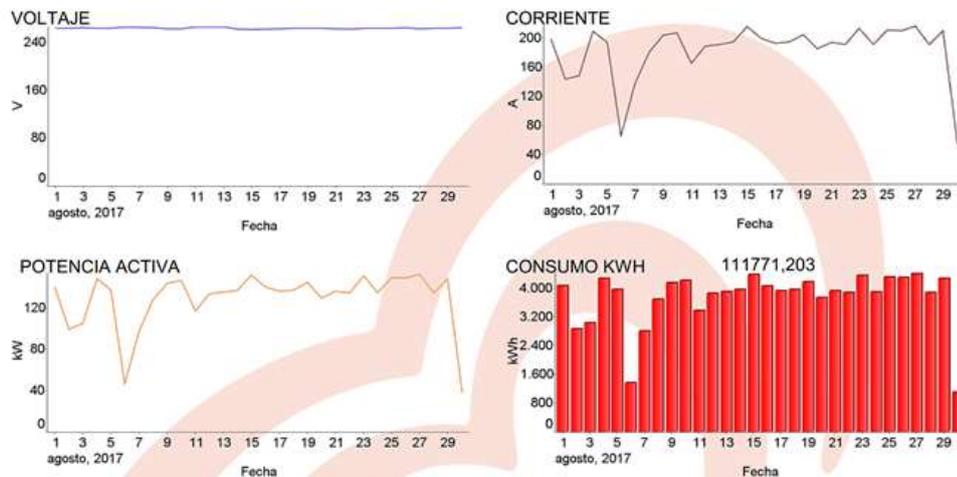
En el siguiente reporte se muestra el consumo eléctrico de los compresores 1 y 2 del sistema de refrigeración:

INFORME CONSUMO DE ENERGIA COMPRESORES MYCOM

DESDE 01/08/2017 00:00:00

HASTA 31/08/2017 00:00:00

COMPRESOR 1



COMPRESOR 2

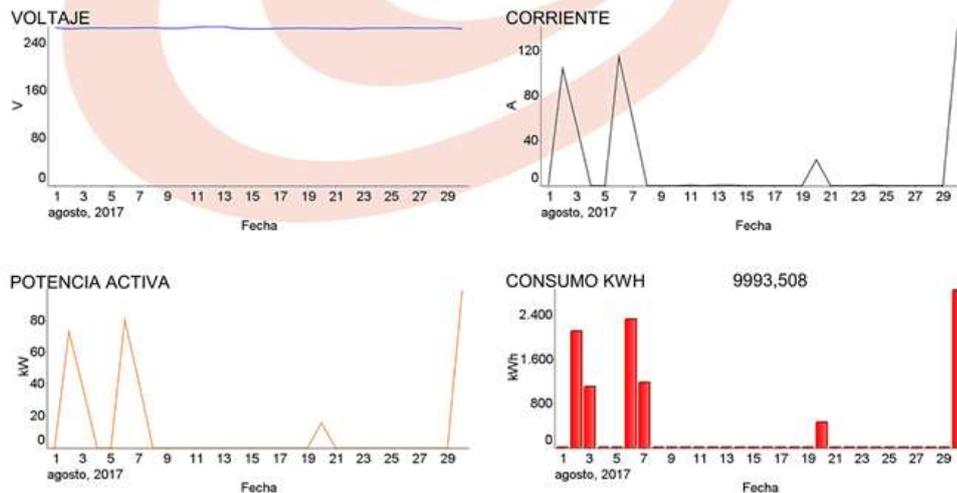


Figura 0.6 Reporte de consumo eléctrico de compresores en el Área de Sala de Máquinas.

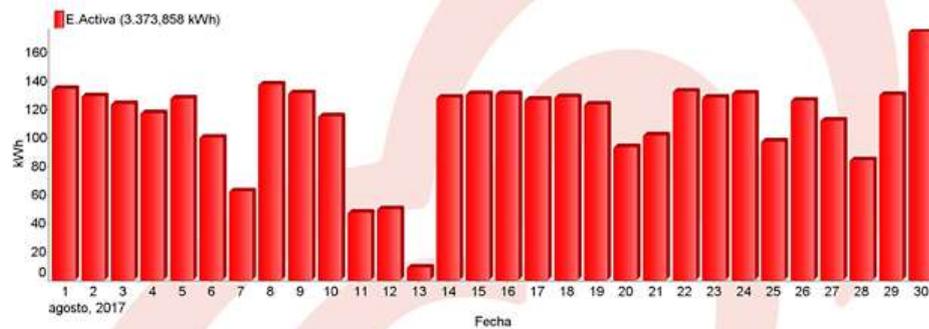
Entre otros de los reportes más importantes se encuentra el de consumo del cuarto de secado de chompas, como se muestra a continuación:

INFORME TD-CUARTO SECADO

DESDE 01/08/2017 00:00:00

HASTA 31/08/2017 00:00:00

CONSUMO KWH



FACTOR DE POTENCIA

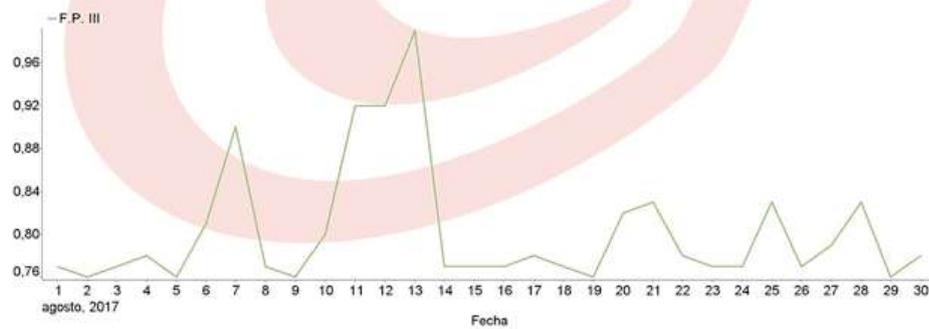


Figura 0.7 Reporte de consumo de cuarto de secado de chompas en Área de Oficinas de CND-ICE.

CONCLUSIONES

Con la realización de este proyecto de titulación se puede concluir que la implementación de esta herramienta tecnológica, como lo es un sistema SCADA para supervisión y control, permite mejorar en gran manera la forma en la que se monitorea y supervisa el sistema eléctrico de la Planta.

El desarrollo de este proyecto fue de gran beneficio para los operadores de la planta ya que, por medio de este sistema, se optimizan los tiempos invertidos (hora-hombre) en realizar rondas diarias para tomar lectura de los parámetros eléctricos de cada analizador, es decir, lo que antes un operador se demoraba entre una y dos horas en hacer esta operación, ahora con este sistema le puede tomar fácilmente 10 minutos en realizar la misma tarea sin tener que ir al sitio y de manera directa o indirecta exponerse también a algún tipo de accidente laboral ya que cabe recalcar que se encuentra trabajando con tableros energizados todo el tiempo.

Con el sistema pueden llevar un control de mayor precisión de los tiempos de operación de las máquinas y con la posibilidad de realizar posteriormente un análisis respecto al uso eficiente de la energía eléctrica y reducir los desperdicios.

Usando los equipos existentes de campo como los analizadores de redes eléctricas y de manera paralela instalando un sistema gestión para procesar toda esta información que se mantenía intangible sin registrarse en alguna base de datos, se pudo obtener como resultado final un sistema muy útil para los coordinadores y jefes de área en el momento de la toma de decisiones en cuanto a reducir consumos y una correcta supervisión del desempeño eléctrico de la Planta.

De la misma forma se tiene un sistema de alarma para el cuarto de secado de chompas que permitirá saber en tiempo real cuando este se encuentre trabajando en condiciones fuera de lo normal.

RECOMENDACIONES

Como recomendaciones según las experiencias obtenidas en la realización de este proyecto están, por ejemplo, verificar que las relaciones de transformación de los transformadores de corriente de cada uno de los analizadores de redes eléctricas sean las correctas, ya que no es suficiente con que el analizador tenga conectada su señales de voltaje y corriente sino que también se debe verificar cada uno de sus parámetros internos de configuración y cuidar la polaridad del transformador de corriente verificando que los signos de la potencia activa que arroja en pantalla el analizador sean positivos, ya que si nos da un valor negativo de esta variable, quiere decir que la señales de campo se encuentran invertidas.

Para el momento de fijar una antena inalámbrica de Access Point, se recomienda que no solamente se debe usar una amarra plástica o precinto, sino que es mejor elaborarle una base para que la antena se mantenga fija a una estructura y de esta manera no se vaya a soltar por motivo de las condiciones climáticas y se vaya a tener inconvenientes a futuro. Cabe recalcar que este tipo de antenas deben tener una línea de vista y evitar todo tipo de obstáculos

CRONOGRAMA

TIEMPO		CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES - PARA DESARROLLO DE PROYECTO DE TITULACIÓN															
		MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12				
ACTIVIDAD		DIC-2016	ENE-2017	FEB-2017	MAR-2017	ABR-2017	MAY-2017	JUN-2017	JUL-2017	AGO-2017	SEP-2017	OCT-2017	NOV-2017				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Etapa 1: Investigación, levantamiento de información en campo																	
Etapa 2: Analisis y selección de componentes a utilizar para el desarrollo del proyecto																	
Etapa 3: Adquisición de elementos necesarios para el desarrollo del proyecto																	
Etapa 4: Diseño y construcción de tableros metálicos para equipos de monitoreo y control																	
Etapa 5: Adquisición de antenas inalámbricas, configuración y pruebas con cada una de ellas																	
Etapa 6: Montaje de antenas inalámbricas y pruebas de comunicación y enlace en sitio																	
Etapa 7: integración de equipos de campo, mediante red de comunicación Modbus/RS485																	
Etapa 8: Adquisición de computadoras portátiles, configuraciones de software																	
Etapa 9: instalación y configuración de sonda de temperatura en cuarto de secado de chompas																	
Etapa 10: Instalación y cableado de tableros de monitoreo y control en cada una de las áreas																	
Etapa 11: Integración de equipos de campo al EDS mediante la red Modbus/RS485																	
Etapa 12: Desarrollo de pantallas tipo SCADA mediante software de programación Power Studio Scada																	
Etapa 13: Elaboración de reportes personalizados mediante el software Power Studio Scada																	
Etapa 14: Entrega de trabajo a tutor para revisiones, correcciones y pruebas finales																	
Etapa 15: Entrega de proyecto finalizado en su totalidad																	

PRESUPUESTO

PRESUPUESTO PARA IMPLEMENTACION DE PROYECTO DE SISTEMA DE GESTION ENERGETICA				
DESCRIPCION	UN	CANT	P/UN	SUBTOTAL
IMPLEMENTACION GENERAL				
EQUIPOS Y MATERIALES				SUBT
CABLE # 16 FLEXIBLE	M	100	\$ 0,30	\$ 30,00
TUBERIA EMT 3/4 " X 3 M. Y ACCESORIOS	UN	10	\$ 10,00	\$ 100,00
VARIOS MENORES Y CONSUMIBLES	GB	1	\$ 30,00	\$ 30,00
SUBTOTAL (1)				\$ 160,00
UTILITARIOS DE SOFTWARE				
LICENCIA DE SOFTWARE Y ESTACIONES DE MONITOREO Y CONTROL				SUBT
SOFTWARE POWER STUDIO SCADA DE CIRCUTOR	UN	1	\$ 3.500,00	\$ 3.500,00
ESTACION DE MONITOREO #1 OFICINA COLD CHAIN	UN	1	\$ 1.100,00	\$ 1.100,00
ESTACION DE MONITOREO #2 OFICINA CUARTO DE TABLEROS	UN	1	\$ 1.100,00	\$ 1.100,00
SUBTOTAL (2)				\$ 5.700,00
AREA DE SUBESTACION ELECTRICA-SALA DE MAQUINAS Y CUARTO DE MONITOREO				
EQUIPOS Y MATERIALES				SUBT
BREAKER 1P - 3A; IC60N PARA RIEL DIN MARCA SCHNEIDER, ABB O SIMILAR	UN	1	\$ 14,00	\$ 14,00
TABLERO METALICO PARA SWITCH Y EDS-DELUXE	UN	1	\$ 80,00	\$ 80,00
UPS PARA ALIMENTACION DE RESPALDO DE 550VA 120VAC	UN	1	\$ 100,00	\$ 100,00
SWITCH DE COMUNICACIÓN ETHERNET	UN	1	\$ 30,00	\$ 30,00
ANTENA DE COMUNICACIÓN INALAMBRIKA (ACCESS POINT) + ACCESORIOS	UN	1	\$ 180,00	\$ 180,00
GESTOR DE EFICIENCIA ENERGETICA EDS-DELUXE	UN	1	\$ 1.050,00	\$ 1.050,00
CABLES APANTALLADO STP 2C#18 PARA COMUNICACIÓN Y CONTROL.	M	120	\$ 1,85	\$ 222,00
CABLE DE RED LAN UTP 4P#22 AWG CAT 5E	M	30	\$ 0,70	\$ 21,00
TUBERIA EMT 3/4 " X 3 M. Y ACCESORIOS	UN	10	\$ 10,00	\$ 100,00
MATERIALES TOMACORRIENTE 110V DESDE UPS EXISTENTE	GB	1	\$ 30,00	\$ 30,00
VARIOS MENORES Y CONSUMIBLES	GB	1	\$ 25,00	\$ 25,00
SUBTOTAL (3)				\$ 1.852,00
AREA EDIFICIO DE OFICINAS COLD CHAIN				
EQUIPOS Y MATERIALES				SUBT
BREAKER 1P - 3A; IC60N PARA RIEL DIN MARCA SCHNEIDER, ABB O SIMILAR	UN	1	\$ 14,00	\$ 14,00
TABLERO METALICO PARA SWITCH Y EDS-DELUXE	UN	1	\$ 80,00	\$ 80,00
ANTENA DE COMUNICACIÓN INALAMBRIKA (ACCESS POINT) + ACCESORIOS	UN	1	\$ 180,00	\$ 180,00
GESTOR DE EFICIENCIA ENERGETICA EDS-DELUXE	UN	1	\$ 1.050,00	\$ 1.050,00
SWITCH DE COMUNICACIÓN ETHERNET	UN	1	\$ 30,00	\$ 30,00
CABLES APANTALLADO STP 2C#18 PARA COMUNICACIÓN Y CONTROL.	M	80	\$ 1,85	\$ 148,00
CABLE DE RED LAN UTP 4P#22 AWG CAT 5E	M	50	\$ 0,70	\$ 35,00
TELERRUPTOR 1P - 16A SCHNEIDER, FINDER O SIMILAR (1F+1C)	UN	1	\$ 65,00	\$ 65,00
TUBERIA EMT 3/4 X3 M. Y ACCESORIOS	UN	8	\$ 10,00	\$ 80,00
MATERIALES TOMACORRIENTE 110V DESDE UPS EXISTENTE	GB	1	\$ 30,00	\$ 30,00
VARIOS MENORES Y CONSUMIBLES	GB	1	\$ 25,00	\$ 25,00
SUBTOTAL (4)				\$ 1.737,00
DESARROLLO DEL SOFTWARE DE MONITOREO Y CONTROL				
MANO DE OBRA				SUBT
DESARROLLO Y CONFIGURACION DE PANTALLAS EN CND-ICE	UN	1	\$ 140,00	\$ 140,00
DESARROLLO Y CONFIGURACION DE PANTALLAS EN SUB ESTACION ELECTRICA	UN	1	\$ 160,00	\$ 160,00
GASTOS DE MOVILIZACION Y VIATICOS PARA PRUEBAS EN CAMPO	UN	1	\$ 80,00	\$ 80,00
SUBTOTAL (5)				\$ 380,00
TOTAL GENERAL (1+2+3+4+5)				\$ 9.829,00

NOTA: LOS VALORES NO INCLUYEN EL IVA

REFERENCIAS

- Cervinor. (2017). *Cervinor*. Obtenido de <http://www.cervi.es/ES/8-faqs/348-que-es-un-cable-apantallado.html>
- Circutor*. (2015). Obtenido de <http://circutor.es/es/productos/medida-y-control/sistemas-de-control/gestor-energetico/serie-eds-detail>
- Circutor*. (2015). Obtenido de <http://circutor.es/es/productos/medida-y-control/analizadores-de-redes-fijos/analizadores-de-redes/serie-cvm-nrg96-detail#descripción>
- Circutor*. (12 de abril de 2016). Obtenido de <http://docs.circutor.com/docs/M98234401-01.pdf>
- CIRCUTOR S.A. (noviembre de 2013). *CIRCUTOR*. Recuperado el 29 de abril de 2017, de <http://docs.circutor.com/docs/M98232301-01.pdf>
- CIRCUTOR S.A. (26 de marzo de 2013). *CIRCUTOR*. Recuperado el 29 de abril de 2017, de http://docs.circutor.com/docs/Cat_50001_SP_LR.pdf
- CIRCUTOR S.A. (2015). *CIRCUTOR*. Recuperado el 29 de abril de 2017, de <http://circutor.es/en/products/measurement-and-control/energy-management-software/powerstudio-series-detail#documentation>
- Comdiel*. (2017). Obtenido de <https://www.comdiel.cl/cable-multifilar-blindado-de-2-conductores-18awg-305m.html>
- Fowler, R. J. (1994). *Electricidad Principios y Aplicaciones*. España: Reverté S.A.
- Google Inc. (9 de octubre de 2009). *Google*. Recuperado el 30 de julio de 2017, de Google Maps: <https://www.google.es/maps/place/Unilever+Andina+Ecuador,+E48,+Ecuador/@-2.0151724,-79.9601528,273a,35y,343.13h,67.41t/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x902d0f01787c0223:0xbb0d62c01ec5d868!8m2!3d-1.9940838!4d-79.9695647>
- National Instruments Corporation*. (2017). Obtenido de <http://www.ni.com/white-paper/11640/es/>

Penin, A. R. (2007). *Sistemas SCADA*. España: MARCOMBO, S.A.

Powerlogic. (junio de 2007). Obtenido de <http://www.powerlogic.com/literature/3020HO0701.pdf>

Schneider. (31 de Julio de 2017). *Schneider-electric*. Obtenido de <http://www.schneider-electric.com.ar/es/product-range/888-c60/>

SENSIRION AG. (07 de septiembre de 2016). *Sensirion.com*. Recuperado el 17 de septiembre de 2017, de <https://www.sensirion.com/kr/environmental-sensors/humidity-sensors/digital-humidity-sensors-for-accurate-measurements/>

Siemens. (Junio de 2010). Obtenido de https://cache.industry.siemens.com/dl/files/906/44880906/att_70367/v1/USM_II_MODBUS_AOM_OI_ES_es-ES.pdf

TP-LINK. (2017). Obtenido de http://www.tp-link.com/co/products/details/cat-4763_TL-SF1005D.html

Ubiquiti Colombia. (2017). Obtenido de <http://www.ubiquiticolombia.com/ubiquiti-nanostation-loco-m5/>

Ubiquiti Networks. (9 de noviembre de 2016). Obtenido de Wireless networking products for broadband and enterprise: https://dl.ubnt.com/guides/NanoStation_M/NanoStation_M_Loco_M_QSG.pdf

ANEXOS

ANEXOS

Anexo 1. Diseño y montaje de los tableros y equipos en áreas implicadas



Figura A 1 Desarrollo de tableros en los sitios implicados.



Figura A 2 Conexión de equipos de monitoreo y control



Figura A 3 Sistema de recirculación de aire forzado para cuarto de secado de chompas

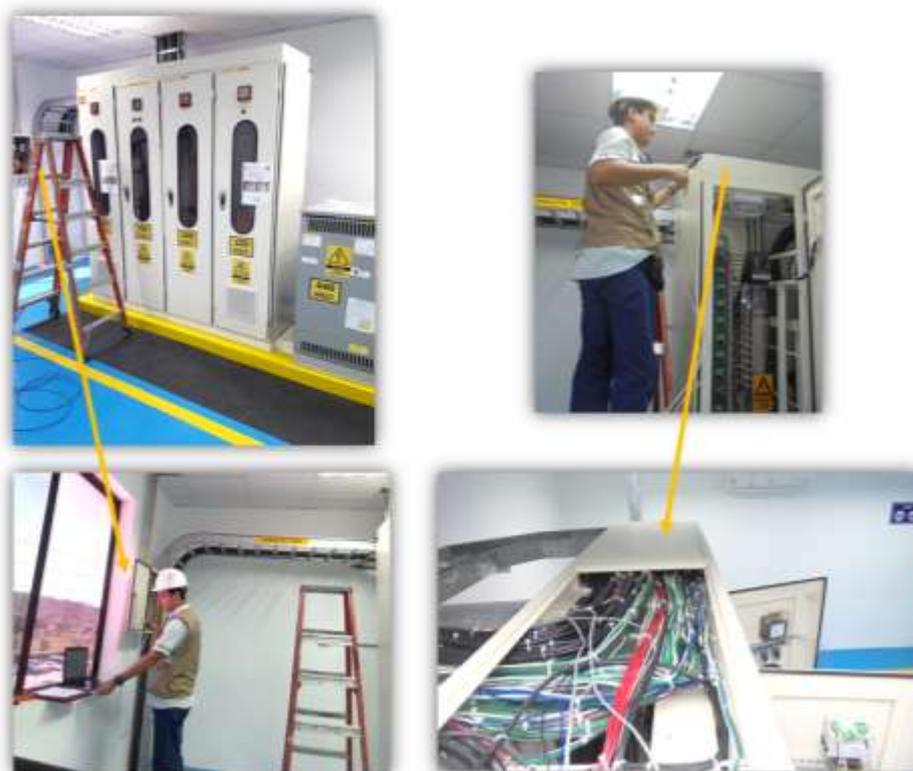


Figura A 4 Cableado de analizadores de redes en cuarto eléctrico de Área CND-ICE



Figura A 5 Instalación de sonda de temperatura en cuarto de secado de chompas

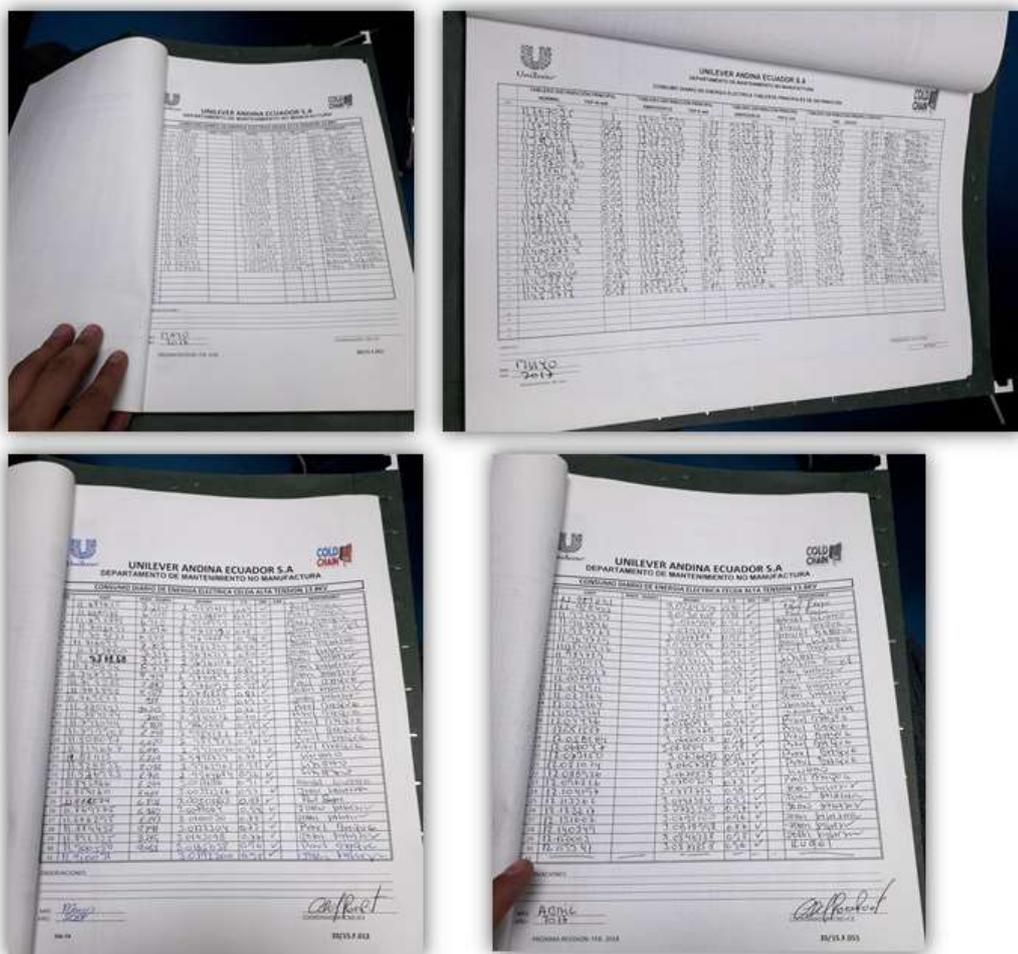


Figura A 6 Antiguas anotaciones a mano de lecturas de analizadores de redes de los operadores

Anexo 2. Ficha Técnica de Gestor Energético: EDS-Deluxe (Circuitor)

Sistemas de Control



EDS

Efficiency Data Server



Descripción

Gestor energético dotado de **PowerStudio Embedded** con servidor web y XML integrado, que facilita al usuario la consulta de cualquier variable eléctrica al permitir conectar equipos de medida a su bus RS-485, sin necesidad de instalar software alguno. Gracias a su bus de expansión RS-485, el usuario tiene la posibilidad de visualizar cualquier variable procedente de los equipos conectados a ésta, pudiendo visualizar incluso la información en tiempo real, en formato de tabla o incluso de gráfico (Data logger). Dispone de 8 entradas digitales libres de tensión y 6 salidas digitales por relé programable.

Otras características son:

- Parametrización y gestión de eventos automáticos
- Sistema de registro de alarmas y gestión de eventos del sistema
- Alarmas mediante correo-e
- Puerto RS-485 para conectar hasta 5 equipos **CIRCUITOR**
- Conexión Ethernet
- Centralización de alarmas mediante detección de estados lógicos o centralización de consumos por impulsos.

Características técnicas

Circuito de alimentación	Tensión de alimentación	80 ... 254 V _{AC} / 100 ... 374 V _{AC}
	Frecuencia	47 ... 63 Hz
	Consumo Máximo	5 ... 8 VA
Características de Salida	Tipo	Relé
	Número	6 Salidas
	Potencia máxima maniobra	740 VA
	Tensión máxima maniobra	250 V _{AC}
	Corriente máx. conmutación	3 A con carga resistiva
	Vida eléctrica (200 V _{AC} / 3 A)	2 x 10 ⁷ maniobras
	Vida mecánica	2 x 10 ⁷ maniobras
Características de entrada	Tipo	Libre de tensión optimizada
	Número	8 entradas
	Corriente máx. activación	60 mA
	Aislamiento	1500 V
Display	LCD Retroiluminado	Configurable
Características constructivas	Material caja	Autofluorescente UL94 V0 plástico
	Grado de protección	IP 31
	Dimensiones (mm)	105 x 70 x 90 mm (8 módulos)
	Peso	280 g
Condiciones ambientales	Temperatura de trabajo	-10 °C ... 60 °C
	Humedad (sin condensación)	5 ... 95% (sin condensación)
	Altitud máxima	2000 m
Interfaz de red	Tipo	Ethernet 10BaseT/F
	Conector	RJ-45
	Protocolos de red	HTTP / Modbus/RTU
	Conector	RS-485
Servidor	Servidor Web y XML Integrados	
Memoria	Tipo	Interna
	Tamaño	256 MB
Interfaz serie	Tipo	RS-485 (max. 1600 A/B/S)
	Velocidad de transmisión	4800, 9600, 19.200, 54.800, 57.600, 115.200 bps
	Bits de datos	8
	Paridad	Sin paridad, par, impar
	Bit de Stop	1 / 2
Seguridad	Diseñado para instalaciones CAT II: 300/500 V _{AC} , según EN 61010. Protección frente al choque eléctrico por doble aislamiento clase II.	
Normas	IEC 60664, VDE 0110, UL 94, EN 61010-1, EN 55011, EN 61000-4-3, EN 61000-4-11, EN 61000-6-4, EN 61000-6-2, EN 61000-6-1, EN 61000-6-3, EN 61000-4-5	

Figura A 7 Ficha técnica EDS-Deluxe. Parte 1 de 2 (Circuitor, 2015)

EDS

Efficiency Data Server

Aplicaciones

- **Aplicación doméstica:** con EDS es posible controlar los consumos parciales de cada una de las cargas de una instalación doméstica.
 - Control del consumo doméstico
 - Contraste de consumo con el de la empresa comercializadora de energía
 - Racionalización del consumo de los hogares

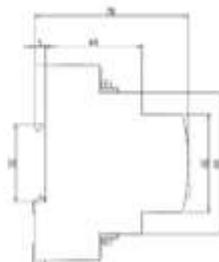
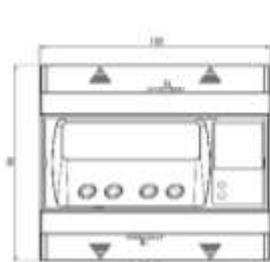
- **Aplicación PyME / Industrial:** EDS permite controlar los consumos parciales de las diferentes cargas monofásicas y trifásicas en horarios productivos y no productivos.
 - Controle los consumos de su instalación 24 h / 365 días y localice sus consumos residuales en horarios no productivos
 - Contraste el nivel de potencia contratada de la instalación
 - Supervise el nivel de armónicos y carga reactiva de la instalación
 - Alarmas por sobre consumo o incidencias de su red eléctrica
 - Sin necesidad de ordenador
 - Posibilidad de conexión cuando se precise, el sistema actúa automáticamente
 - Permite conocer el valor de la factura antes de recibirla.

- **Aplicación multipunto:** En una distribución de cargas (o instalaciones remotas) EDS permite el control de consumos individuales de cada una de las instalaciones y centralizarlas en una única.
 - Control del consumo de los emplazamientos remotos de forma eficiente, fácil y sencilla
 - Informes de energía por zonas o emplazamientos de consumo
 - Alarmas remotas por sobre consumos o incidencias en la red
 - Posibilidad de comparar consumos de cada emplazamiento.

Referencias

Descripción	Comunicaciones	Ethernet	Internet	Entradas digitales	Salidas digitales	Tipo	Código
Telegestor energético con tecnología PowerStudio Embedded	RS-485 Modbus/RTU	SI	Servidor web y XML integrado	8 (línea de tensión)	6 por relé	EDS	M61010
Telegestor energético con tecnología PowerStudio Embedded con driver modbus genérico para comunicar con otros equipos de CIRCUTOR	RS-485 Modbus/RTU	SI	Servidor web y XML integrado	8 (línea de tensión)	6 por relé	EDS Deluxe	M61020

Dimensiones



Conexiones

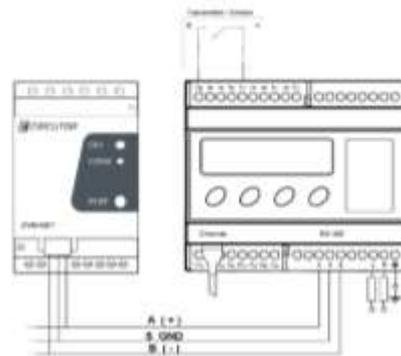


Figura A 8 Ficha técnica EDS-Deluxe. Parte 2 de 2 (Circutor, 2015)

Anexo 3. Ficha Técnica de Antenas de Access-Point (Ubiquiti)

locoM5	
Dimensions	161 x 33 x 88 mm (6.31 x 1.22 x 3.15")
Weight	190 g (6.70 oz)
Power Supply (PoE)	24V 0.5A
Max. Power Consumption	5.5W
Power Method	Passive PoE (Ports 4, 5); 7, 8 Return
Operating Frequency	Worldwide
	USA
	USA DFS
	3170-5873 MHz
	5723-5833 MHz
	5250-5850 MHz
Gain	13 dBi
Networking Interface	(1) 10/100 Ethernet Port
Processor Specs	ARM926T 74MHz, 500 MHz
Memory	64 MB DRAM, 8 MB Flash
Frequency	5 GHz
Cross-poll Isolation	20 dB Minimum
Max. VSWR	1.4:1
Beamwidth	45° (H-Plane) / 45° (V-Plane) / 45° (Elevation)
Polarization	Dual Linear
Enclosure	Outdoor UV Stabilized Plastic
Mounting	Pole-Mount (90° Included)
Operating Temperature	-30 to 70° C (-22 to 167° F)
Operating Humidity	5 to 93% Noncondensing
Wireless Approvals	FCC Part 15.247, IC R5210, CE
RoHS Compliance	Yes
Shock & Vibration	ETX300-019-1.4

Output Power: 23 dBm							
5 GHz TX Power Specifications				5 GHz RX Power Specifications			
Modulation	Data Rate/MCS	Avg. TX	Tolerance	Modulation	Data Rate/MCS	Sensitivity	Tolerance
11a	6-24 Mbps	23 dBm	± 2 dB	11a	6-24 Mbps	-83 dBm	± 2 dB
	36 Mbps	21 dBm	± 2 dB		36 Mbps	-80 dBm	± 2 dB
	48 Mbps	19 dBm	± 2 dB		48 Mbps	-77 dBm	± 2 dB
	54 Mbps	18 dBm	± 2 dB		54 Mbps	-75 dBm	± 2 dB
11n/airMAX	MCS0	23 dBm	± 2 dB	11n/airMAX	MCS0	-96 dBm	± 2 dB
	MCS1	23 dBm	± 2 dB		MCS1	-95 dBm	± 2 dB
	MCS2	23 dBm	± 2 dB		MCS2	-92 dBm	± 2 dB
	MCS3	23 dBm	± 2 dB		MCS3	-90 dBm	± 2 dB
	MCS4	22 dBm	± 2 dB		MCS4	-88 dBm	± 2 dB
	MCS5	20 dBm	± 2 dB		MCS5	-83 dBm	± 2 dB
	MCS6	18 dBm	± 2 dB		MCS6	-77 dBm	± 2 dB
	MCS7	17 dBm	± 2 dB		MCS7	-74 dBm	± 2 dB
	MCS8	23 dBm	± 2 dB		MCS8	-95 dBm	± 2 dB
	MCS9	23 dBm	± 2 dB		MCS9	-93 dBm	± 2 dB
	MCS10	23 dBm	± 2 dB		MCS10	-90 dBm	± 2 dB
	MCS11	23 dBm	± 2 dB		MCS11	-87 dBm	± 2 dB
	MCS12	22 dBm	± 2 dB		MCS12	-84 dBm	± 2 dB
	MCS13	20 dBm	± 2 dB		MCS13	-79 dBm	± 2 dB
	MCS14	18 dBm	± 2 dB		MCS14	-78 dBm	± 2 dB
MCS15	17 dBm	± 2 dB	MCS15	-75 dBm	± 2 dB		

Figura A 9 Ficha técnica Antena de Access Point. Parte 1 de 2 (Ubiquiti Networks, 2016)

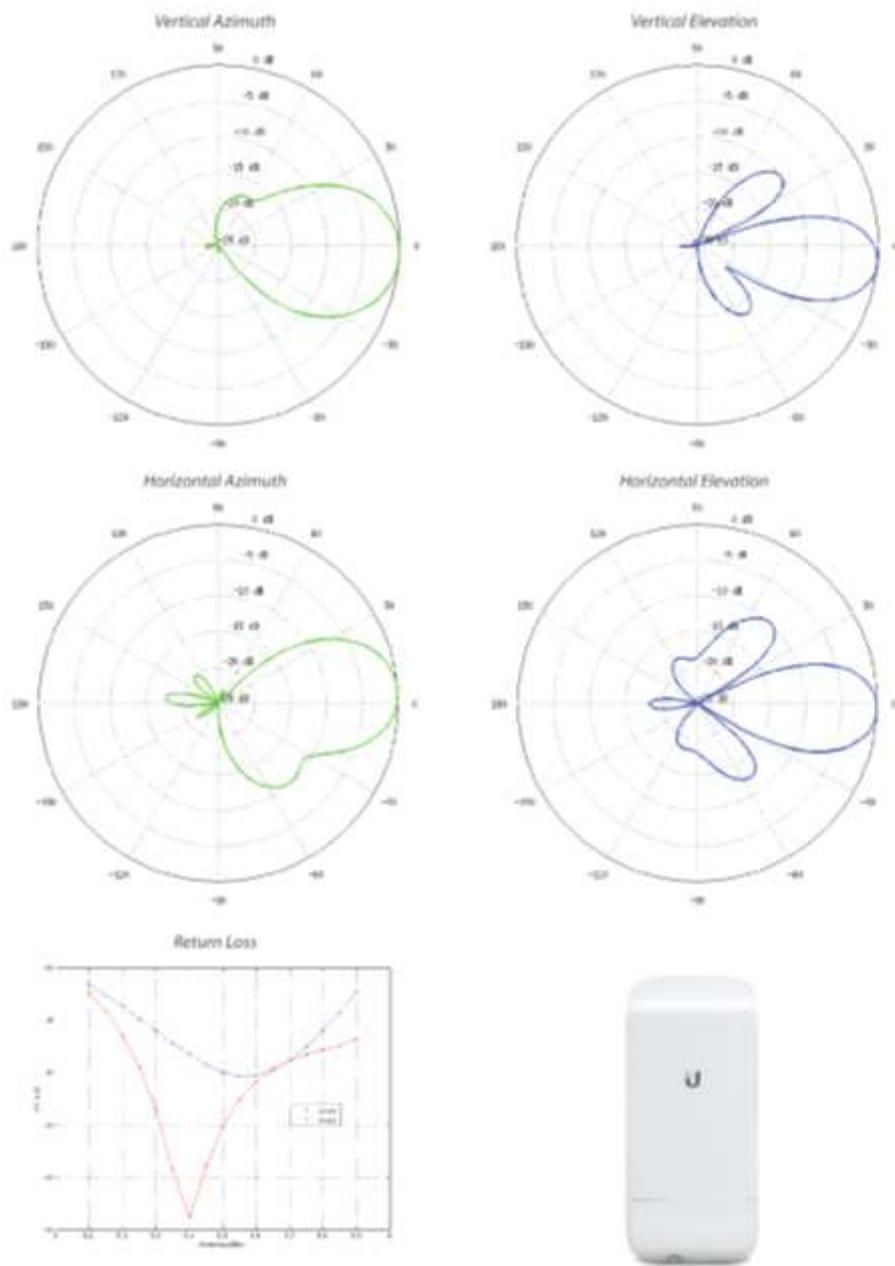


Figura A 10 Ficha técnica de Antena de Access Point. Parte 2 de 2 (Ubiquiti Networks, 2016)

Anexo 4. Ficha Técnica de Analizador CVMk2 (Circutor)

CVM k2

Analizador de redes eléctricas trifásicas (equilibradas y desequilibradas) para panel o carril DIN

Descripción

Analizador de redes eléctricas trifásicas (equilibradas y desequilibradas) para montaje en panel o carril DIN, con display gráfico, que mide en 4 cuadrantes.

Otras características son:

- Clase 0,2 ó 0,5 en potencia y energía
- Medición de eventos de calidad de suministro Clase B (asegurando la alimentación del equipo mediante SAI, batería, etc.)
- Medición de corriente $\dots/5$ ó $\dots/1$ A
- Medición de corriente de neutro mediante transformador
- Posibilidad de tarificación en energía consumida y generada (hasta 9 tarifas)
- Comunicación RS-485 Modbus/RTU
- Posibilidad de expansión (hasta 3 módulos)
- Pantalla gráfica VGA retroiluminada.
- Muestra parámetros eléctricos instantáneos, máximos y mínimos con fecha y hora
- Contador de energía consumida y generada hasta 100 GWh
- Alimentación universal de serie
- Con tecnología ITF: protección de aislamiento galvánica

Aplicación

- Aplicación de control en cuadros generales de distribución y acometidas de baja, media y alta tensión
- Central de alarmas mediante las entradas digitales libres de tensión
- Central de submetering: contador de impulsos de otros consumos como gas, agua, vapor, etc. mediante sus entradas digitales
- Convertidor de medida: posibilidad de asociar un parámetro instantáneo a una de las salidas analógicas disponibles (0...20 mA / 4...20 mA)
- Equipo registrador de los parámetros instantáneos, máximos y mínimos, con fecha y hora, mediante la tarjeta expansible de memoria
- Analizador de calidad: Descomposición armónica hasta el orden 50^a, asimetrías, flicker, desequilibrios, sobretensiones, huecos, interrupciones, etc



Características

Circuitos de alimentación	85...265 V c.a. / 90...300 V c.c.
Frecuencia alimentación c.a.	50...60 Hz
Consumo alimentación c.a.	30 VA
Consumo alimentación c.c.	< 25 W
Circuito de medida	
Tensión nominal	300/500 V f _n / V f f ó 500/866 V f _n / V f f
Frecuencia	45...65 Hz
Margen de medida	5...120 % de la U _i para U _i = 300 V c.a. (f _n) 5...120 % de la U _i para U _i = 500 V c.a. (f _n)
Tensión máxima de medida	360 V c.a.
Sobretensión admisible	750 V c.a.
Consumo máximo (corriente limitada)	< 0,6 VA
Circuito de medida de corriente	
Corriente nominal	$\dots/5$ A ó $\dots/1$ A
Margen de medida	1...120 % de I _n para I _n = 5 A
Corriente primaria medida	Programable < 30 000 A
Sobrecarga admisible	6 A permanente, 100 A t < 1 s
Consumo	< 0,45 VA
Valor máximo contador	100 GWh
Clase precisión	0,2 ó 0,5 en potencia y energía
Condiciones ambientales	
Temperatura de uso	-10...+50 °C
Humedad relativa	5...95%
Altitud	2000 m
Características constructivas	
Módulo de medida	Montaje en carril DIN 46277 (EN 50022)
Módulo de pantalla ó pantalla + medida	Montaje en panel (96 x 96 mm, 144 x 144 mm) ó agujero de diámetro de 103 mm
Dimensiones externas	144 x 144 x 115 mm
Seguridad	
Diseñado para instalaciones CAT III 300/520 V c.a. según EN 61010. Protección frente al choque eléctrico por doble aislamiento clase II	
Normas	
IEC 61000-4-2, IEC 61000-4-3, IEC 61000-4-11, IEC 61000-4-4, IEC 61000-4-5	

Figura A 11 Ficha técnica Analizador CVMk2 (Circutor). Parte 1 de 2 (CIRCUTOR S.A., 2013)

CVM k2

Analizador de redes eléctricas trifásicas (equilibradas y desequilibradas) para panel o carril DIN



Referencias

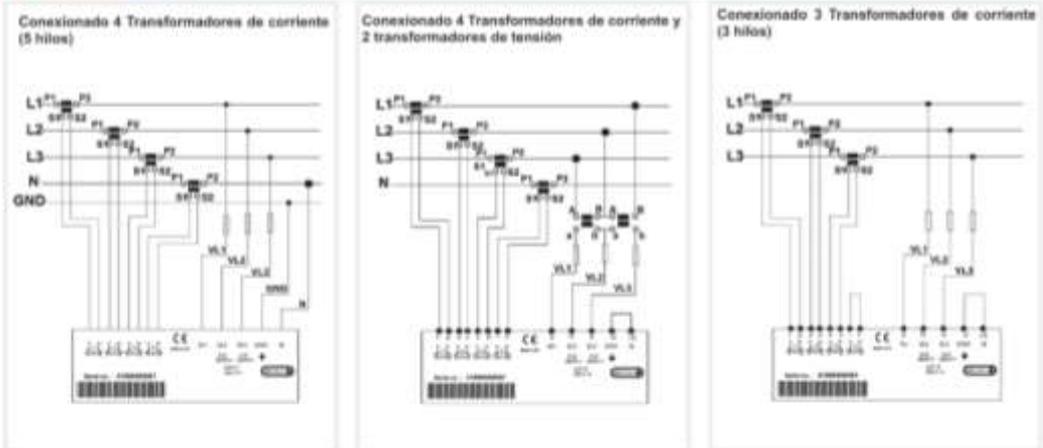
Equipos compactos (módulo de medida + display)

Cuadrantes	Clase	Comunicaciones Protocolo MODBUS / RTU	Corriente de neutro	Alimentación universal	Tipo	Código
4	0,5	RS-485	Si	Si	CVMk2-ITF-405	M54400
4	0,2	RS-485	Si	Si	CVMk2-ITF-402	M54402

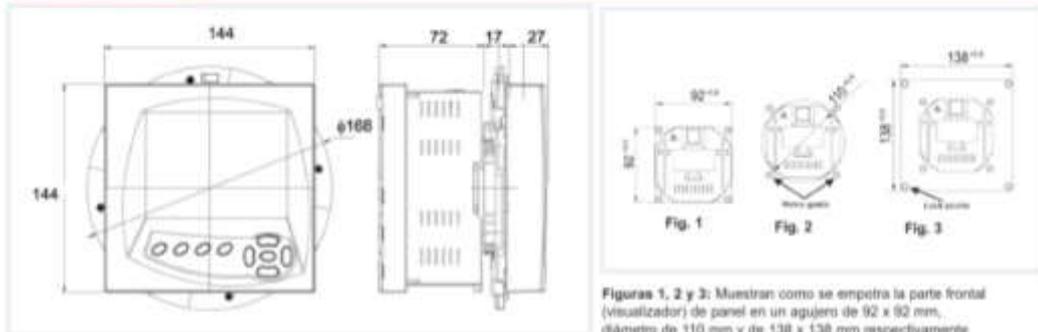
Equipos de medida (módulo de medida)

Cuadrantes	Clase	Comunicaciones Protocolo MODBUS / RTU	Corriente de neutro	Alimentación universal	Tipo	Código
4	0,5	RS-485	Si	Si	M-CVMk2-ITF-405	M54410
4	0,2	RS-485	Si	Si	M-CVMk2-ITF-402	M54412

Conexiones



Dimensiones



Figuras 1, 2 y 3: Muestran como se empotra la parte frontal (visualizador) de panel en un agujero de 92 x 92 mm, diámetro de 110 mm y de 138 x 138 mm respectivamente

Figura A 12 Ficha técnica Analizador CVMk2 (Circuitor). Parte 2 de 2 (CIRCUTOR S.A., 2013)

Anexo 5. Ficha Técnica de Analizador CVM-NRG96 (Circutor)

CVM NRG 96

Analizador de redes eléctricas trifásicas (equilibradas y desequilibradas) para panel



Descripción

Analizador de redes eléctricas trifásicas (equilibradas y desequilibradas) para montaje en panel, con profundidad mínima, que mide en 4 cuadrantes.

Otras características son:

- Clase 1 en energía
- Medición de corriente .../5
- Comunicación RS-485 Modbus/RTU, según tipo
- Muestra parámetros eléctricos instantáneos, máximos y mínimos
- Salida digital con transistor optoacoplado
- Tecnología ITF: protección de aislamiento galvánica, según tipo
- Función maxímetro (A / A III / kW III / kV A III)
- Selección de página por defecto
- Alimentación universal AC y DC opcional

Aplicación

- Aplicación de control en cuadros de distribución y acometidas de baja y media tensión
- Control de alarma, totalmente programable la variable a controlar, el valor máximo, el valor mínimo y el retardo
- Control de la energía activa o reactiva mediante salida de impulsos
- Captura de datos instantáneos, máximos y mínimos de los parámetros eléctricos medidos

Características

Circuito de alimentación	Versión c.c.	Versión plus: c.a. y c.c.
	24 V c.c. (-15...+10%)	85...265 V c.a. / 95...300 V c.c.
Frecuencia alimentación c.a.	-	50...60 Hz (tipo c.a.)
Consumo máximo (equipo con comunicaciones)	2,2 W	2 VA
Consumo alimentación c.c. (equipo sin comunicaciones)	1,8 W	2 VA
Circuito de medida		
Tensión nominal	300 V c.a. (5+)	520 V c.a. (5+)
Frecuencia	45...65 Hz	
Corriente nominal	1.../5 A	
Consumo circuito corriente	0,75 VA	
Sobrecarga permanente	1,1 I _n	
Clase precisión		
Tensión	0,5 % ± 2 dígitos	
Corriente	0,5 % ± 2 dígitos	
Potencia	1 % ± 2 dígitos	
Condiciones ambientales		
Temperatura de uso	-10...+50 °C	
Humedad relativa	5...95%	
Transistor de salida		
Tensión máxima de maniobra	24 V c.c.	
Corriente máxima de maniobra	50 mA	
Frecuencia máxima de impulsos	5 imp/s	
Duración del impulso	100 ms	
Características constructivas		
Tipo de caja	Plástico VO autoextinguible	
Grado protección	Equipo montado (frontal): IP 31	
Dimensiones	Equipo sin montar (laterales y tapa posterior): IP 31	
	96 x 96 x 63 mm	
Seguridad		
Diseñado para instalaciones CAT III 300/520 V c.a. según EN 61010. Protección frente al choque eléctrico por doble aislamiento clase II		
Normas		
IEC 664, VDE 9119, UL 94, IEC 601, IEC 348, IEC 571-1, EN 61000-6-3, EN 61000-6-1, EN 61010-1		

Figura A 13 Ficha técnica Analizador CVM-NRG96 (Circutor). Parte 1 de 2 (CIRCUTOR S.A., 2013)

CVM NRG 96

Analizador de redes eléctricas trifásicas (equilibradas y desequilibradas) para panel



Referencias

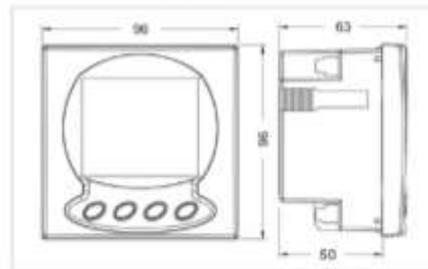
Cuadrantes	Clase (U, I)	Comunicaciones Protocolo MODBUS / RTU	Salida digital	Alimentación universal	Armónicos	Tipo	Código
4	0,5	-	-	Si	-	CVM-NRG 96	M51800
4	0,5	-	-	Si	-	CVM-NRG 96-ITF	M51900
4	0,5	RS-485	1	Si	-	CVM-NRG 96-ITF, RS485 C	M51911
4	0,5	RS-485	1	Si	U y I (10°)	CVM-NRG 96-ITF-HAR, RS485 C	M51911
Serie CVM NRG96-MC, Sistemas de medida Eficiente							
4	0,5	-	-	Si	-	CVM NRG96-MC-ITF	M51J00
4	0,5	RS-485	1	Si	-	CVM NRG96-MC-ITF-RS485-C2	M51J11
TRANSFORMADORES EFICIENTES instalaciones MC1 y edificios MC2, Serie MC *							
A máx.	Rango	Clase 0,5 Potencia	Medida	Dámetro interior		Tipo	Código
43	-	0,1 VA	3 fases	7,1 mm		MC3-43	M73121
125	-	0,1 VA	3 fases	14,6 mm		MC3-125	M73122
250	-	0,25 VA	1 fase	26 mm		MC3-250	M73123
250	150/200/250	0,25 VA	1 fase	20 mm		MC1-20-150/200/250	M73113
500	250/400/500	0,25 VA	1 fase	30 mm		MC1-30-250/400/500	M73114
1500	500/1000/1500	0,25 VA	1 fase	55 mm		MC1-55-500/1000/1500	M73115

* Mas información sobre transformadores eficientes consulte M7

Tabla de codificación

M	5	X	X	X	X	0	0	X	
Código						Código interno			
Tensión alimentación (TA)	Estándar 230 V.c.a.						0		
	85...265 V.c.a.							A	
	95...300 V.c.c.								
	24...120 V.c.c.								S

Dimensiones



Conexiones

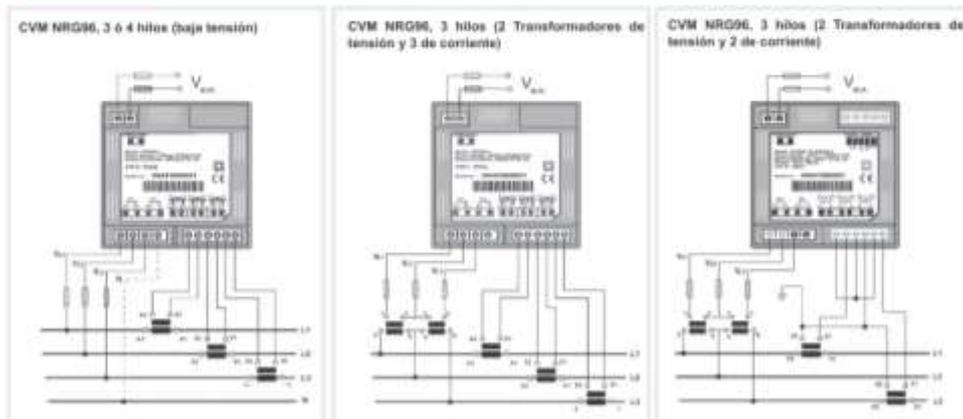


Figura A 14 Ficha técnica Analizador CVM-NRG96 (Circutor). Parte 2 de 2 (CIRCUTOR S.A., 2013)

Anexo 6. Ficha Técnica de Analizador CVM-B100 (Circutor)



Analizadores de redes CVM

CVM-B100 CVM-B150

Analizadores de redes para panel



Descripción

- Analizador de redes de altas prestaciones para montaje en panel, versátil y expandible con medida en 4 cuadrantes (Consumo y Generación). Adecuado para instalaciones de Alta y Baja tensión ya que permite altas relaciones de transformación en tensión y corriente autoescalable.

Características:

- Formato 96x96 (CVM B100) y 144x144 (CVM B150)
- Pantalla VGA con gran resolución y color
- Protección frontal IP65
- 5 Entradas de tensión (3 fases + Neutro + Tierra)
- 4 Entradas de corriente ITF
- Precisión en Tensión, Corriente Clase 0.2
- Precisión en Energías Clase 0.55
- Equipo expandible de hasta 4 módulos combinando entradas, salidas digitales, analógicas, Mbus/TCP, XML
- Modular (posibilidad de insertar módulos de expansión)
- Botones de desplazamientos táctiles
- Fuente de alimentación universal
- Punto de comunicaciones RS485 (protocolo MODBUS/RTU y BACnet)
- Personalización de los parámetros a mostrar

Otras características:

- Innovador interfaz SCV (Slide, Choose & View) de presentación de datos versátil que permite la personalización de los parámetros a mostrar por pantalla
- Parámetros eléctricos instantáneos, máximos, mínimos, demanda
- Parámetros eléctricos incrementales (energías), horas, costes, emisiones
- 3 Tarifas (seleccionables por entrada digital o por comunicaciones RS485)
- Capaz de mostrar costes y emisores de KgCO₂, por pantalla según la energía consumida o generada
- 2 Salidas a relé para alarmas con retardo, tiempos, ON y OFF, etc.
- 2 Salidas a transistor para alarmas o generación de impulsos con todos los posibles parámetros de configuración
- 2 Entradas digitales con posibilidad de control sobre la selección de tarifas del equipo o configurables para monitorización, mediante comunicaciones RS-485 Modbus, de estados lógicos de otros equipos electro mecánicos. (Interruptores diferenciales, Magneto térmicos, etc)



Figura A 15 Ficha técnica Analizador CVM-B100 (Circutor). Parte 1 de 2

CVM-B100 CVM-B150

Analizadores de redes para panel

Aplicaciones

- Control y monitorización de todos los parámetros eléctricos medidos en cuadros eléctricos de distribución y acometidas de baja y alta tensión.
- 4 alarmas (2 por transistor y 2 por relé) totalmente programables de forma independiente según un valor bajo, alto, histéresis, retardos a conexión/desconexión, estado de reposo normalmente abierto o cerrado y enclavamiento.
- Generación de impulsos mediante salidas a transistor, totalmente configurables de forma independiente sobre cualquier parámetro incremental (energías, costes, kgCO₂, horas tanto por contador total o como por tarifa)
- Convertidor a señales analógicas de cualquier parámetro instantáneo que el equipo mide o calcula, incorporando módulos de expansión con salidas analógicas.
- Visualizador de señales de proceso incorporando módulo de expansión de entradas analógicas, con posibilidad de reportarlas a sistemas SCADA mediante comunicaciones
- Control de maniobras de cargas eléctricas o señales de alarma por programación de las salidas de transistor o relé integradas o añadidas mediante módulos de expansión.
- Datalogger autónomo con servidor WEB mediante conexión a un equipo EDS. Permite la monitorización directa de datos históricos almacenados en la unidad mediante un navegador WEB convencional.

Características técnicas

Circuito de alimentación	100...230 V.c.a. \pm 20% / 100...260 V.c.c. \pm 15%	
	Frecuencia c.a.	45...65 Hz
	Consumo c.a.	mín. 4 VA / máx. VA (25 VA con todas las opciones de expansión)
	Consumo c.c.	mín. 4 VA / máx. VA (25 W con todas las opciones de expansión)
Circuito de medida de tensión	Rango de tensión	12,7 V...400/600 V F ₀ / F ₄
	Frecuencia	40 / 70 Hz (360...440 Hz)
	Margen de medida	2,54 %...120% de la U _n para U _m =500V c.a. (0-n)
	Sobretensión admisible	750 V c.a.
	Consumo máximo (corriente limitada)	<0,1 VA
Circuito de medida de corriente	Canales medida de corriente	4 (3 fases +1 Neutral)
	Corriente de entrada	...25A ó ...1A ...7250mA (M.C. ITT)
	Corriente mínima en clase	250 mA
	Corriente de arranque	10 mA
	Margen de medida	0,010...8,46 A
	Sobrecarga admisible	10A permanente, 100 A 1 s (t)
Consumo	<0,15 VA	
Relaciones máximas de transformación	Primario V: 6.000.000 (base neutro)	
	Primario A: 50.000	
	Producto Primario V x Primario A: 300.000.000.000	
Valor máximo contador (total)	Si (Primario A / Secundario A) <1000 (2 GW)	
	Si (Primario A / Secundario A) >=1000 (2 TW)	
Clase precisión	Tensión	0,2%
	Corriente	0,2%
	Corriente de Neutral	0,5%
	Potencia	0,5% \pm 1 dígito
	Energía activa	clase 0,5 S
	Energía reactiva	clase 0,2
Visualización de gráficos	Tensión*	hasta 50
	Corriente	hasta 50

Figura A 16 Ficha técnica Analizador CVM-B100 (Circutor). Parte 2 de 2

Anexo 7. Ficha Técnica de Analizador CVM-C10 (Circutor)



Analizadores de redes CVM

CVM-C10

Analizador de redes para panel



Descripción

El **CVM-C10** es un analizador de redes para panel en 96x96 mm con registro de energías compacto y con medida en 4 cuadrantes (Consumo y Generación). Adecuado para instalaciones de Media y Baja Tensión, tanto en circuitos trifásicos a 3 o 4 hilos, 2 fases con o sin neutro, conexiones ARON o sistemas monofásicos.

Características de visualización e interfaz:

- Visualización rápida y simple usando un solo botón
- Teclado capacitivo de tres teclas
- Pantalla LCD retro-iluminada de alto contraste

Otras características:

- Comunicaciones de serie RS-485 Modbus
- 2 salidas a transistor configurables para impulsos o alarmas
- 2 salidas a relé configurables como alarmas
- 2 entradas digitales para selección de tres tarifas o detección de estados lógicos
- Permite selección de tarifas mediante comunicaciones
- Precisión Clase 0.5 en tensión y corriente, 0.5 en Potencia y Energía

Aplicaciones

- Medida en instalaciones de Media y Baja Tensión
- Medida en circuitos trifásicos (3 o 4 hilos), bifásicos (con o sin neutro), monofásicos y ARON

Características técnicas

Circuito de alimentación	Tensión alimentación	85...265 Vc.a. / 95...300 Vc.c.
Circuito de medida	Tensión	300 Vc.a. 1-f / 620 Vc.a. 1-f
	Frecuencia	50...60 Hz
	Corriente	ITF ... /5 A y /1 A MC ... /250 mA
	ADC	64 muestras/muestra FFT - 254 muestras
	Clase precisión	V, I, kW
	Energías	1% (sin transformador)
Comunicaciones	Protocolo	RS-485 Modbus/RTU (A+) & B(-)
	Velocidad	9600, 19200, 38400
	Bit, paridad, stop	8, n, 1
Salidas	2 salidas digitales	Intertarifa SO Configurable hasta 1000 impulsos 2 Transistores NPN 24 Vc.a. max. 50 mA. 5 Impul. Max. For/Off configurable
	2 salidas a relé	Max / Min / NoVNC / Histéresis / Encendido 250 Vc.a., 6 A
Entradas	2 entradas digitales	Selección de tarifa o alarmas externas NPN, optoacopladas
Características constructivas	Envolvente	Plástico VO autoextinguible
	Grado protección	Equipo empotrado: IP31 Borneo: IP 20
	Dimensiones	96 x 96 x 60,9 mm
Condiciones ambientales	Temperatura de uso	-10...+50 °C
	Humedad relativa	5...95%
	Altitud máxima	2000 m
Seguridad	Clase III según EN 61010 Protección frente a choque eléctrico por doble aislamiento Clase II	
Normas	IEC 61000 IEC 61000-4-3, IEC 610004-11, IEC 61000-4-4, IEC 61000-6, Medida según MID, de acuerdo con UL	

Figura A 17 Ficha técnica Analizador CVM-C10 (Circutor). Parte 1 de 2 (CIRCUTOR S.A., 2015)

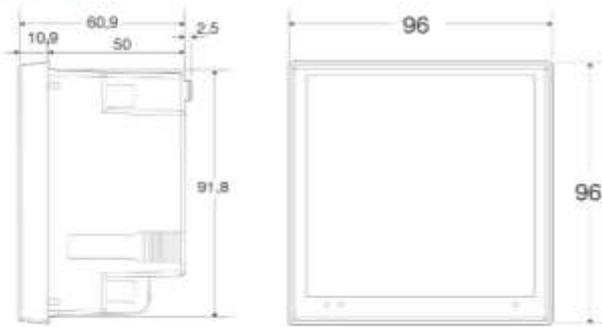
CVM-C10

Analizador de redes para panel

Referencias

Canales de medida de corriente	Entrada de corriente	Tipo	Código
3	/5 ó /1 A	CVM-C10-ITF-485-ICT2	M55911
3	/250 mA	CVM-C10-MC-485-ICT2	M55921
4	/5 ó /1 A	CVM-C10-ITF-IN-485-IC2	M55942

Dimensiones



Conexiones

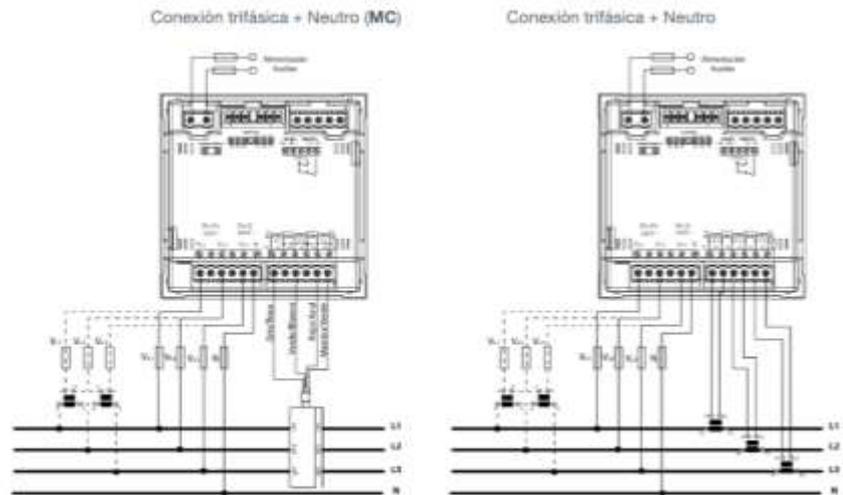


Figura A 18 Ficha técnica Analizador CVM-C10. Parte 2 de 2 (CIRCUTOR S.A., 2015)

Anexo 8. Ficha Técnica de Analizador PM800 (Schneider)

Referencias

Power Logic

centrales de medida serie PM800



Referencia	
PM810 con pantalla integrada	PM810MG
PM820 con pantalla integrada	PM820MG
PM850 con pantalla integrada	PM850MG
PM870 con pantalla integrada	PM870MG
Opciones y accesorios	
PM810 sin pantalla	PM810UMG
PM820 sin pantalla	PM820UMG
PM850 sin pantalla	PM850UMG
PM870 sin pantalla	PM870UMG
Adaptador pantalla remota	PM8ROA
2 salidas de relé,	PM8M2R
6 entradas digitales	PM8M2222
2 salidas de relé,	
2 entradas digitales,	PM810LOG
2 entradas analógicas	
Módulo para PM810:	PM810LOG
memoria de 80 Kb,	
reloj no volátil y armónicos	PM8ECC
Módulo Ethernet	

aplicaciones

Instrumentación de panel, supervisión de circuitos.
Remarcado y asignación de costos.
Comprobación de consumos.
Supervisión remota de una instalación eléctrica.
Supervisión básica de calidad de la energía.
Optimización del contrato y curvas de carga.

características

Visualizador retroiluminado amplio y de fácil lectura

La serie PM800 incorpora una pantalla antirreflejos, resistente a las rayaduras y de fácil lectura incluso en condiciones de iluminación extrema.

Visualización de múltiples parámetros simultáneamente

Supervisa simultáneamente intensidad, tensión, potencia y energía en una sola vista.

Navegación intuitiva en pantalla

Con sus menús autoguiados, la serie PM800 es de uso sencillo y requiere una formación mínima.

Alta precisión en 4 cuadrantes

Cumplimiento IEC 62053-22 clase 0,5S para la precisión de medida de la energía activa.

Mayor potencia de procesamiento - 128 muestras/ciclo, permitiendo una adquisición de datos sin puntos ciegos.

Curvas de tendencia y predicciones a corto plazo (sólo PM850, PM870)

Cálculo rápido de tendencias y predicciones de valores futuros para una mejor toma de decisiones.

Extensa memoria interna (PM820, PM850 y PM870)

Mantiene múltiples registros internos preconfigurados con información crítica, incluyendo registros de consumo, personalización de alarmas y mantenimiento.

Modular y expansible

Las prestaciones de la serie PM800 pueden ser ampliadas mediante los módulos de E/S y la pantalla remota. Una sola central puede incorporar varios módulos para aumentar sus capacidades cuando sea necesario. Se le pueden añadir hasta 4 salidas de relé, 12 entradas digitales y 4 E/S analógicas, además del módulo PM810LOG para la PM810 o la pantalla para la PM800 que se haya adquirido sin ella.

Comunicación

La central PM800 incorpora de serie un puerto de comunicación RS 485, 1 entrada digital, 1 salida de impulsos, cálculo del THD y configuración y registro de alarmas en la unidad base. Además de estas utilidades, las centrales PM820, PM850 y PM870 permiten el registro personalizable de parámetros en su memoria y el espectro de armónicos en tensión e intensidad. Asimismo, la central PM850 y PM870 proporcionan capturas de forma de onda.

Tabla de selección	PM810	PM820	PM850	PM870
General				
Uso en sistemas BT y MT	■	■	■	■
Precisión, voltaje y corriente	± 0,1 %	± 0,1 %	± 0,1 %	± 0,1 %
Precisión energía activa	± 0,5 %	± 0,5 %	± 0,5 %	± 0,5 %
Valores RMS instantáneos				
Voltaje, corriente, frecuencia	■	■	■	■
Potencia activa, reactiva, aparente	■	■	■	■
Factor de potencia	■	■	■	■
Valores de energía				
Energía activa, reactiva, aparente	■	■	■	■
Modo de acumulación configurable	■	■	■	■
Valores de demanda (4 cuadrantes)				
Corriente (presente y máxima)	■	■	■	■
Potencia activa, reactiva, aparente	■	■	■	■
Potencia activa, reactiva, aparente (presente y máxima)	■	■	■	■
Potencia predictiva, activa reactiva aparente	■	■	■	■
Ventana de sincronización	■	■	■	■
Cálculo de demanda configurable	■	■	■	■
Medición calidad de Energía				
Distorsión de armónico total: Voltaje y Corriente	■	■	■	■
Armónicos individuales: Voltaje y Corriente	opcional	31	63	63
Captura forma de Onda	-	-	■	■
Detección Sag y Swell	-	-	-	■
Adquisición de datos				
Valores instantáneos Mínimo y Máximo	■	■	■	■
Data Logs	opcional	2	4	4
Registro de datos	opcional	80 Kb	800 Kb	800 Kb
Alarmas	■	■	■	■
Tendencias / Predicciones	-	-	■	■
Reloj, no volátil	opcional	■	■	■
Pantalla y E/S				
Pantalla LCD, retroiluminada	■	■	■	■
Multilingüe: inglés, francés, español	■	■	■	■
Entrega digital estándar	1	1	1	1
Salida digital estándar (KV)	1	1	1	1
Comunicación				
Puerto RS 485, 2 hilos, Modbus RTU	■	■	■	■
Puerto 10/100 Base TX, Ethernet	opcional	opcional	opcional	opcional

0/14

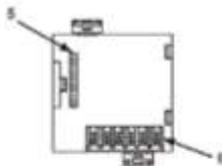
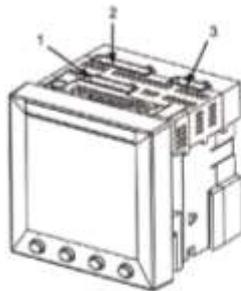
Schneider
Electric

Figura A 19 Ficha técnica Analizador PM800 (Schneider). Parte 1 de 2 (Schneider, 2017)

Power Logic
centrales de medida serie PM800



Vista posterior de una central de medida serie PM800



Serie PM800

- 1 Conector de alimentación auxiliar.
- 2 Entradas de tensión.
- 3 Entrada/Salida digital.
- 4 Puerto RS 485.
- 5 Conector de módulo opcional.
- 6 Entradas de intensidad.

Diagramas de alambrado: CAP 11
Dimensiones: CAP 12

Características eléctricas		
Tipo de medida		Verdadero valor eficaz hasta el armónico 63. En red alterna trifásica (3P, 3P+N) 128 muestras por ciclo
Precisión de la medida	Corriente	0,325 % desde 1 A a 10 A
	Voltaje	0,375 % desde 50V a 277V
	Factor de potencia	0,1 % desde 1 A a 10 A
	Potencia	0,2 %
	Frecuencia	± 0,02 % desde 47 a 67 Hz
	Energía activa	IEC 62053-22 Clase 0.5 S
Energía reactiva		IEC 62053-23 Clase 2
Características de la entrada de tensión	Tensión de medida	0 a 600 V CA (directo F-F) 0 a 347 V CA (directo F-N) 0 a 3,2 MV CA (con transf. de tensión externo)
	Rango de medida	0 a 1,5 Uh
	Impedancia	2 M F-F / 1 M F-N
Rango de medida en frecuencia		45 a 67 Hz y 350 a 450 Hz
Características de la entrada de intensidad	Calibres de los TC	Regulable de 5 A a 32.700 A
	Rango de medida	5 mA a 10 A
	Sobrecarga admisible	15 A en continuo 50 A durante 10 segundos por hora 500 A durante 1 segundo por hora
Impedancia		< 0,1
Carga		< 0,15 VA
Alimentación	Alterna	100 a 415 V CA, 15 VA
	Continua	125 a 250 V CC, 10 W
	Tiempo de mantenimiento	45 ms a 120 V CA
Entradas/Salidas	Salida digital	6 a 200 10 % V CA, o 3 a 250 10 % V CC, 100 mA máx. a 25 °C
	Entrada de estado	1 entrada digital (24 a 125 10 % V CA/CC)

Características mecánicas	
Peso	0,6 kg
Grado de protección IP (CEI 60529)	IP52 pantalla, IP30 resto de la central de medida
Dimensiones	96 x 96 x 70 mm (central con pantalla)
	96 x 96 x 90 mm (parte posterior del panel)

Condiciones ambientales	
Temperatura de Medidor	-25 °C a +70 °C (1)
funcionamiento	Pantalla -10 °C a +50 °C
Temperatura de almacenamiento	Medidor + Pantalla -40 °C a +85 °C
Calor húmedo (condensación)	5 a 95% HR a 40 °C (sin condensación)
Grado de contaminación	2
Categoría de instalación	III, para sistemas de distribución hasta 347 V F-N / 600 V CA F-F
Resistencia dieléctrica	Según EN 61010, UL508

Compatibilidad electromagnética	
inmunidad a las descargas electrostáticas	Nivel 3 (IEC 61000-4-2)
inmunidad a los campos radiados	Nivel 3 (IEC 61000-4-3)
inmunidad a los transitorios rápidos	Nivel 3 (IEC 61000-4-4)
inmunidad a las ondas de choque	Nivel 3 (IEC 61000-4-5)
inmunidad conducida	Nivel 3 (IEC 61000-4-6)
inmunidad a los campos magnéticos	Nivel 3 (IEC 61000-4-8)
inmunidad contra huecos de tensión	Nivel 3 (IEC 61000-4-11)
Emissiones radiadas y conducidas	CE para ambientes industriales/ FCC parte 15 clase A EN 55011
Emissiones de armónicos	IEC 61000-3-2
Emissiones Flicker	IEC 61000-3-3

(1) 65 °C si la alimentación auxiliar sobrepasa los 325 V CA.

Figura A 20 Ficha técnica Analizador PM800 (Schneider). Parte 2 de 2 (Schneider, 2017)

Anexo 9. Ficha Técnica de Analizador PM750 (Schneider)

Referencias

Power Logic
centrales de medida serie PM700

Funciones



Aplicaciones

Instrumentación de panel.
Remarcado y asignación de costos.
Supervisión remota de una instalación eléctrica.
Supervisión de la distorsión armónica (THD).
Optimización del contrato y curvas de carga.
Evaluar las condiciones de EE al interior de la empresa.
La serie PM700 de Power Logic concentra en una unidad compacta de 96 x 96 mm, todas las variables básicas de medida necesarias para controlar una instalación eléctrica. Gracias a su amplia pantalla de fácil lectura la central puede visualizar los valores de las tres fases y el neutro simultáneamente.
Dicha pantalla es antirreflejos y resistente a los arañazos, e incorpora un interfaz intuitivo con menús autoguiados.
Es de fácil lectura, incluso en condiciones de iluminación extremas o ángulos difíciles, gracias a su retroiluminación con luz verde y a sus amplios dígitos.
La gama de la serie PM700 está formada por 4 modelos, cada uno de ellos con pantalla integrada y proporcionando medidas de parámetros básicos, incluyendo THD y valores mín./máx. Asimismo según el modelo, incorpora un puerto de comunicaciones RS485 Modbus, o 2 salidas de impulsos.

Características

Visualizador amplio y de fácil lectura
Muestra múltiples valores simultáneamente en una pantalla antirreflejos y retroiluminada con color verde.

Uso sencillo
Navegación intuitiva con menús contextuales autoguiados.

Sólo 50 mm.
Sus medidas son 96 x 96 x 50 mm., incluyendo conexiones y comunicaciones Modbus.

Adecuada precisión para remarcado y asignación de costos.
Demanda de intensidad y corriente, THD, Min./Máx.
Amplio rango de parámetros de medida para el óptimo análisis del consumo.

Lista de selección	PM700MG	PM710MG
General		
Uso en sistemas BT y MT	■	■
Precisión en corriente (1A a 6A)	± 0,5 %	± 0,5 %
Precisión en voltaje (50V a 277V)	± 0,5 %	± 0,5 %
Precisión en energía y potencia	1,0 %	1,0 %
Valores RMS instantáneos		
Corriente Fase y Neutro	■	■
Voltaje Ph-Ph, Ph-N	■	■
Frecuencia	■	■
Potencia		
Real	■	■
Reactiva	■	■
Aparente	■	■
Factor de potencia Total	■	■
Valores de energía		
Energía activa, reactiva, aparente	■	■
Valores de demanda		
Corriente (aparente y máxima)	■	■
Energía activa, reactiva, aparente	■	■
Seteo de cálculo del modo	■	■
Parámetros		
Distorsión de armónicos	■	■
Grabación de datos		
Valores instantáneos Mínimo y Máximo	■	■
Pantalla y E/S		
LCD, retroiluminado	■	■
Salida de pulsos	-	-
Entrada de pulsos	-	-
Comunicación		
Puerto RS 485	-	■
Protocolo Modbus	-	■
Alarmas		
Sobre/bajo condiciones	-	-

Diagramas de alambrado: CAP 11
Dimensiones: CAP 12

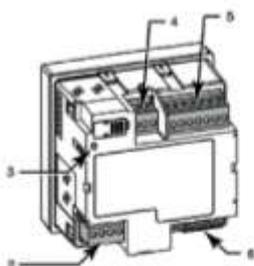
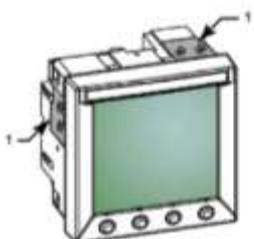
6/10

Schneider
Electric

Figura A 21 Ficha técnica Analizador PM750 (Schneider). Parte 1 de 2 (Schneider, 2017)



Vista posterior de una central de medida serie PM700.



Serie PM700

- 1 Ranuras para montaje en panel.
- 2 Comunicaciones RS485 (PM710MG y PM750MG).
- 3 LED indicador del funcionamiento de la CPU.
- 4 Alimentación auxiliar.
- 5 Entradas de tensión.
- 6 Entradas de corriente.

Características eléctricas	
Tipo de medida	Verdadero valor eficaz hasta el armónico 15.
En red alterna trifásica (3R, 3P + N), 32 muestras por ciclo	
Precisión de la medida:	Intensidad y tensión $\pm 0,5\%$ (PM700, PM700p, PM710)
	Potencia 1% (PM700, PM700p, PM710)
	Frecuencia $\pm 0,01$ Hz desde 45 a 65 Hz
	Energía activa CEI 61036 Clase 1
	Energía reactiva CEI 61036 Clase 2
Período de actualización de datos 1 s	
Características de la entrada de tensión	Tensión de medida 10 a 480 V CA (directa F-F)
	10 a 277 V CA (directa F-N)
	0 a 1,8 MV CA (con transformador de tensión externo)
	Rango de medida 0 a 1,2 Un
	Impedancia 2 M (F-F) / 1 M (F-N)
	Rango de frecuencia 45 a 65 Hz ($\pm 0,02\%$)
Características de la entrada de intensidad	Calibre de los TCPrimario Regulable desde 5 A hasta 32,767 A
	Secundario 5 A a partir de 10 mA
	Rango de medida 0 a 6 A
	Sobrecarga admisible 15 A en régimen permanente
	50 A durante 10 segundos por hora
	120 A durante 1 segundo por hora
	Impedancia $< 0,1$
	Carga $< 0,15$ VA
Alimentación auxiliar	CA 110 a 415 $\pm 10\%$ V CA, 5 VA
	CC 125 a 250 $\pm 20\%$ V CC, 3 W
	Tiempo de mantenimiento 100 ms a 120 V CA
Características mecánicas	
Peso	0,37 kg
Grado IP de protección (CEI 60529)	IP52 pantalla, IP30 resto de la central de medida
Dimensiones	96 x 96 x 88 mm. (central con pantalla)
	96 x 96 x 50 mm. (parte posterior del panel)
Condiciones ambientales	
Temperatura de funcionamiento	Medidor 0 °C a +60 °C
	Pantalla -10 °C a +50 °C
Temp. almacenamiento	Medidor + pantalla -40 °C a +85 °C
Calor húmedo	5 a 95 % HR a 50 °C (sin condensación)
Grado de contaminación	2
Categoría de la instalación	III, para sistemas de distribución de hasta 277 V F-N / 480 V CA F-F
Resistencia dieléctrica	Según EN 61010, UL508
Compatibilidad electromagnética	
Immunidad a las descargas electrostáticas	Nivel 3 (IEC 61000-4-2)
Immunidad a los campos radiados	Nivel 3 (IEC 61000-4-3)
Immunidad a transitorios rápidos	Nivel 3 (IEC 61000-4-4)
Immunidad a las ondas de choque	Nivel 3 (IEC 61000-4-5)
Immunidad conducida	Nivel 3 (IEC 61000-4-6)
Immunidad a los campos magnéticos	Nivel 3 (IEC 61000-4-8)
Immunidad contra huecos de tensión	Nivel 3 (IEC 61000-4-11)
Emissiones conducidas y radiadas	IEC para ambientes industriales / FCC parte 15 clase B EN 55011
Emissiones armónicas	IEC 61000-3-2
Emissiones por flicker	IEC 61000-3-2

Figura A 22 Ficha técnica Analizador PM750 (Schneider). Parte 2 de 2 (Schneider, 2017)

Anexo 10. Ficha Técnica de Regulador Varimétrico Smart 12 (Circutor)

computer Smart

Regulador automático de energía reactiva



Descripción

El **computer smart** es un regulador de factor de potencia con tecnología de vanguardia, que ofrece en un solo dispositivo las funciones de regulador, de analizador de redes eléctricas y de dispositivo de protección.

Es capaz de realizar funciones avanzadas como: vigilancia del estado de los condensadores, protección diferencial de la instalación, prevención de fallo de condensadores por sobrecarga de armónicos, detección de sobrecalentamientos, etc. Todas estas funciones contribuyen a obtener una mayor vida del equipo corrector de reactiva y redundan en una mejor calidad del suministro eléctrico, evitando interrupciones inesperadas.

Smart es uno de los reguladores de FP con mejores prestaciones del mercado, al tiempo que ofrece a los usuarios un fácil uso y una programación intuitiva.

Aplicación

Smart ofrece un sistema completo para instalaciones que requieran regulación de la energía reactiva, seguridad, medida, comunicaciones y supervisión energética.

Su sistema de programación sencillo e intuitivo facilita al usuario su instalación y mantenimiento.

Características

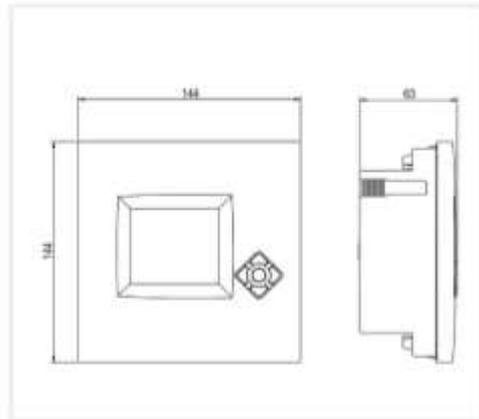
Circuito de tensión	
Tensión de alimentación	480, 400, 230, 110 V c.a. según modelo
Tolerancia	+15 % -10 %
Consumo	8,2 VA (nóts despreciables) 8,3 VA (11 méts) 11 VA (12 méts)
Frecuencia	45...65 Hz
Circuito de medida	
Tensión de medida	Rango de medida de tensión 480, 400, 230, 110 V c.a.
Corriente nominal (I _n)	Mediante un transformador de corriente I _n /5
Corriente de fugas	
Rango de medida	I _{lim} = 10 mA ... 1 A c.a.
Transformador de corriente	WDC (*)
Fondo escala de medida	I _{lim} = 20 mA
Precisión	
1 %	cos φ : 2 % ± 1 dígito
Medida de temperatura	
	0 ... +80 °C ± 3 °C
Relés	
Contacto de salida	Comutado
Poder de corte	V _{lim} 250 V c.a., 4 A c.a., AC1
Alarmas	
Nº de Alarmas	14, totalmente configurables
Comunicaciones	
Hardware	RS-485
Protocolo	Modbus
Baud rate	9600, 19200, 38400 Bd, configurable Condiciones de
Características constructivas	
Temperatura de uso	-20 ... +60 °C
Humedad relativa	Max. 95%
Altitud máxima	2000 m
Sistema de control	
	FCP (Programa que minimiza el número de maniobras)
Seguridad	
Aislamiento	Categoría III Clase II EN 61010-1
Grado de protección	IP 40 montado / IP 30 sin montar según EN-60529
Normas	
	IEC 62053-23 (2003-01) Ed. 1.0, IEC 61326-1, EN61010-1, UL 508

Figura A 23 Ficha técnica regulador varimétrico Smart12 (Circutor). Parte 1 de 2 (CIRCUTOR S.A., 2015)

computer Smart

Regulador automático de energía reactiva

Dimensiones



Referencias

Tensión alimentación	N.º pasos	Alarma	Tamaño	Tipo	Código
400 V i.a.	6	Si	144 x 144	computer Smart 6	R13831
400 V c.a.	12	Si	144 x 144	computer Smart 12	R13842
110 V c.a.	6	Si	144 x 144	computer Smart 6	R13831001
110 V c.a.	12	Si	144 x 144	computer Smart 12	R13842001
230 V c.a.	6	Si	144 x 144	computer Smart 6	R13831002
230 V c.a.	12	Si	144 x 144	computer Smart 12	R13842002
480 V c.a.	6	Si	144 x 144	computer Smart 6	R13831004
480 V c.a.	12	Si	144 x 144	computer Smart 12	R13842004

Conexiones

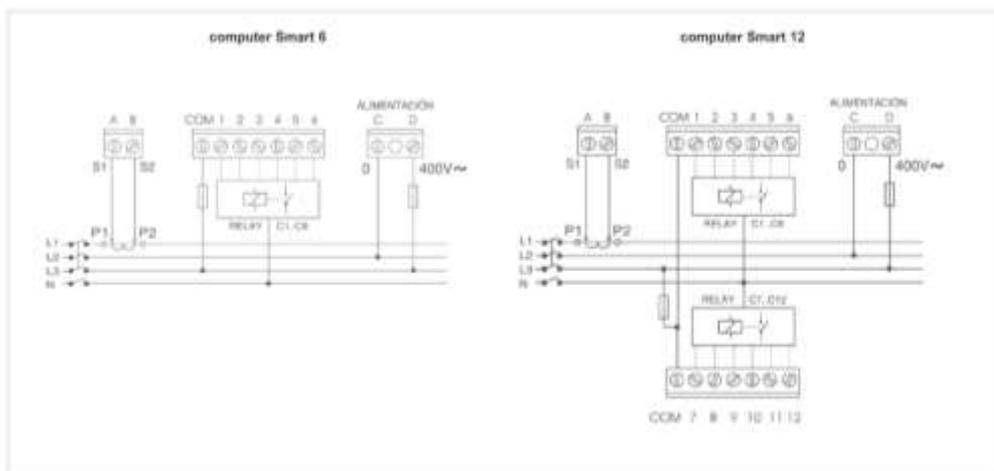


Figura A 24 Ficha técnica regulador varimétrico Smart 12 (Circuitor). Parte 2 de 2 (CIRCUTOR S.A., 2015)

Anexo 11. Ficha Técnica de Sonda de Temperatura THDG (Circutor)



TH-DG-RS485 SONDA DE TEMPERATURA Y HUMEDAD

¡IMPORTANTE!

Este documento es el manual de uso y funcionamiento del dispositivo TH-DG-RS485. En caso de pérdida, puede descargarlo de la página Web de CIRCUTOR: www.circutor.es

Antes de efectuar cualquier operación de mantenimiento, modificación de conexiones, reparación, etc., debe desconectar el aparato de toda fuente de alimentación. Cuando se sospeche de un fallo de funcionamiento del equipo o en la protección del mismo debe avisar al equipo fuera de servicio. El diseño del equipo permite una substitución rápida del mismo en caso de avería.

Si el equipo es utilizado de manera no especificada por el fabricante, la protección asegurada por el equipo puede verse comprometida.

1. DESCRIPCIÓN
TH-DG-RS485 es una sonda de temperatura y humedad relativa en una sola sonda, con comunicación RS-485 y protocolo de comunicación ModbusRTU.

2. INSTALACIÓN
TH-DG-RS485 está diseñado para montaje mural mediante tornillos sin pérdida de aislamiento IP 65.

¡IMPORTANTE!

Tener en cuenta que con el equipo conectado, los tornillos pueden ser peligrosos al tacto, y la apertura de cubiertas o eliminación de elementos puede dar acceso a partes peligrosas al tacto. El equipo no debe ser utilizado hasta que haya finalizado por completo su instalación.

3. MEDIDAS
El transductor realiza las medidas y cálculo de temperatura, humedad relativa, humedad absoluta y punto de rocío. De forma adicional, el equipo registra valores máximos y mínimos para cada valor medido por el transductor.

3.1 Temperatura
Temperatura = Temperatura medida

3.2 Humedad Relativa
Humedad Relativa = Humedad Relativa medida

3.3 Punto de Rocío

$$Td = \frac{Y_c}{10}$$

$$\log \left(P_{\text{sat}} \cdot \frac{RH}{10000 \cdot A} \right)$$

3.4 Humedad Absoluta

$$d = \frac{P_{\text{sat}} \cdot RH}{100 \cdot (T + 273,2)}$$

T = temperatura (°C)
RH = humedad relativa (%)
Td = temperatura punto de rocío (°C)
P_{sat} = presión vapor agua saturada (mbar)
A = humedad absoluta

3.5 Coeficientes para cálculo de Punto Rocío

T	A	m	Tn
+5 °C	6.11865	7.529104	250.4138
0 - 50 °C	6.10778	7.5	237.3
50 - 100 °C	6.0967	7.3313	229.1

4. COMUNICACIÓN RS-485
El equipo dispone de comunicación RS-485, y dispone de protección ModbusRTU. En el caso de conectar más de un analizador

a un bus de comunicación serie RS-485, se pueden asignar a cada uno de ellos, un número o dirección de periférico (de 01 a 247) decimal. La conexión RS-485 se realiza mediante cable de comunicación de par trenzado con malla de apantallamiento, con un mínimo de dos hilos, y con una distancia máxima entre el maestro de comunicación y el último equipo de 1.200 metros y hasta un máximo de 32 equipos en serie por bus.

4.1 Funciones Modbus

MODBUS (Hex)	Descripción
03 (03 Hex)	Lectura de n registros
16 (10 Hex)	Escritura de n registros
17 (11 Hex)	Identificación de equipos esclavos

4.2 Mapa de memoria Modbus

Dec.	Nombre	Descripción	Tipo
4000	Identificador	0xAA	Integer 16 bits
4001	Num. periférico	1..247 (Dec)	Integer 16 bits
4002	Velocidad	0	4800 tps
		1	9600 tps
		2	19200 tps
		3	38400 tps
4003	Datos comunicación	0	S / N / 1
		1	S / N / 2
		2	S / E / 1
		3	S / O / 1
4004	Validación cambio comunicación	0 No modificación 1 Salvar cambios	Integer 16 bits
4005	Temp. promedio de medidas	En segundos	Integer 16 bits
4006	Borrado máximos y mínimos	0 No modificación 1 Borrado	Integer 16 bits
7000	Identificador	Identificador 0xAA	Float 16 bits
7001	Temperatura	Temperatura °C	Float 16 bits
7004	Humedad Relativa	Humedad Relativa %	Float 16 bits
7006	Punto de Rocío	Punto de Rocío °C	Float 16 bits
7008	Humedad Absoluta	Humedad Absoluta (g/m ³)	Float 16 bits
7010	Temperatura	Máxima °C	Float 16 bits
7012	Temperatura	Mínima °C	Float 16 bits
7014	Humedad Relativa	Máxima %	Float 16 bits
7016	Humedad Relativa	Mínima %	Float 16 bits
7018	Punto Rocío	Máximo °C	Float 16 bits
7020	Punto Rocío	Mínimo °C	Float 16 bits
7022	Humedad Absoluta	Máximo (g/m ³)	Float 16 bits
7024	Humedad Absoluta	Mínimo (g/m ³)	Float 16 bits

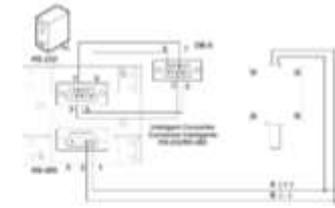
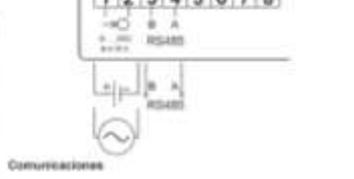
4.3 Parámetros de fábrica

MODBUS (Hex)	Valor
Número de periférico	1
Velocidad comunicación	9600 tps
Modo	S / N / 1
Temp. promedio medidas	30 segundos



Los parámetros por defecto son periférico 247 (Decimal), 9600bps. Los cambios deben realizarse en sesión de configuración anterior.

5. CONEXIONADO



6. DIMENSIONES



7. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Circuito de alimentación
Corriente continua: 9..24 V c.a. / c.c.
Consumo: $\pm 0.5 \text{ VA}$

Parámetros básicos
Temperatura de trabajo: -30 .. +95 °C
Humedad (sin condensación): 5 .. 95 %
Velocidad del viento: 0.5 m/s
Tiempo de calentamiento: 75 min
Grado de protección: IP 65
Peso: 125 g
Fijación: Fijación mural

Características Sonda Humedad Relativa
Rango de medida: 5..100 %
Error básico: $\pm 2\%$ 10..90%, $\pm 3\%$ para el resto
Histeresis para medida: $\pm 1\%$

Características Sonda Temperatura
Rango de medida: -30 .. +90 °C
Error básico: $\pm 0.5\%$ del rango, $\pm 3\%$ para el resto del rango
Velocidad cálculo: Humedad absoluta (g/m³)
Temperatura Punto Rocío (Td) (°C)

Requerimientos
Categoría de instalación: II / 2
Nivel de protección: IP 65
Tensión máx. entre red y tierra: 50 V
Normas: EN 61010-2-2 ; EN 61010-2-4

Nota:
En caso de condensación de vapor de agua de la superficie del sensor, el error de medida no excederá el error básico en el momento de secado de la estructura del sensor. Condensación adicional de vapor de agua cuando se utilicen protecciones del sensor ocasionará, (Puede ocasionar de que +0,5 mm, el error de medida de temperatura y humedad puedan ser superiores al error básico)

Posición de trabajo
- Aplicaciones no expuestas directamente en contacto con agua = todos
- Aplicaciones expuestas directamente en contacto con agua = con la cubierta del sensor montada hacia abajo

8. SERVICIO TÉCNICO

En caso de cualquier fallo de funcionamiento o avería del equipo, avisar al servicio técnico de CIRCUTOR:
CIRCUTOR, SA - Servicio de Asistencia Técnica
Vía Barri Jardi, s/n
08232 - Viladecanells (Barcelona), ESPAÑA
Tel.: 932 448 409 (España)
Tel.: (+34) 93 749 29 00 (fuera de España)
email: sa@circutor.es

M98234401-01-13A

Figura A 25 Ficha técnica sonda de temperatura THDG (Circutor). (Circutor, 2015)

Anexo 12. Ficha Técnica de Software Power Studio SCADA (Circutor)



Powerstudio
CIRCUTOR.COM
S.C.A.D.A.

PowerStudio SCADA, además de todas las opciones de PowerStudio, permite:

- Confeccionar pantallas SCADA combinando diferentes parámetros de diferentes equipos CIRCUTOR, conectados a la red de comunicación.
- Generar informes o simular facturas eléctricas para la imputación de costes energéticos.
- Gestionar y controlar eventos o sucesos programados por el usuario a modo de alarmas, o acciones para automatización de procesos.

Informes

- PowerStudio SCADA permite la generación de informes para todo tipo de facturas, imputación de costes parciales, ratios de producción, etc.

Pantallas SCADA

- Con las pantallas SCADA se puede configurar todo tipo de ventanas interactivas, crear pantallas personalizadas y combinar diferentes parámetros de distintos equipos CIRCUTOR de forma sencilla, permitiendo así, tener el máximo de información en un entorno intuitivo y amigable.

Sucesos

- Mediante el módulo de sucesos puede controlar y automatizar alarmas, eventos y sucesos, controlando de forma automática las condiciones más críticas e importantes de la instalación.

Software de software para gestión y control energético

PowerStudio SCADA

Debido a la diversidad y cantidad de equipos que pueden haber en una instalación y que además pueden estar relacionados entre ellos, es importante tener en una sola pantalla diferentes parámetros de diferentes equipos y tenerlos refrescados al mismo tiempo.

PowerStudio SCADA está diseñado para ello a modo de que cualquier usuario pueda crear sus propias pantallas e informes personalizadas según sus necesidades.

PowerStudio SCADA es la herramienta que le permitirá obtener informes con los datos obtenidos por los equipos a modo de adoptar medidas preventivas o correctoras en la instalación.

Figura A 26 Ficha técnica Software Power Studio SCADA (Circutor). Parte 1 de 2 (CIRCUTOR S.A., 2015)

Aplicaciones SCADA

PowerStudio SCADA Deluxe permite realizar aplicaciones con cualquier dispositivo que esté provisto de comunicación OPC/DA o Modbus. **PowerStudio SCADA Deluxe** permite:

- Integrar en la aplicación equipos mediante un asistente paso a paso para configurar cualquier driver de cualquier equipo Modbus de mercado.

- Integrar equipos no **CIRCUTOR** idénticos en la plataforma **PowerStudio** mediante un driver exportable o clonable.
- Fácil integración de datos de otros sistemas de adquisición en tiempo real mediante OPC/DA.
- Sincronización de datos de otros sistemas en las bases de datos de la plataforma **PowerStudio SCADA Deluxe**.

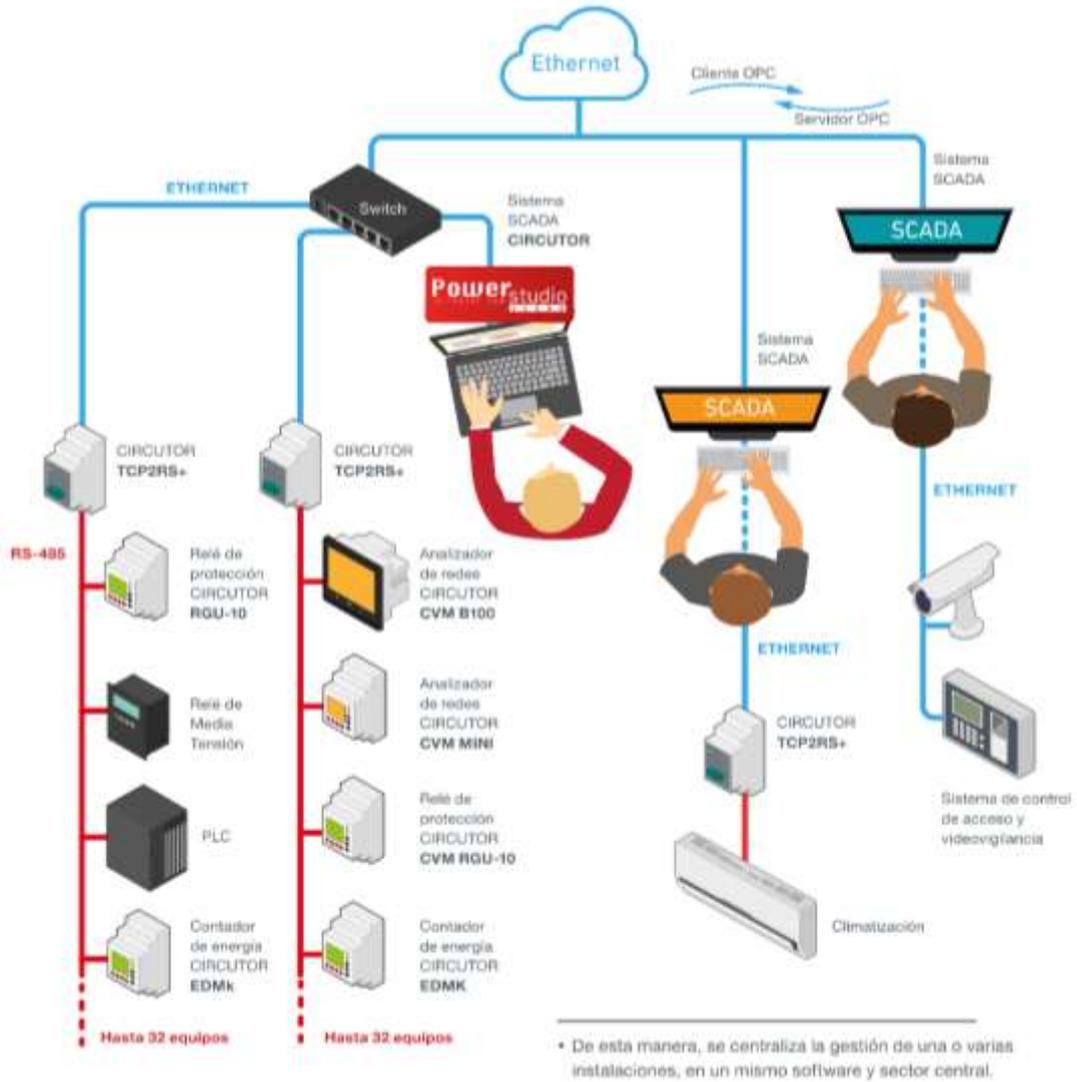


Figura A 27 Ficha técnica software Power Studio SCADA (Circutor). Parte 2 de 2 (CIRCUTOR S.A., 2015)