REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

AUTOMATIZACIÓN E INTEGRACIÓN AL SISTEMA SCADA DE SUB ESTACIONES DE POTENCIA Y REDES DE DISTRIBUCIÓN EN ELECTROSUR S.A.

INFORME DE EXPERIENCIA PROFESIONAL

PRESENTADO POR EL BACHILLER

GUSTAVO OMAR LÓPEZ ALEJOS

PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRÓNICO

AREQUIPA – PERÚ
2015

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

INDICE DEL TRABAJO-INFORME

PRESENTACION

DEDICATORIA

INDICE

RESUMEN 3

CONTENIDO

CAPITULOI:CRONOLOGIA DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL - ASPECTOS DESCRIPTIVOS DEL CARGO ACTUAL 5

1. CRONOLOGIA DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL EN ELECTROSUR S.A. 5
2. IDENTIFICACION DEL CARGO DESEMPEÑADO EN LA ACTUALIDAD 6
1. Cargo 6
2. Funciones del Cargo Desempeñado 7
3. Relaciones de Reporte y Supervisión 8
4. Relaciones de Coordinación 8

CAPITULO II: BREVE DESCRIPCION DEL MARCO INSTITUCIONAL DE ELECTROSUR S.A. 9

1. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA 9
1.1 Razón social 9
1.2 Naturaleza Jurídica – Marco Regulatorio 10
1.3 Visión 11
1.4 Misión 11
1.5 Objeto social 11
1.6 Accionariado 12
1.7 Área de influencia 12
1.8 Soporte Operativo 13
Redes de Distribución y Transmisión Eléctrica:
Sub Estaciones de Distribución Eléctrica:
Sub Estaciones de Potencia Eléctrica
1.9 Estructura Orgánica 14
1.10 Organigrama 16

2. INTERCONEXION DE LA RED E INSTALACIONES ELECTRICAS 17

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3. INDICADORES DE GESTION SAID – SAIFI 17
3.1 Indicadores de perfomance establecidos *17*
3.2 Fórmulas para el cálculo de los indicadores de perfomance establecidos *18*

CAPITULO III: METODOLOGIA EMPLEADA 19

CAPITULO IV: AUTOMATIZACION DEL EQUIPAMIENTO ELECTRICO *21*

1. GENERALIDADES 21

2. SISTEMA SCADA 21
2.1. *Conceptualización* *21*
2.2. *Características Principales* *23*
2.3. *Beneficios* *24*

3. TELECOMUNICACIONES 24
3.1. *Conceptualización* *24*
3.2. *Tecnologías de transmisión de datos* *25*

4. PROTOCOLO DE COMUNICACIONES 26

5. EQUIPAMIENTO 29
5.1. *Sistema de Protección* *29*
5.2. *Swichs de comunicación* *33*
5.2.1. Conceptualización 33
5.2.2. *Funcion* 33
5.3. *Unidades remotas terminales* *34*
5.3.1. Conceptualización 34
5.3.2. *Arquitectura* *34*
5.3.3. *Sistema funcional* *35*
5.3.4. *Avance tecnológico* *37*

CAPITULO V: EL SISTEMA SCADA EN ELECTROSUR S.A. ***39***

1. BREVE RESEÑA HISTORICA DE LA IMPLENTACIÓN DEL SISTEMA SCADA 39
1.1 *Primera etapa*
1.2 *Segunda etapa*

2. SISTEMA SCADA ACTUAL 40

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.1. Generalidades 40
2.2. Objetivos Principales 41
2.3. Objetivos cuantitativos 41
2.4. Objetivos cualitativos 42
2.5. Centro de Control y Comunicaciones (CCC) 42
2.5.1. Conceptualización 42
2.5.2. Concentradores Multifunción D 25 47
2.5.3. Operatividad del recurso humano 50
2.5.4. Respaldo de suministro eléctrico 51
2.6. Sub Estación Ilo 52
2.6.1. Generalidades 52
2.6.2. Automatización de la Subestación Ilo 52
2.7. Sub Estación Yarada 60
2.7.1. Generalidades 60
2.7.2. Automatización de la Subestación Yarada 63
2.8. Sub Estación Parque Industrial 69
2.8.1. Generalidades 69
2.8.2. Automatización de la Subestación Parque Industrial 72
2.9. Sub Estación Alto Zapata – San Antonio 79
2.9.1. Generalidades 79
2.9.2. Automatización de la Subestación Alto Zapata – San Antonio 79
2.10. Sub Estación Tacna 90
2.10.1. Generalidades 90
2.10.2. Automatización de la Subestación Tacna 93

CAPITULO VI: NORMA DE INTERCAMBIO DE INFORMACION EN TIEMPO REAL EN ELECTROSRU S.A. 103

1 CUMPLIMIENTO DE NORMATIVIDAD VIGENTE 103
2 ARQUITECTURA ICCP IMPLEMENTADA EN ELECTROSUR S.A. 103

CAPITULO VII: DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL – APORTES DE LA ESPECIALIDAD EN ELECTROSUR S.A. *112*

1. MONITOREO DEL SISTEMA SCADA Y COMUNICACIONES DE ELECTROSUR S.A. 113
2. SUPERVISION E INTEGRACION DE S.E. SAN ANTONIO AL SISTEMA SCADA DE ELECTROSUR S.A. 114
3. INTEGRACION DE EQUIPAMIENTO AL SISTEMA SCADA DE ELECTROSUR S.A. 116
4. CUMPLIMIENTO DE FUNCIONES COMO JEFE DE SERVICO DE 117

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

AUTOMATIZACION DE REDES

CONCLUSIONES 119
BIBLIOGRAFIA 120

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

TITULO DEL TRABAJO INFORME

"EXPERIENCIA PROFESIONAL EN LA AUTOMATIZACIÓN E INTEGRACIÓN AL SISTEMA SCADA DE SUB ESTACIONES DE POTENCIA Y REDES DE DISTRIBUCIÓN EN LA EMPRESA DE SERVICIO PUBLICO DE ELECTRICIDAD - ELECTROSUR S.A."

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

PRESENTACION

El presente informe contiene mi experiencia profesional, en materia de automatización e integración al Sistema Scada de las sub estaciones de potencia y redes de distribución, desarrollada en la Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad – ELECTROSUR S.A., con una data de 04 años y 03 meses (A agosto de 2015).

Consecuentemente, se ha aplicado la tecnología disponible en materia de automatización para la integración del equipamiento de protección y maniobra, y de telecomunicaciones orientada a implementar los enlaces a distancia con el equipamiento.

Conviene mencionar que la actividad principal de ELECTROSUR S.A., es la distribución y comercialización de la energía eléctrica en la región Sur del Perú y que comprende los departamentos de Tacna y Moquegua.

Igualmente resalto que a partir de junio de 2013 asumí el cargo de **Jefe de Automatización de Redes de ELECTROSUR S.A**., el mismo que se obtuvo como resultado de un concurso público de méritos, convocado por la empresa para tal propósito.

Finalmente, me permito expresar mi más sincero agradecimiento al Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad Católica de Santa María y a ELECTROSUR S.A., por haberme enseñado y permitido usar las herramientas tecnológicas de automatización y control, aspecto que redundará en todo el accionar de mi vida profesional.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

RESUMEN

El informe se ha dividido en cinco capítulos:

EL PRIMER CAPÍTULO, muestra la cronología de la experiencia profesional desarrollada solo en ELECTROSUR S.A., la misma que se relaciona en su totalidad con las actividades propias de la especialidad de ingeniería electrónica.

Igualmente refiere aspectos descriptivos del cargo actual y sus funciones.

Es de resaltar que en la entidad arriba mencionada, **la experiencia profesional abarca un periodo de 04 años y 03 meses,** aspecto debidamente sustentado con documentos probatorios.

EL SEGUNDO CAPITULO, concierne a una breve descripción del marco Institucional de ELECTROSUR S.A., propios del Manual y Reglamento de Organización y Funciones, así como del Plan Operativo Institucional, correspondientes.

Incluye además los indicadores de performance establecidos de gestión y estadística de interrupciones del servicio eléctrico, que utiliza ELECTROSUR S.A.

EL TERCER CAPÍTULO, en este capítulo se da a conocer la metodología empleada para el desarrollo del presente informe, acorde con los requerimientos de la especialidad.

EL CUARTO CAPÍTULO, da a conocer aspectos relativos a la automatización del equipamiento eléctrico en general, mostrando teórica necesaria, en la cual se describe los conceptos importantes aplicados en la automatización-Sistema Scada, así como también la utilizada en las telecomunicaciones y enlaces entre centros de transformación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

EL QUINTO CAPITULO, resalta el Sistema Scada en ELECTROSUR S.A. haciendo referencia a una breve reseña histórica de la implementación del mismo en una primera y segunda etapa.

Luego se introduce detalles del sistema Scada actual, resaltando El Centro de Control, concebido como un sistema de computación de arquitectura abierta, altamente disponible y distribuida con diseño Cliente/Servidor, basado en un SCADA PCVUE32.

Es de resaltar que todo el manejo del sistema Scada, está a cargo del suscrito en su calidad de jefe de Servicio de Automatización de Redes, contando para el efecto de la operatividad de la sala de control con técnicos especialistas en la materia.

EL SEXTO CAPITULO, Muestra detalles relativos a la Norma de intercambio de información en tiempo real.

Vale decir al envío de información en tiempo real al organismo supervisor COES – SINAC mediante protocolo ICCP, el cual es obligatorio para todas las empresas generadoras, transmisoras y distribuidoras.

EL SETIMO CAPITULO, describe el desarrollo de la experiencia profesional, destacando actividades de supervisión y control del sistema Scada, La automatización del Centro de Control y Comunicaciones - CCC, la Automatización de los Centros de Control Remoto – CCR y finalmente el cumplimiento de funciones como jefe de servicio de automatización de redes.

Finalmente se hace referencia a las conclusiones, recomendaciones y bibliografía.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPITULO I

CRONOLOGIA DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL - ASPECTOS DESCRIPTIVOS DEL CARGO ACTUAL

1. CRONOLOGIA DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL EN ELECTROSUR S.A.

Se considera la experiencia profesional desarrollada en ELECTROSUR S.A., la misma que se relaciona en su totalidad con las actividades propias de la especialidad de ingeniería electrónica.

Es de resaltar que en la entidad arriba mencionada, **la experiencia profesional abarca un periodo de 04 años y 03 meses,** cuyo detalle en el cuadro N° 01.

Cuadro N° 01

	CARGO/ SERVICIO	PERIODO	DOCUMENTOS SUSTENTATORIOS	TIEMPO DE LABOR
1	***Jefe del servicio de Automatización de redes***	***Del 18 de junio de 2013 (Continua)***	○ *Constancia de trabajo* ○ *Contrato de Trabajo a plazo Indeterminado: Es-C-053-2013*	***27 meses***
2	***Servicio de Integración de Equipamiento al Sistema Scada.***	*Del 11 de mayo de 2013 al 10 de junio de 2013*	○ *Certificado de Prestación de Servicio a ELECTROSUR S.A., expedido por DELTA S.A.C.* ○ *Constancia de Prestación del Servicio (Conformidad) expedido por ELECTROSUR S.A., del 18 de julio de 2013.* ○ *Orden de Servicio N° 000294 – ELECTROSUR S.A.*	***01 mes***

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3	***Servicio de Supervisión y Seguimiento de Integración en Tiempo Real de la Sub Estación San Antonio al Sistema Scada.***	*Del 11 de febrero de 2013 al 10 de mayo de 2013*	○ *Certificado de Prestación de Servicio a ELECTROSUR S.A., expedido por DELTA S.A.C.* ○ *Constancia de Prestación del Servicio (Conformidad) expedido por ELECTROSUR S.A., del 10 de julio de 2013.* ○ *Orden de Servicio N° 000088 – ELECTROSUR S.A.*	***03 meses***
4	***Servicio de Monitoreo del Sistema Scada y Comunicaciones.***	*Del 12 de febrero de 2012 al 10 de febrero de 2013*	○ *Constancia de Prestación del Servicio (Conformidad) expedido por ELECTROSUR S.A. del 24 de abril de 2013.* ○ *Ordenes de Servicio N° 000016 -2012; 0385-2012; 0743-2012 ELECTROSUR S.A.*	***12 meses***
5	***Prácticas Profesionales Ingeniería Electrónica***	*Del 06 de Setiembre de 2010 al 31 de mayo de 2011*	○ *Certificado de prácticas profesionales* ○ *Convenio de prácticas profesionales*	***09 meses***
	TOTAL			***04 años y 03 meses***

2. IDENTIFICACION DEL CARGO DESEMPEÑADO EN LA ACTUALIDAD

1. Cargo:

Jefe de Servicio de Automatización de Redes de ELECTROSUR S.A.

- Según Contrato de Trabajo a Plazo Indeterminado Es-C-053-2013 – ELECTROSUR S.A. del 18 de junio de 2013.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Acuerdo de Directorio N° 023-2013
- Se obtuvo el cargo mediante concurso público de méritos.

Unidad Orgánica de dependencia:

Departamento de Control de Operaciones, de la Gerencia de Operaciones

2. Funciones del Cargo Desempeñado

Función Principal

Supervisar y controlar la operación y el mantenimiento del Sistema Scada y su respectivo Sistema de comunicaciones a fin de alcanzar la correcta operación de las subestaciones integradas al Sistema Scada.

Funciones Específicas

- Supervisar y controlar la operación del equipamiento integrado al Sistema Scada.
- Efectuar mantenimiento a todo el equipamiento del Sistema Scada.
- Efectuar el mantenimiento al sistema de Comunicación del Sistema Scada.
- Supervisar y controlar el correcto funcionamiento del Sistema de comunicación del Sistema Scada.
- Supervisar y controlar la correcta operación remota del equipamiento integrado al Sistema Scada.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Preparar reportes sobre los indicadores de gestión del Sistema Scada y su Sistema de Comunicación.
- Informar el estado de conservación e incidencias de los recursos materiales, herramientas y equipos de trabajo asignados al área.
- Participar en los turnos de emergencia dispuestos por la empresa,
- Cumplir las normas, directivas, procedimientos, y reglamentos internos de trabajo, seguridad y salud ocupacional.
- Velar por la seguridad y mantenimiento de los bienes asignados.
- Cumplir otras funciones que le asigne el jefe inmediato en el ámbito de su competencia.

Referencia: Manual de organización y Funciones de ELECTROSUR S.A. y Contrato Es-C-053-2013 – ELECTROSUR S.A.

3. Relaciones de Reporte y Supervisión

Reporta a: Jefe del Departamento de Control de Operaciones

Supervisa a: Técnicos de control

4. Relaciones de Coordinación

Al interior de ELECTROSUR S.A.: Con Jefes de departamentos y Jefes de Servicio de la Gerencia de Operaciones, Técnicos de Control y Unidades Operativas de Moquegua e Ilo.

Al Exterior de ELECTROSUR S.A.: Con OSINERGMI, COES, Empresas Generadoras de Electricidad y otras

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPITULO II

BREVE DESCRIPCION DEL MARCO INSTITUCIONAL DE ELECTROSUR S.A.

1. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

1.1 Razón social:

EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO DE ELECTRICIDAD S.A.

Nombre comercial: **ELECTROSUR S.A.**

Sede TACNA

Calle Zela N° 408

Teléfonos: 052-244911 / 052-583315

Fax: 052-422212

Página Web: www.electrosur.com.pe

Sede ILO

Calle Junín N° 606

Teléfono: 052-584160

Sede MOQUEGUA

Av. Andrés Avelino Cáceres s/n – Alto Zapata

Teléfono: 052-584160

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

1.2 Naturaleza Jurídica – Marco Regulatorio

ELECTROSUR S.A., es una empresa pública de derecho privado ubicada en la Categoría "B", siendo su Calificación Industrial Internacional Uniforme, CIIU, el 4010-4.

Desarrolla sus actividades de conformidad con los dispositivos legales y normativa siguientes:

- Ley Nº 24093 del 28.01.85, Ley de creación de ELECTROSUR S.A.,
- Resolución Ministerial Nº 096-85-EM del 22.04.85 Constitución de la Empresa.
- Ley Nº 25844, ley de concesiones Eléctricas y su Reglamento (D.S. 009-93-EM), disposiciones complementarias y modificatorias.
- Ley Nº 24948, ley de la Actividad Empresarial del Estado y su Reglamento.
- Ley Nº 26887, Ley General de sociedades.
- Ley Nº 27785, Ley Orgánica del Sistema Nacional de Control y de la Contraloría General de la Republica.
- Ley Nº 28716, Ley de Control Interno en las Entidades del Estado.
- Ley Nº 29783. Ley de Seguridad y salud en el trabajo.
- Decreto Legislativo Nº 1031, que promueve la Eficiencia de la Actividad Empresarial del Estado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Resolución Ministerial Nº 096-85.EM del 22.04.85 Constitución de la Empresa.
- Resolución Ministerial Nº 037-2006-EM/DM del 17.01.06 que aprueba el Código Nacional de Electricidad.
- Acuerdo de Directivo Nº 001-2006/028-FONAFE, que aprueba el Código Marco de Control Interno de las Empresas del Estado.
- El Estatuto Social de ELECTROSUR S.A.
- Otros de carácter específico, que le sean aplicables

1.3 Visión

Consolidarnos como una empresa eficiente, moderna y responsable.

1.4 Misión

Satisfacer las necesidades de energía eléctrica de nuestros clientes, contribuyendo a su desarrollo y bienestar, con calidad, responsabilidad social y respeto al medio ambiente, comprometidos con la satisfacción laboral y al desarrollo de las competencias de nuestro personal.

1.5 Objeto social

El objeto social de la empresa es brindar el servicio de distribución y comercialización de energía eléctrica, con carácter de servicio público, en las áreas de concesión de las regiones de Tacna y Moquegua.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.6 Accionariado

En cumplimiento de la Ley N° 27170, el Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado (FONAFE), desde el 09 de diciembre de 1999, ejerce la titularidad del 100% de las acciones representativas del capital social de ELECTROSUR S.A.

1.7 Área de influencia

ELECTROSUR S.A. actualmente cuenta con las siguientes zonas de concesión:

REGIÓN TACNA		
PROVINCIA	**DISTRITO**	**LOCALIDAD**
TACNA	TACNA, ALTO DE LA ALIANZA, CALANA, CIUDAD NUEVA, INCLAN, PACHIA, PALCA, POCOLLAY Y SAMA	Tacna, Alto de la Alianza, Ciudad Nueva, Inclán Pachia, Palca, Pocollay, Sama, La Esperanza, Gregorio Albarracín, Lanchipa, Miculla, Calientes, Las Yaras, Llostay, Boca del rio, Vila-Vila, los Palos, Toquepala, Caplina, Ataspaca, Causuri, La Yarada.
JORGE BASADRE	LOCUMBA, ILABAYE, ITE	Locumba, Ilabaya, Ite, Camiara, Chipe, Sagollo, Cinto, Fuerte Locumba, Mirave, Chejaya, Chulune, Toco Chico Toco Grande.
CANDARAVE	CANDARAVE, CAIRANI, CAMILACA, HUANUARA, QUILAHUANI, CURIBAYA	Candarave, Cairani, Camilaca, Huanuara, Quilahuani, Curibaya, Borogueña, Cambaya, Vilalaca, Corahuaya, Ancocala, Calacala, San Pedro, Talaca, Pallata, Totora, jirata, Santa Cruz, Yucamane.
TARATA	TARATA, CHUCATAMANI, ESTIQUE PAMPA, ESTIQUE PUEBLO, SITAJARA, SUSAPAYA, TARUCACHI, TICACO	Tarata, Chucatamani, Estique Pampa, Estique Pueblo, Sitajara, Susapaya, Tarucachi, Ticaco,Yabroco, Challhuaya, Tala, Pistala, Londanisa, Chipispaya, Coropuro, Talabaya.

REGIÓN MOQUEGUA		
PROVINCIA	**DISTRITO**	**LOCALIDAD**
MARISCAL NIETO	MOQUEGUA, CARUMAS, CUCHUMBAYA, SAMEGUA, TORATA.	Moquegua, Carumas, Cuchumbaya, Samegua, Torata, Taquilla, Conde, San José, Montalvo, La Chimba.
GENERAL SANCHEZ CERRO	OMATE, COALAQUE, ICHUÑA, LA CAPILLA, MATALAQUE, PUQUINA, QUINISTAQUILLA, UBINAS.	Omate, Coallaque, Ichuña, La Capilla, Matalaque, Puquina, Quinistaquillas, Ubinas, Cogri, Challahuaya, Quinistacas, Carumas, Cambrune, Calacoa, San Miguel, Tonohaya.
ILO	ILO, EL ALGARROBAL, PACOCHA.	Ilo, El Algarrobal, Pacocha, Pueblo Nuevo, ENACE.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

1.8 Soporte Operativo

Redes de Distribución y Transmisión Eléctrica:

- Redes de Distribución MT (Longitud) 1, 405 Km
- Redes de Distribución BT (Longitud) 1, 749 Km
- Redes de Transmisión 33 y 66 KV (Longitud) 187 Km

Sub Estaciones de Distribución Eléctrica:

- Tacna = 1008 SED
- Ilo = 361 SED
- Moquegua = 315 SED

Sub Estaciones de Potencia Eléctrica:

- S.E. TACNA 66/10.5/ KV, 35 MVA
- S.E. ILO 138/10.5/22.9 KV, 25 MVA
- S.E. PARQUE INDUSTRIAL 66/10.5/ KV, 25 MVA
- S.E. MOQUEGUA 138/10.5 KV, 13 MVA
- S.E. YARADA 66/10.5/ KV, 10/13 MVA
- S.E. TOMASIRI 66/10.5/ KV, 3 MVA
- S.E. CASERIO ARICOTA 33/10.5 KV, 0.64 MVA
- S.E. CHALLAGUAYA 33/10.5 KV, 0.32 MVA
- S.E. TARATA 33/10.5 KV, 0.5 MVA
- S.E. ALTO TOQUELA 33/10.5 KV, 0.25 MVA
- S.E. EL AYRO 33/10.5 KV, 0,8 MVA
- S.E. PUQUINA 33/22.9 KV, 2 MVA

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

1.9 Estructura Orgánica

Para el cumplimiento de sus objetivos estratégicos y con su misión institucional, ELECTROSUR S.A. cuenta con la estructura orgánica siguiente:

A. JUNTA GENERAL DE ACCIONISTAS

B. ORGANO DE DIRECCION

Directorio

C. ORGANO DE CONTROL

Órgano De Control Institucional

D. ORGANO DE EJECUCION

Gerencia General

E. ORGANO DE ASESORIA

Unidad de Planeamiento y Desarrollo

- Oficina de Desarrollo Organizacional
- Oficina de Gestión Presupuestal
- Oficina de Tecnología de Información y Comunicaciones
- Oficina de Asesoría Legal

F. ORGANO DE APOYO

Gerencia de Administración y Finanzas

- Oficina de Prevención de Riesgos y Medio Ambiente

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Departamento de Contabilidad y Finanzas
- Departamento de Recursos Humanos
- Departamento de Logística

G. ORGANOS DE LINEA

Gerencia Técnica

- Oficina de Calidad y Fiscalización
- Departamento de Proyectos
- Departamento de Obras

Gerencia Comercial

- Oficina de Control de Gestión
- Departamento de Comercialización
- Departamento de Mantenimiento de Conexiones

Gerencia de Operaciones

- Oficina de Control de Gestión
- Departamento de Control de Operaciones
- Departamento de Mantenimiento

Unidad Operativa Moquegua

- Departamento Administrativo Comercial Moquegua
- Departamento de Distribución Moquegua

Unidad Operativa Ilo

- Departamento Administrativo Comercial Ilo
- Departamento de Distribución Ilo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

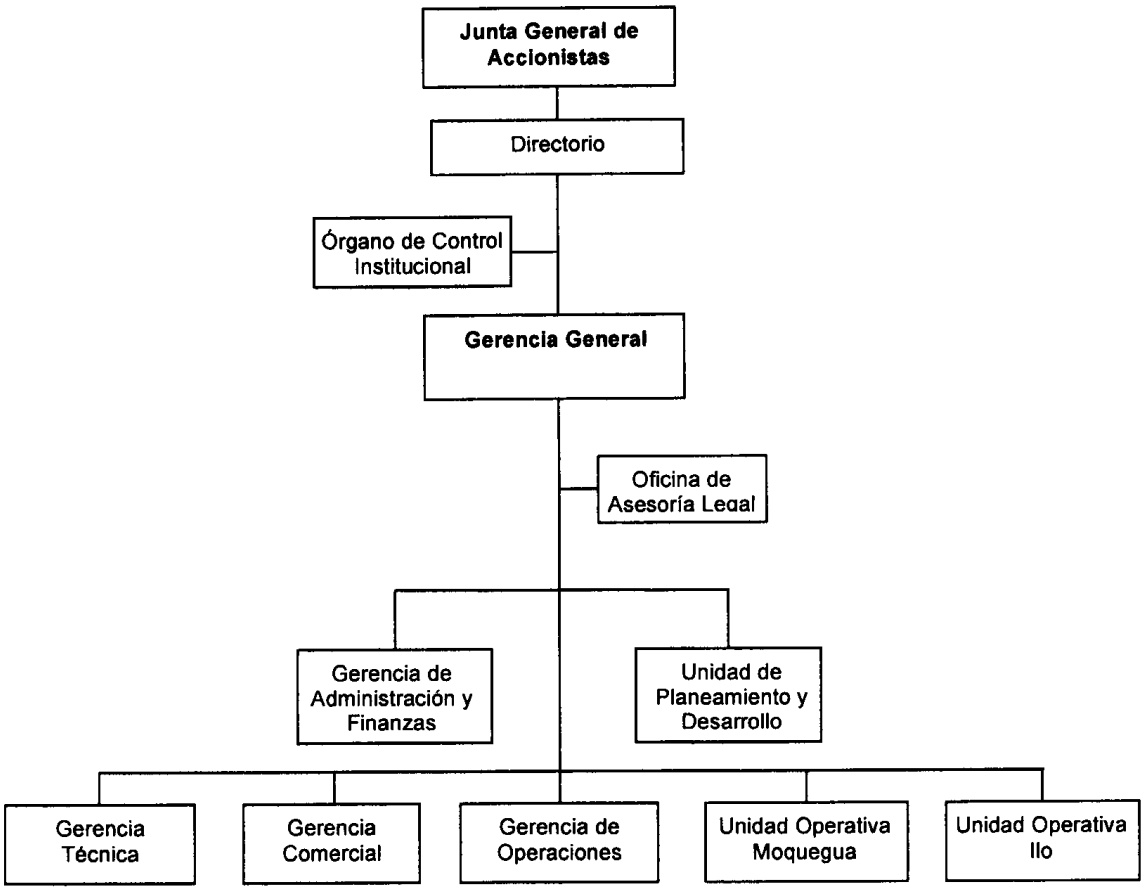
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

1.10 Organigrama

El organigrama general de la empresa es el que se aprecia en el grafico N° 01

Grafico N° 01

ORGANIGRAMA DE ELECTROSUR S.A.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2. INTERCONEXION DE LA RED E INSTALACIONES ELECTRICAS

En general, en ELECTROSUR S.A., existe la gran necesidad de interconectar la red eléctrica e instalaciones eléctricas, que permitan la transmisión de señales de los sistemas de control y comunicaciones en tiempo real.

Solo teniendo una automatización y control a distancia entre red e instalaciones eléctricas, se puede alcanzar una gestión óptima del servicio de energía eléctrica.

Los sistemas de control y comunicaciones utilizados son: El sistemas SCADA, El sistemas de teleprotección y sistemas de telefonía privada.

3. INDICADORES DE GESTION SAID – SAIFI

3.1 *Indicadores de perfomance establecidos*

Los indicadores de perfomance establecidos en ELECTROSUR S.A., son los que a continuación se indican:

Indicador SAIFI (System Average Interruption Frecuency Index), mide la frecuencia de ocurrencia de las interrupciones en las instalaciones eléctricas de los sistemas eléctricos, ante las fallas en los componentes, maniobras e indisponibilidades que afectan a los sistemas eléctricos. Estas pueden ser propias (sistemas de protección, diseño de redes, estado de las instalaciones) y/o externas (medio ambiente y terceros).

Indicador SAIDI (System Average Interruption Duration Index), mide el tiempo de la duración de la interrupción. Está relacionado con la ubicación e intensidad de la falla y los recursos disponibles para la reposición como: cuadrillas,

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

vehículos, materiales, medios de comunicación, además las vías de acceso, la longitud de redes, y otros.

3.2 Fórmulas para el cálculo de los indicadores de perfomance establecidos

Las fórmulas son las que se indican a continuación:

$$SAIFI = \frac{\sum_{i=1}^{n} Usuarios_i}{Total_Usuarios}$$

SAIFI : Frecuencia Media de Interrupción por usuario en un periodo anual (∑Usuarios afectados x Número de interrupción en horas) / Total usuarios).

$$SAIDI = \frac{\sum_{i=1}^{n} Usuarios_i * Tiempo_i}{Total_Usuarios}$$

SAIDI : Duración Media de Interrupción por usuario en un periodo anual (∑ usuarios afectados x Duración de la interrupción en horas) / Total usuarios).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPITULO III

METODOLOGIA EMPLEADA

Para el desarrollo del Trabajo Informe de Experiencia Profesional, se ha considerado como proceso metodológico, lo siguiente:

1. El Tiempo de labor desempeñado únicamente en ELECTROSUR S.A., durante el periodo comprendido entre setiembre-2010 a abril 2015.

2. Las funciones prestadas mediante::

   - Servicios No Personales: Setiembre 2010 – Junio 2013
   - Como Jefe de Servicio de Automatización de Redes de ELECTROSUR S.A:

     Junio 2013 – CONTINUA (Contrato a plazo indeterminado).

3. La aplicación de tecnología disponible en materia de automatización para la integración del equipamiento de protección y maniobra, y de telecomunicaciones orientada a implementar los enlaces a distancia con el equipamiento.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4. La necesidad enlazar las distintas sub estaciones de Potencia, de todas las áreas de concesión de ELECTROSUR S.A., utilizando diversos medios de comunicación adecuados a cada zona.

5. El implementar el sistema SCADA, con últimas tecnologías, de acuerdo a las necesidades actuales que se justifiquen, tanto técnica como económica y con proyección futura con la finalidad de administrar eficientemente las subestaciones existentes y futuras.

   Se ha considerado como premisa la calidad, confiabilidad, disponibilidad y seguridad del Sistema Scada.

6. Aumentar el grado de satisfacción del cliente por las atenciones oportunas y disminución del tiempo de falta de fluido eléctrico.

7. Cumplir con la norma técnica de calidad de energía

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPITULO IV

AUTOMATIZACION DEL EQUIPAMIENTO ELECTRICO

1. GENERALIDADES

Las empresas de servicio eléctrico (de acuerdo a la ley de concesiones eléctricas) y los productores independientes de electricidad se enfrentan a una creciente presión para garantizar que sus redes de distribución sean fiables en muy diversas condiciones de funcionamiento y para que sus principales activos tengan un ciclo de vida útil más extenso.

Los dispositivos de automatización de subestaciones de constituyen una solución integrada y escalable para automatizar y dotar de visibilidad a las redes de distribución de energía.

2. SISTEMA SCADA

2.1 *Conceptualización*

SCADA (Supervisory Control And Data Adquisition), Supervisión, Control y Adquisición de Datos, es un sistema basado en hardware y software específico para este fin, que permite supervisar y controlar a distancia una instalación de cualquier tipo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

A diferencia de los Sistemas de Control Distribuido, el lazo de control es generalmente cerrado por el operador. Los Sistemas de Control Distribuido se caracterizan por realizar las acciones de control en forma automática. Sin embargo hoy en día es fácil hallar un sistema SCADA realizando labores de control automático en cualquiera de sus niveles, aunque su labor principal sea de supervisión y control por parte del operador.

Los sistemas de Telecontrol y Supervisión SCADA en las empresas suministradoras de energía (subestaciones, centrales) permiten conocer en tiempo real el estado de una instalación (subestaciones, líneas de transporte y distribución, centrales de generación, etc.), centralizando toda la información de los diversos emplazamientos remotos en uno o varios puestos de control.

Además de gestionar alarmas y de capturar datos, los sistemas SCADA permiten generar planes de mantenimiento y procedimientos de actuación para el área correspondiente.

El sistema es automatizado y consta de uno o más equipos de adquisición de datos, los que pueden ser unidades remotas (RTU) o PLC. Estos equipos leen las variables de interés del proceso y generan acciones predeterminadas sobre equipos de proceso. La información relevante es transmitida por medio de un par físico, enlaces de radio, fibra óptica, canalizadores de microondas, u otro medio, a un sistema central. El sistema central está compuesto por uno más computadores más una red de área local, en los cuales se instala un software de

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

aplicación SCADA. Este sistema es el encargado de administrar la información y apoyar al operador en el control del proceso.

Esquema Sistema SCADA

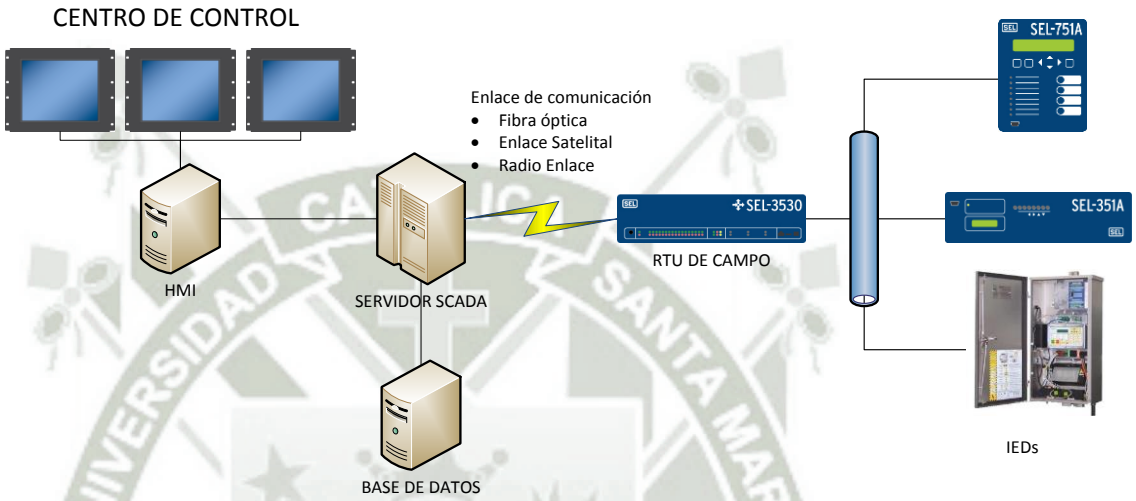


Figura 1 Diagrama de bloques de comunicación

2.2 *Características Principales:*

- Supervisión en tiempo real.
- Adquisición de información local o remota.
- Centralización de la información.
- Facilidad de operación y de control.
- Flexibilidad para adaptarse a cambios físicos en el proceso.
- Facilidad de manejo de información histórica.
- Arquitectura abierta.
- Manejo de procesos batch.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

2.3 Beneficios:

- Reducción de los costos de producción y operación.
- Reducción de los costos de mantenimiento.
- Mejoramiento de la coordinación con el área de mantenimiento.
- Se dispone de información precisa para efectos de estudio, análisis y estadística.

3. TELECOMUNICACIONES

3.1 *Conceptualización*

Las telecomunicaciones son la trasmisión a distancia de datos de información por medios electrónicos y/o tecnológicos.

Los datos de información son transportados a los circuitos de telecomunicaciones mediante señales eléctricas.

Un circuito básico de telecomunicación consiste en dos estaciones, cada una equipada con un receptor y un transmisor, que se pueden combinar para crear un transceptor.

Red de Telecomunicaciones

Una red de telecomunicaciones consiste en múltiples estaciones de receptores y transmisores interligados que intercambian información. La red más amplia y conocida es la Internet. Otras redes más pequeñas son las redes telefónicas y radioemisiones privadas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Sistema de Telecomunicaciones

En un sistema de telecomunicaciones, generalmente se utilizan cables, fibra óptica o campos electromagnéticos para la transmisión de las señales de telecomunicación. Las áreas libres de transmisión y recepción de datos por campos electromagnéticos se conocen como Wireless y Radio.

3.2 Tecnologías de transmisión de datos

Destacan las siguientes:

- Onda Portadora
- Radio enlace punto a punto
- Fibra óptica
    - Fibra multimodo de salto de índice
    - Fibra multimodo de índice gradual
    - Fibra nonomodo
- Cables de Fibra óptica para líneas de alta tensión
- Cables OPGW (Optical Ground Wire)
- Cables ADSS (All Dielectric Self Supported)
- Enlaces satelitales
    - Enlace de subida de las estaciones terrenas a los satélites
    - Enlace de bajada de los satélites a las bases terrenas
    - Enlace intersatelital
- Enlaces GPRS

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4. PROTOCOLO DE COMUNICACIONES

Son varios los protocolos utilizados en integración de equipamiento a sistemas SCADA, muchos de ellos son protocolos propietarios de los fabricantes que no permiten interopertibilidad y otros son los protocolos libres que si permiten el intercambio de información entre dispositivos de distintos fabricantes.

Es razón a esto que los sistemas SCADA utilizan los protocolos eléctricos para integrar los dispositivos de distintos fabricantes en un solo sistema.

Las experiencias de la industria han demostrado la necesidad y la oportunidad para el desarrollo de protocolos de comunicación estandarizados, lo que apoyaría la interoperabilidad de los IED (Intelligent Electronic Divice), de diferentes fabricantes. La interoperabilidad en este caso es la capacidad de que equipos de diferentes fabricantes puedan operar en la misma red o vía de comunicación para compartir información y comandos.

El objetivo de la creación de un estándar de comunicaciones se puede expresar en los siguientes puntos:

- Asegurar la interoperabilidad entre varios IED.
- IED de diferentes fabricantes pueden intercambiar y usar información sobre medios de comunicación comunes.
- La ingeniería y configuración de datos es transportable entre herramientas de fabricantes.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Independencia de proveedores

Los IED al contar con la interoperabilidad, no le es necesario el realizar los proyectos con un solo fabricante.

- Descripción abierta de IED.
- Reduce la ingeniería y la configuración.
- Las capacidades de los IED son descritas en forma estándar.
- Funciones, soluciones, y datos propietarios son aún permitidos y están disponibles.
- Comunicación junto a los equipos de potencia - Bus de proceso.
- IED de diferentes fabricantes pueden intercambiar y usar información sobre medios de comunicación comunes.
- La ingeniería y configuración de datos es transportable entre herramientas de fabricantes.
- Asegurar la interoperabilidad entre varios IED.
- Adquisición de datos, y control, deben ser incluidas directamente en los equipos primarios.
- Libre configuración.
- Libre asignación de funciones en sistemas de configuraciones centralizadas o descentralizadas.
- Reducción del cableado eléctrico convencional.
- Redes LAN en lugar de múltiples cables de cobre.
- A prueba de futuros desarrollos tecnológicos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Los servicios y las inversiones serán duraderas a pesar de los rápidos cambios tecnológicos.

El estándar está diseñado para seguir tanto el progreso en las tecnologías de comunicación, como los requerimientos que envuelven a estos sistemas.

La intercambiabilidad no es un objetivo de esta norma, aunque en aplicaciones sencillas se pueda realizar la intercambiabilidad de equipos, no está estandarizada en la IEC 61850.

Actualmente las Subestaciones de potencia de Electrosur S.A. se encuentran integradas mediante protocolo DNP 3.0:

- SE Tacna
- SE Parque Industrial
- SE Yarada
- SE Los Héroes (Bahía de Salida)
- SE Tomasiri
- SE Ilo
- SE Moquegua
- SE Alto Zapata
- SE San Antonio
- SE Socabaya (Celda de Salida Omate)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5. EQUIPAMIENTO

5.1 *Sistema de Protección*

Los Sistemas de Protección se utilizan en los sistemas eléctricos de potencia para evitar la destrucción de equipos o instalaciones por causa de una falla que podría iniciarse de manera simple y después extenderse sin control en forma encadenada.

Los sistemas de protección deben aislar la parte donde se ha producido la falla buscando perturbar lo menos posible la red, limitar el daño al equipo obstruido, minimizar la posibilidad de un incendio, minimizar el peligro para las personas, minimizar el riesgo de daños de equipos eléctricos adyacentes.

Los sistemas de protección de un sistema de potencia se componen generalmente de los siguientes componentes:

5.1.1 Sensores de corriente y tensión; permiten saber en qué estado está el sistema. En esta categoría se clasifican los transformadores de corriente y los transformadores de voltaje.

Estos equipos son una interfaz entre el sistema de potencia y los relés de protección. Reducen las señales de intensidad de corriente y tensión, respectivamente, a valores adecuados que pueden ser conectados a las entradas de los relés de protección.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.1.2 Los relés de protección; que ordenan disparos automáticos en caso de falla. Son la parte principal del sistema de protección. Contienen la lógica que deben seguir los interruptores. Se comunican con el sistema de potencia por medio de los elementos de medida y ordenan operar a dispositivos tales como interruptores, reconectadores u otros.

5.1.3 Los interruptores; que hacen la conexión o desconexión de las redes eléctricas. Son gobernados por los relés y operan directamente el sistema de potencia.

5.1.4 Sistema de alimentación del sistema de protecciones. Se acostumbra alimentar, tanto interruptores como relés con un sistema de alimentación de energía eléctrica independiente del sistema protegido con el fin de garantizar autonomía en la operación. De esta forma los relés e interruptores puedan efectuar su trabajo sin interferir. Es común que estos sistemas sean de tensión continua y estén alimentados por baterías o pilas.

5.1.5 Sistema de comunicaciones. Es el que permite conocer el estado de interruptores y relés con el fin de poder realizar operaciones y analizar el estado del sistema eléctrico de potencia. Existen varios sistemas de comunicación. Algunos de estos son:

- Nivel 0. Sistema de comunicaciones para operación y control en sitio.
- Nivel 1. Sistema de comunicaciones para operación y control en cercanías del sitio.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Nivel 2. Sistema de comunicaciones para operación y control desde el centro de control local.
- Nivel 3. Sistema de comunicaciones para operación y control desde centros de control nacional.

Los relés también cuentan con puertos de comunicación según lo pedido al fabricante, éstos pueden ser:

- RS-232
- RS-485
- RJ-45
- Fibra óptica
-

Además de manejar protocolos Eléctricos de comunicación, a decir:

- DNP 3.0
- MODBUS
- IEC 61850

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

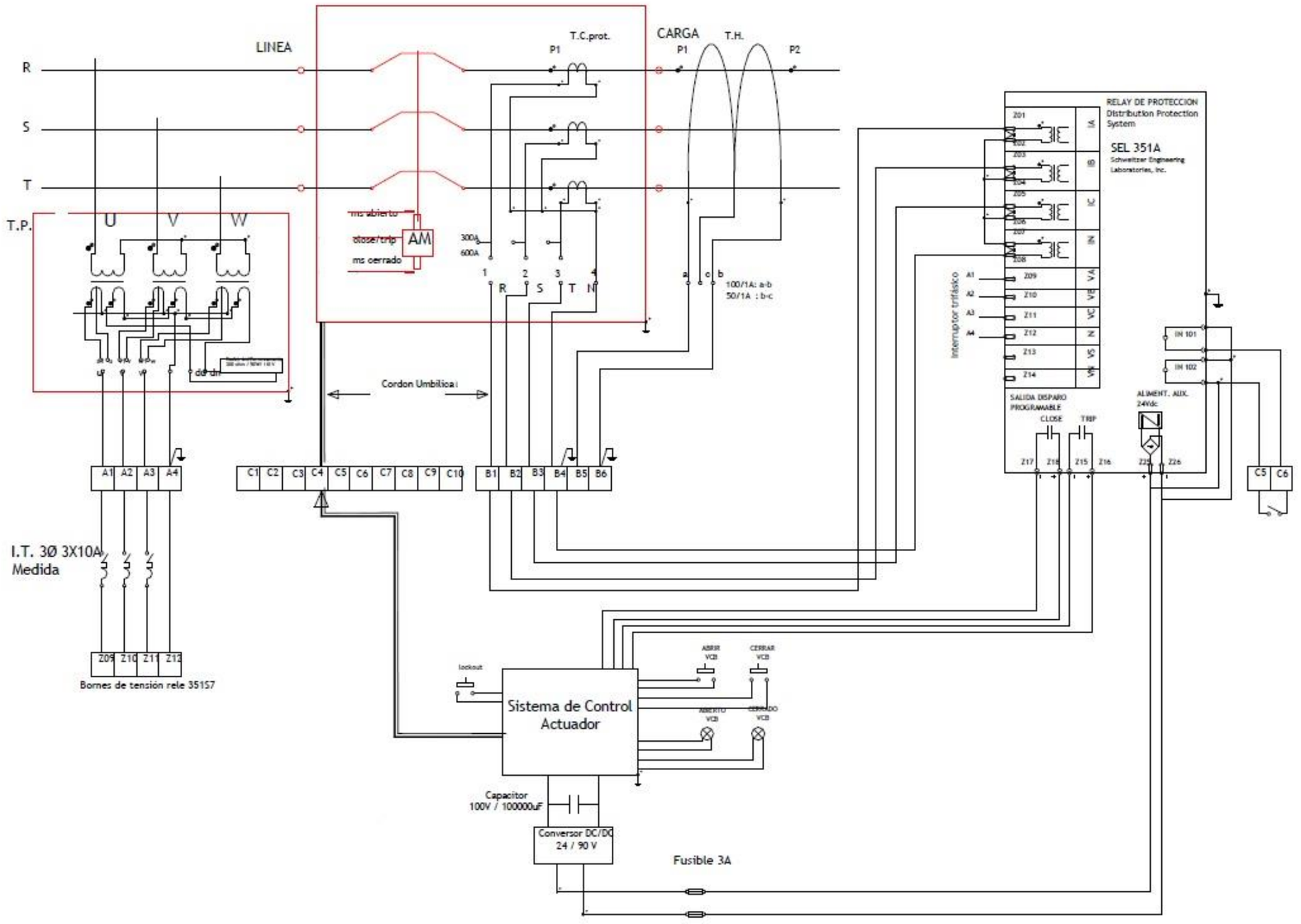


Figura 2 Diagrama de Protección

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.2 Switchs de comunicación

5.2.1 Conceptualización

Un conmutador o switch es un dispositivo digital lógico de interconexión e opera en la capa de enlace de datos del modelo OSI.

5.2.2 Función

Su función es interconectar dos o más segmentos de red, de manera similar a los puentes de red, pasando datos de un segmento a otro de acuerdo con la dirección MAC de destino de las tramas en la red.

Los conmutadores se utilizan cuando se desea conectar múltiples redes, fusionándolas en una sola. Al igual que los puentes, dado que funcionan como un filtro en la red, mejoran el rendimiento y la seguridad de las redes de área local.

Los conmutadores poseen la capacidad de aprender y almacenar las direcciones de red de la capa 2 (direcciones MAC) de los dispositivos alcanzables a través de cada uno de sus puertos. Por ejemplo, un equipo conectado directamente a un puerto de un conmutador provoca que el conmutador almacene su dirección MAC. Esto permite que, a diferencia de los concentradores, la información dirigida a un dispositivo vaya desde el puerto origen al puerto de destino.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.3 *Unidades remotas terminales*

5.3.1 Conceptualización

Las Unidades Remotas Terminales RTUs, son dispositivos de adquisición de datos y control en campo, cuya función principal es hacer de interfaz entre los equipos de instrumentación y el sistema de adquisición de datos y control supervisor.

"Unidad terminal remota", o RTU, es un término que ha sido usado en los sistemas de adquisición de datos y control supervisor durante más de 20 años.

Este término no concuerda tan bien con su significado funcional y se han realizado muchos intentos para desarrollar un título más descriptivo, sin embargo, a lo largo de estas líneas se mantendrá esta designación la cual describe una "caja negra" a través de la cual se adquiere la data (analógica y/o digital) de un proceso remoto.

5.3.2 Arquitectura

La arquitectura de la unidad terminal remota consta típicamente de:

- Módulo de Entrada
- Módulo de Control
- Módulo de Procesamiento de Información (CPU)
- Módulo de Comunicaciones
- Módulo de Sincronización de Tiempo (GPS)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

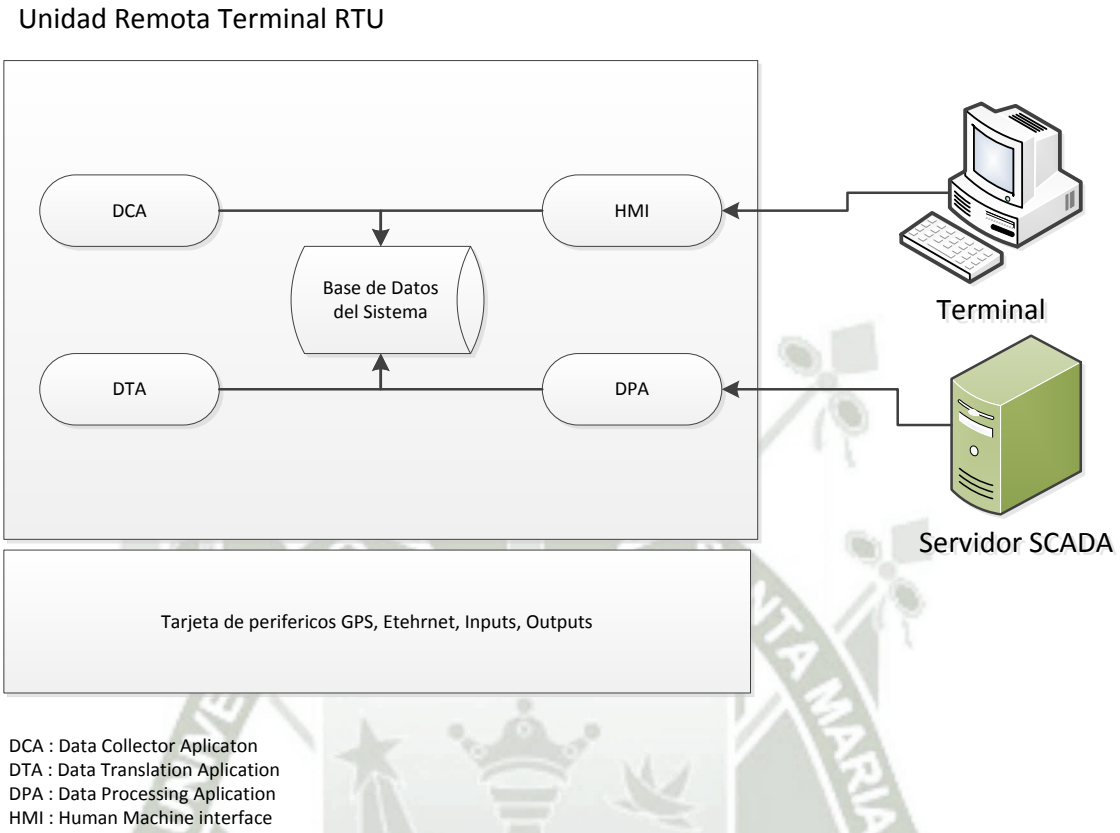


Figura 3 Diagrama de Bloques RTU

5.3.3 Sistema funcional

Una unidad terminal remota tiene la capacidad de monitorear un número de entradas/salidas (I/O) relacionadas con un proceso, analizar y mantener datos en tiempo real, ejecutar algoritmos de control programados por el usuario, comunicarse con la estación maestra y en algunos casos, con otras remotas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

La RTU realiza una adquisición periódica de las variables del proceso y, a través de un módulo de comunicación permite el intercambio de dicha información con una estación maestra (MTU) ubicada en una sala de control central, utilizando diversos medios de comunicación: línea telefónica, UHF/VHF, microondas, satélite, fibra óptica u otro medio, a través de puertos auxiliares con otras remotas y/o terminales portátiles. El protocolo de comunicación, estructura del mensaje y técnicas de corrección de errores son propias de cada fabricante.

Una RTU cuenta con módulos de entradas/salidas los cuales son conectados al sistema de instrumentación y control local. Los módulos de entrada tienen como función adquirir la información suministrada por la instrumentación de campo y el sistema de control local y, acondicionarla a los niveles de operación adecuados.

Los módulos de salida tienen como función dar al proceso las señales de control, digitales o analógicas, provenientes del sistema SCADA. Las mismas siguen el proceso inverso que en el módulo de entrada, ya que de formato binario deben ser transformadas a los niveles adecuados de campo para las señales discretas y en un valor proporcional a la acción de control en señales de control analógico

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.3.4 avance tecnológico

La tecnología de estado sólido ha revolucionado el diseño electrónico de las RTUs en los últimos años, extendiéndose al uso de unidades microprocesadoras equipadas con memoria tipo de solo lectura y borrada electrónicamente (Electronic Erase Programmable Read Only Memory, EEPROM) y del tipo de Acceso Directo (Random Acces Memory, RAM) respaldada con batería de litio para salvaguardar la programación en caso de fallas eléctricas e incorporándoles una interfaz humano-máquina (HMI, Human Machine Interace), capacidades de comunicación con sistemas de medición, transductores, controladores lógicos programables (PLC), etc.

La CPU es la unidad controladora de todas las funciones de la unidad terminal remota, ya que dirige todas las transferencias de data entre los registros y las localidades de memoria, y controla las interrupciones de la interfaz de comunicación la cual envía la data de la RTU a la MTU. EL microprocesador de la RTU contiene una serie de registros destinados a almacenamiento temporal de instrucciones, direcciones de memoria y/o resultados de ciertas operaciones.

Esta unidad central de procesamiento es la encargada, como su nombre lo indica, de procesar la información adquirida del campo o transmitida por la MTU, con la finalidad de ejecutar la tarea correspondiente, bien sea una acción de control o de comunicación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Las funciones de procesamiento de datos de la RTU se conocen en una secuencia determinada por el software de la misma. Los datos e instrucciones se almacenan en módulos de memoria RAM y/o ROM y las instrucciones del programa son secuenciadas por un reloj de tiempo real.

Las funciones de una RTU pueden resumirse como:

- Control de secuencias lógicas, temporización y conteo.
- Control analógico.
- Operaciones aritméticas.
- Manejo de información.
- Interfaz de datos entre los equipos instrumentación y el sistema supervisor.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPITULO V

EL SISTEMA SCADA EN ELECTROSUR S.A.

1. BREVE RESEÑA HISTORICA DE LA IMPLENTACIÓN DEL SISTEMA SCADA

1.1 *Primera etapa*

Alrededor del año 2005 ELECTROSUR S.A. implementa su sistema SCADA, el cual era General Electric POWERLINK ADVANCED 3.0.

Sólo contaba con alarmas, estados, lecturas de algunas subestaciones de potencia de ELECTROSUR S.A., pero no tenía la posibilidad de realizar control a distancia de los interruptores de potencia que controlan las celdas de salida o las líneas de transmisión en 66 KV

1.2 Segunda *etapa*

Posteriormente se lleva a cabo una segunda etapa, integrando la Sub estación de Potencia “Los Héroes” y configurando controles a distancia de 01 interruptor de potencia y 02 seccionadores de barra y línea respectivamente.

En mérito positivo de este escenario, es que surge la necesidad de poder controlar los alimentadores de alta y media tensión de las Sub Estaciones de Potencia de forma remota, además de implementar las alarmas de las protecciones que puedan activarse en cualquier momento de falla, estado de todos los interruptores de potencia y lecturas en tiempo real de todos los

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

alimentadores controlados. También aumentar el número de Sub Estaciones de Potencia controladas desde el sistema SCADA.

Consecuentemente se repotencian los enlaces de comunicación antiguos, se implementan nuevos enlaces y se adquiere nuevo equipamiento de protección, comunicación y control.

Igualmente se llevó a efecto la ingeniería para la integración al SCADA en el protocolo eléctrico DNP 3.0 de todos los relés, medidor y equipamiento inteligente que esté en servicio dentro de las Sub Estaciones.

2. SISTEMA SCADA ACTUAL

2.1 Generalidades

Con la finalidad de evolucionar en la mejora permanente en la calidad de servicio y dar cumplimiento a las exigencias que la ley manda en la Norma Técnica de Operación en Tiempo Real de los Sistemas Interconectados (NTOTRSI), ELECTROSUR S.A. ha implementado el Sistema SCADA (Supervisory Control And Data Adquisition) Supervisión, Control y Adquisición de Datos y un Sistema de Comunicaciones con lo último en tecnología.

El sistema SCADA, comprende la instalación de un Centro de Control y Comunicaciones y Centros de Control Remotos instalados en las Subestaciones principales del sistema.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

2.2 *Objetivos Principales*

Los objetivos principales de ELECTROSUR S.A. con la implementación del sistema SCADA, son las siguientes:

- Disponer de un Centro de Control y Comunicaciones (CCC) en la S.E. Tacna y Centros de Control Local (CCL) en cada una de las Subestaciones principales de Potencia con la finalidad de hacer un manejo más eficiente el sistema en condiciones normales de operación. de las interrupciones de servicio en tiempo real
- Desarrollar una red de transmisión de datos que facilite la operación de las subestaciones y red de distribución.
- Presentar a la administración la información de tiempo real e histórico de la gestión de la operación mediante intranet.
- Completar el intercambio de datos con el COES-SEIN.
- Implementar el sistema SCADA de acuerdo a las necesidades actuales que se justifiquen, tanto técnica como económica y con proyección futura con la finalidad de administrar eficientemente las subestaciones existentes y futuras.
- Contar con información operativa de la red de ELECTROSUR y esté disponible según se requiera para los estudios de análisis. y estudios.

2.3 *Objetivos cuantitativos*

Entre los objetivos cuantitativos se tienen:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Reducción en el tiempo de atención de los clientes por desconexiones imprevistas con lo cual se reduce la energía dejada de vender.
- Reducción del número de usuarios afectados por desconexiones previstas e imprevistas
- Reducción de los costos de inversión por utilización más eficiente de los equipos y conductores del sistema
- Reducción de los costos de operación y mantenimiento.

2.4 *Objetivos cualitativos*

Se mencionan los siguientes:

- Mejorar la imagen corporativa de ELECTROSUR S.A.
- Aumentar el grado de satisfacción del cliente por las atenciones oportunas y disminución del tiempo de falta de fluido eléctrico.
- Efectuar un mejor planeamiento del sistema eléctrico.

2.5 *Centro de Control y Comunicaciones (CCC)*

2.5.1 Conceptualización

El Centro de Control y Comunicaciones, se concibe como un sistema de computación de arquitectura abierta, altamente disponible y distribuida con diseño Cliente/Servidor, basado en un SCADA PCVUE32.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Está estructurado en torno a una red de área local Ethernet redundante (LAN). Distintos procesadores, servidores redundantes proporcionan funciones (comunicaciones, datos de tiempo real, alarmas, históricos, etc.) que múltiples procesadores clientes subscriben mediante sesiones TCP/IP, integrando su conjunto en la plataforma de Control, Adquisición y Supervisión de Datos en tiempo real.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

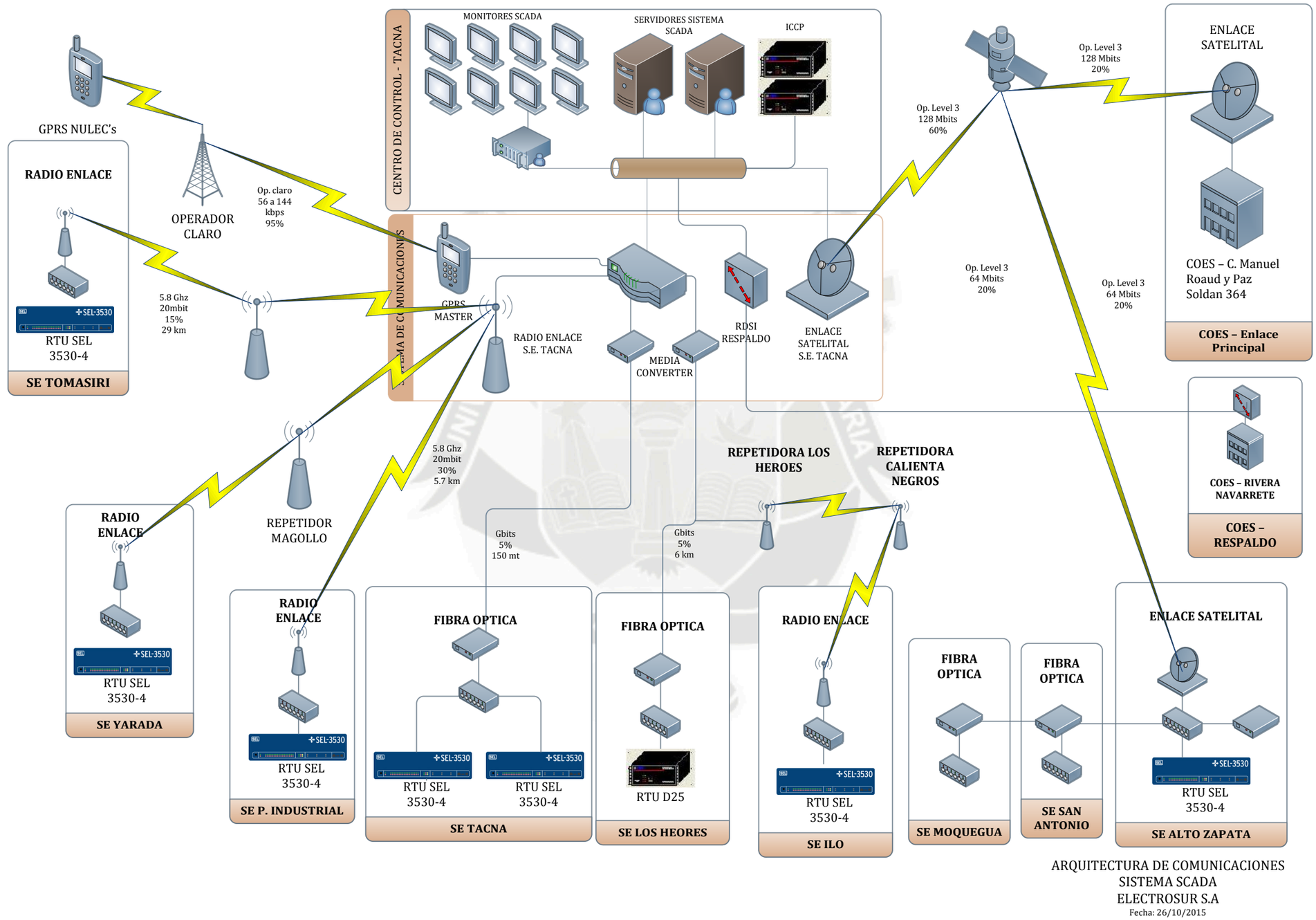


FIGURA 4: ARQUITECTURA DE COMUNICACIONES SISTEMA SACADA - ELECTROSUR S.A.

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

SCADA - SUB ESTACIONES INTEGRADAS

La sincronización de tiempo se realiza en cada subestación a través de relojes satelitales de alta precisión (1ms), con lo que se garantiza la estampa horaria en origen.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El software SCADA, componente principal de este sistema se encuentra ubicado en la S.E. Tacna y está compuesto por un sistema SCADA marca General Electric modelo PowerLink Advantage residente en dos servidores redundantes y dos consolas de operación y mantenimiento, que incluyen las herramientas de desarrollo. El PowerLink Advantage ha sido desarrollado especialmente para operar bajo las condiciones especiales del sector de potencia eléctrica, en ambiente Windows y base de datos histórica abierta Microsoft SQL.

Los equipos críticos del sistema (servidores del sistema SCADA, servidores ICCP) cuentan con respaldo que reemplaza sus funciones, sin interrupción alguna de los servicios proporcionados al resto de componentes; en caso de fallo del primero. Los elementos críticos con menor tiempo entre fallos dentro de algunos equipos (fuentes de alimentación, ventiladores y discos) son redundantes y pueden sustituirse en servicio.

Para el cumplimiento de la Norma de Operación a Tiempo Real y la transmisión de datos al COES en protocolo ICCP Tase 2, se implantó un concentrador General Electric D25 y su respectivo respaldo, los cuales son independientes del software SCADA

Dada la ubicación geográfica de las subestaciones, el Sistema de Control de Operaciones de ELECTROSUR S.A. emplea diversos medios de comunicaciones, todos en protocolo IP.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

2.5.2 Concentradores Multifunción D 25

El Centro de Control adquiere datos de siete subestaciones mediante el empleo de unidades concentradoras multifunción General Electric modelo D25 de última tecnología que recogen la información del campo eléctrico a través de métodos convencionales de planta, y nuevos métodos como son la integración digital de medidores multifunción suministrados con protocolos eléctricos y de sensores especiales que determinan los PPM promedio de gases disueltos en el aceite de transformadores de potencia en línea (GE Hydran 201 Ti), ofreciendo una capacidad de mantenimiento preventivo muy importante sobre los bienes de la empresa.

La sincronización de tiempo se realiza en cada subestación a través de relojes satelitales de alta precisión (1ms), con lo que se garantiza la estampa horaria en origen.

La comunicación entre el Centro de Control y los dispositivos de campo de las subestaciones, es a través de los Concentradores de Datos de Subestación D25, con las características siguientes.

Características:

- Son compatibles con el SCADA CCS, diseñados de forma modular tanto a nivel de tarjetas de E/S y comunicaciones como de apilamiento de varios D25 para formar parte de una remota conjunta de una subestación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Son potentes desde el punto de vista de las comunicaciones tanto hacia los IED´s de campo como hacia el puesto central de SCADA, con protocolos de comunicaciones (DNP3, MODBUS, IEC-8705-101, IEC-61850) y dispositivos e interfaces (RS422, RS485, RS232, Fibra Óptica, etc.).

- Se pueden interconectar varios D25 entre sí formando una red en doble anillo de fibra óptica.

- La red OPTONET que une las RTU que están instaladas dentro de una misma estación eléctrica permite una sincronización de un (1) milisegundo entre todas las tarjetas, lo que asegura la adquisición precisa de entradas digitales.

El hecho de unir unidades D25, permite disponer de un sistema modular que es fácilmente ampliable a nivel de adición de tarjetas de E/S como a nivel de módulos.

Las comunicaciones provenientes de las subestaciones de Ilo y Moquegua son concentradas en cada punto y llevadas al Centro de Control de Operaciones (CCO) en Tacna a través de Operador de comunicación satelital (Level 3 Peru SAC), al igual que la comunicación entre este último (CCO) y el COES SEIN, para lo cual el operador seleccionado instaló estaciones terminales terrenas en la S.E. Tacna, S.E. Alto Zapata.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Subestaciones controladas por el Centro de Control

- S.E.T. Tacna
- S.E.T. Parque Industrial
- S.E.T. Yarada
- S.E.T. Tomasiri
- S.E.T. Ilo
- S.E.T. Alto Zapata
- S.E.T. San Antonio
- S.E.T. Moquegua
- S.E.T. Los Héroes
- S.E.T. Socabaya

Medios de Comunicación

Los medios de comunicación de las estaciones remotas con el Centro de Control son los siguientes:

- S.E.T.Yarada - **radio enlace**
- S.E.T. Parque Industrial - **radio enlace.**
- S.E.T. Los Héroes – **Fibra óptica**
- S.E.T.Tomasiri – **Radio Enlace**
- S.E.T. S.E. Ilo – **Radio Enlace**
- S.E.T. Alto Zapata- Moquegua- San Antonio - **Operador Satelital Level 3**
- COES - **Operador Level 3**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- S.E.T. Socabaya – **GPRS (próxima implementación enlace satelital)**

Niveles de Operación

Para la Operación de los sistemas eléctricos se tiene los niveles de operación que describimos a continuación:

- Nivel 0 Desde cajas de mando de los equipos.
- Nivel 1, desde el Tablero de Control y Protección
- Nivel 2, desde el computador del sistema SCADA del Centro de Control

En este sentido en caso de continencia por falla en cualquier componente del sistema Scada del Centro de Control, se pude operar con cualquiera de los otros 2 niveles de operación del Sistema de Transmisión.

2.5.3 Operatividad del recurso humano

El Centro de Control de ELECTROSUR S.A. es atendido permanente durante las 24 horas del día, a fin de controlar y monitorear en tiempo real los parámetros eléctricos del sistema dentro de los rangos normales de operación y atender las contingencias que pudieran presentarse.

En las principales subestaciones, además de ser supervisadas, controladas y monitoreadas desde el Centro de Control, cuentan con personal de operación de respaldo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Subestaciones con operatividad del recurso humano

- S.E.T. Tacna
- S.E.T. Parque Industrial
- S.E.T. Yarada
- S.E.T. Tomasiri
- S.E.T. Ilo
- S.E.T. Alto Zapata
- S.E.T. San Antonio
- S.E.T. Moquegua
- S.E.T. Los Héroes
- S.E.T. Socabaya

Personal del Centro de Control

El Centro de Control cuenta con 06 personas capacitadas y experimentadas:

- 01 jefe de Centro de Control de Operaciones.
- 01 Técnico electricista, asistente de centro de control.
- 04 Operarios de Centro de Control S.E. Tacna.

2.5.4 Respaldo de suministro eléctrico

El suministro de energía eléctrica al sistema SCADA cuenta con un sistema de respaldo constituido por un UPS en línea con bancos de baterías con autonomía de 4 horas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

2.6 *Sub Estación Ilo*

2.6.1 Generalidades

La Subestación de Transformación Ilo, es parte del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional; ubicándose la Subestación en la zona de Pampa Inalámbrica, distrito de Ilo, provincia Mariscal Nieto y departamento de Moquegua; cuya Subestación de Transformación es suministrada de energía eléctrica desde las Subestaciones de Transformación C.T. Ilo 1 y MillSite, mediante las líneas de transmisión en 138 kV, identificado por el COES con código de línea N° L-1385 de propiedad de la empresa Southern Perú.

La Subestación de Transformación Ilo, suministra de energía eléctrica a la ciudad de Ilo, a través de (7) alimentadores en nivel de tensión de 10.5 kV para el suministro de sus 20984 usuarios y (03) en nivel de tensión de 22.9 kV para el suministro eléctrico de las industrias pesqueras de la ciudad.

Para la operación de esta Sub estación, hacían turnos de 8 horas cuatro operadores, los cuales debían estar al pendiente de cualquier alarma o evento que ocurriese para poder tomar las decisiones adecuadas ya que no se contaba con señales de estados, alarmas ni mandos remotos de esta sub estación.

2.6.2 Automatización de la Subestación Ilo

La ingeniería para la automatización de esta sub estación fue integrar el equipamiento de protección y medición de las celdas de salida, así como

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

también los mandos a distancia y todos reportarlos en tiempo real al Centro de Control de Electrosur ubicado en la ciudad de Tacna aproximadamente a 150 Km de Ilo.

Se definió que el protocolo de comunicación fuera el DNP 3.0, y los mandos fueran hechos por protocolo a través de los relés de protección, se integraron:

- 06 relés multifunción SEL 351A
- 02 relés multifunción SEL451
- 02 Reconectadores Schneider ADVC
- 01 Relé Controlador de bahía ABB REC670
- 01 Monitor de transformador SEL 2414
- 08 medidores SEL 735
- 01 RTU SEL 3530-4

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

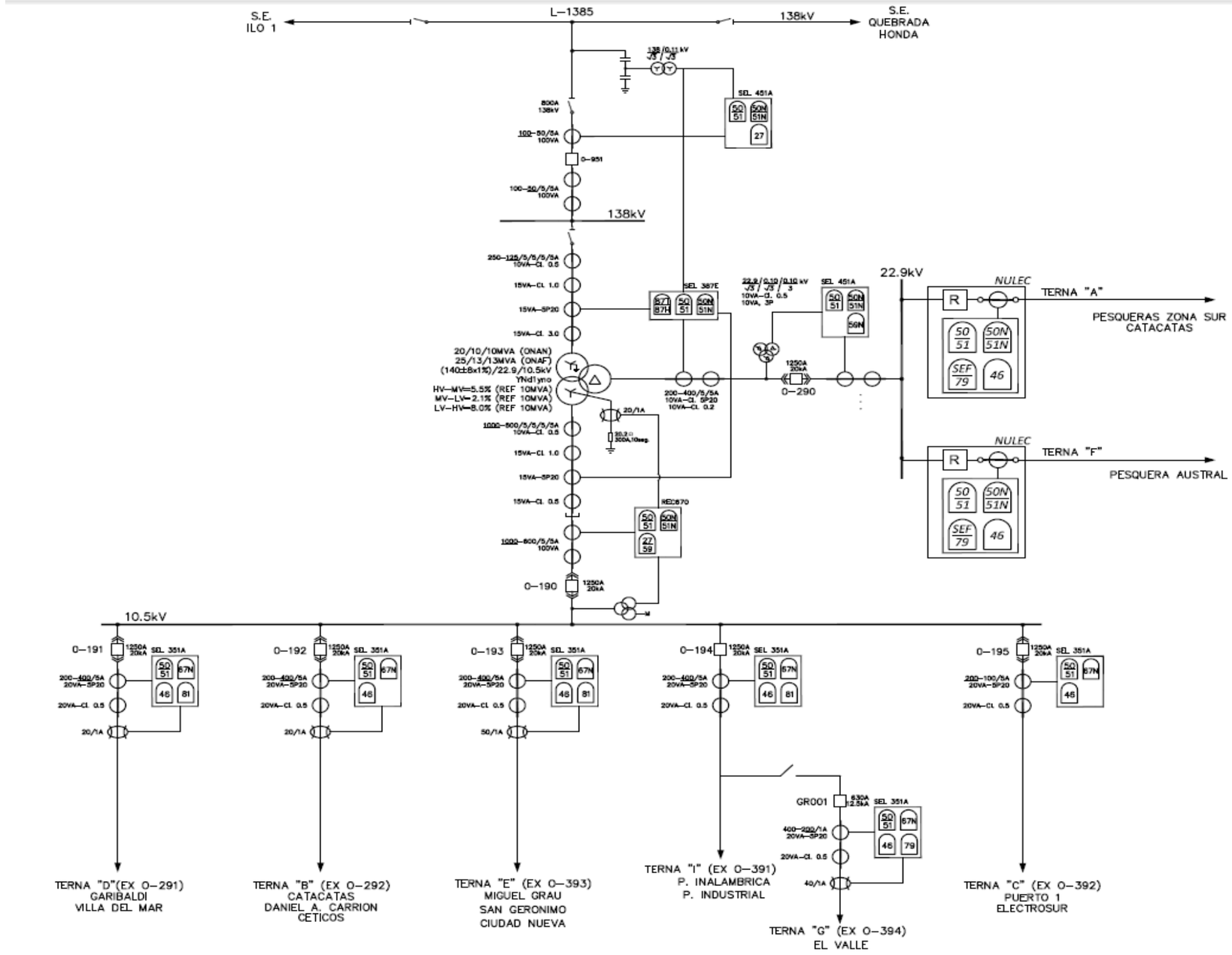


Figura 5 Diagrama Unifilar SE Ilo

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Todos ellos comunicados por Ethernet a través de dos Switchs administrables SEL2730M y enviados a Tacna mediante un radio enlace, con estaciones repetidores intermedias.

Se realizaron los mapas DNP 3.0 de cada uno de los equipos a ser integrados de acuerdo a las señales requeridas, a continuación se muestran los mapas DNP 3.0 del relé que protege el alimentador O-195, configurados el software propietario de SEL AcSELerator Quickset.

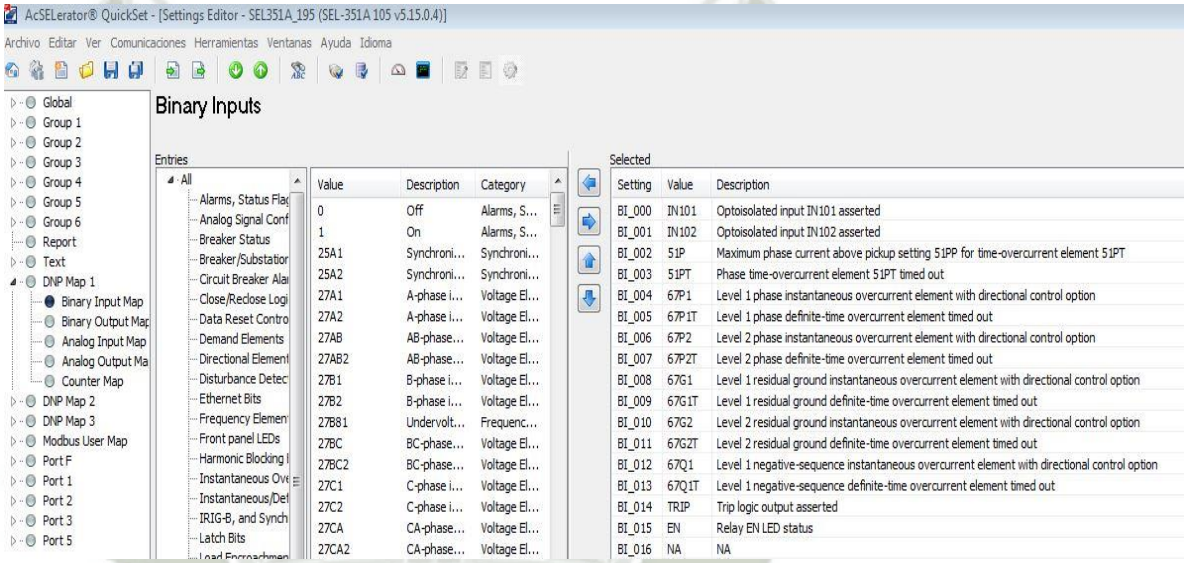


Figura 6 SEÑALES DIGITALES RELE SEL351A

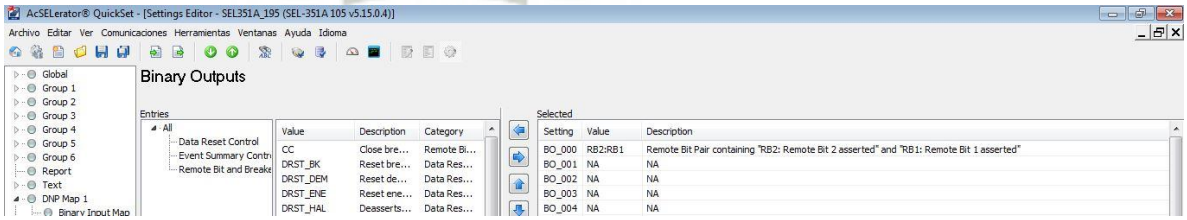


Figura 7 SEÑALES DIGITALES DE CONTROL

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

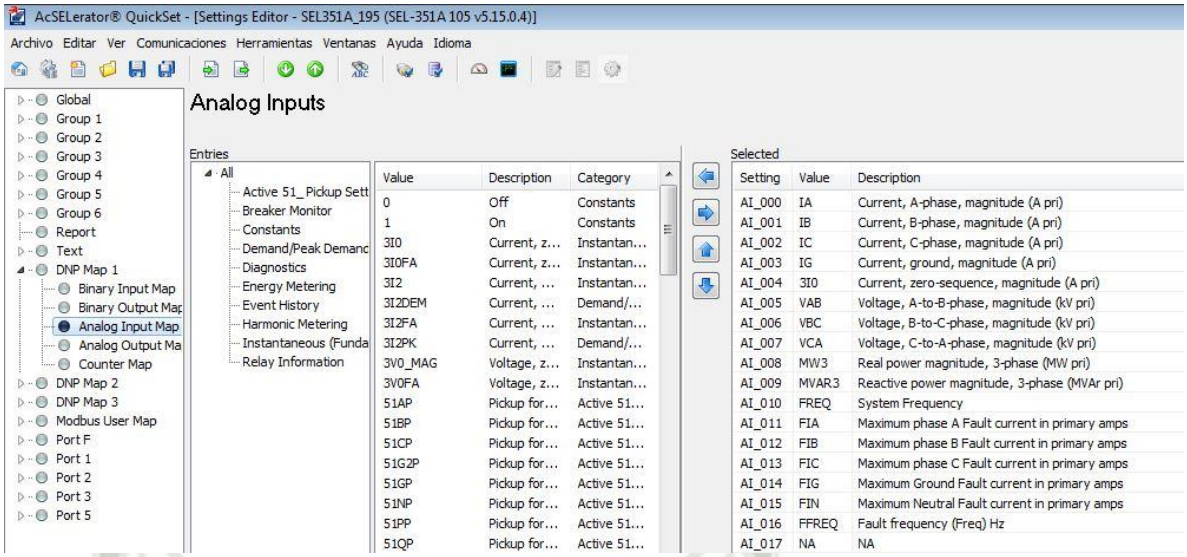


Figura 8 SEÑALES ANALÓGICAS

Luego se procede a la configuración del mapa en DNP 3.0 el Software AcSELerator RTAC de SEL para poder subirle la configuración a la RTU 3530-4

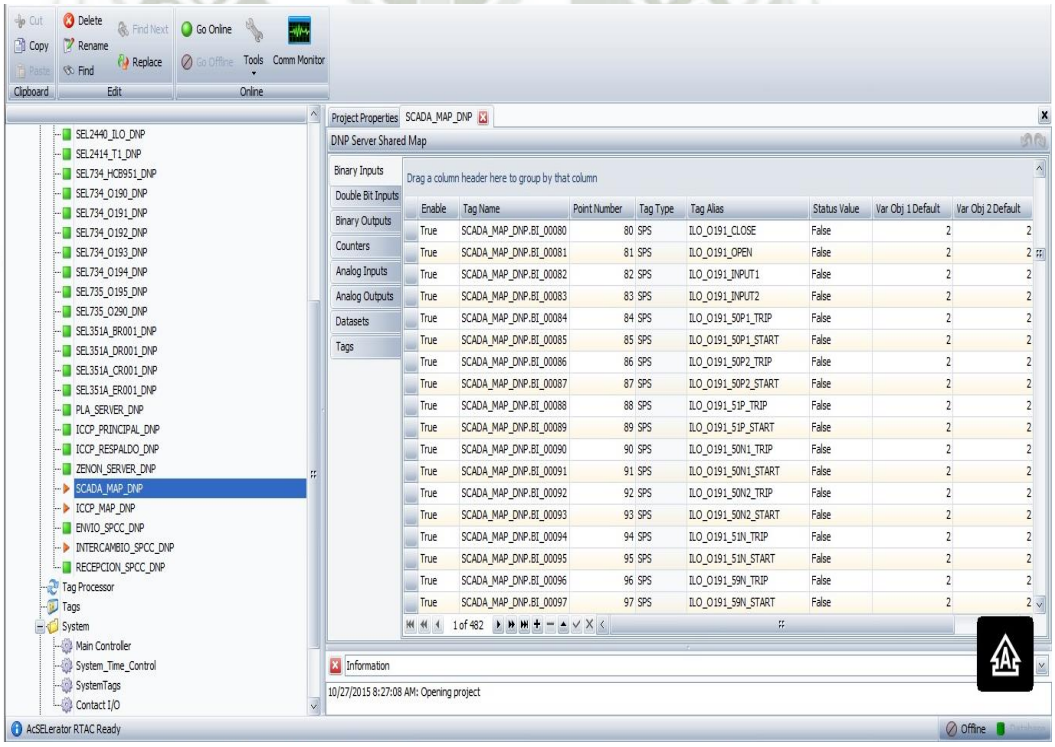


Figura 9 CONFIGUACIÓN DNP EN RTU D25 GE

En total se integraron:

- 482 Binary Inputs
- 55 Binary outputs
- 886 Analog inputs

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

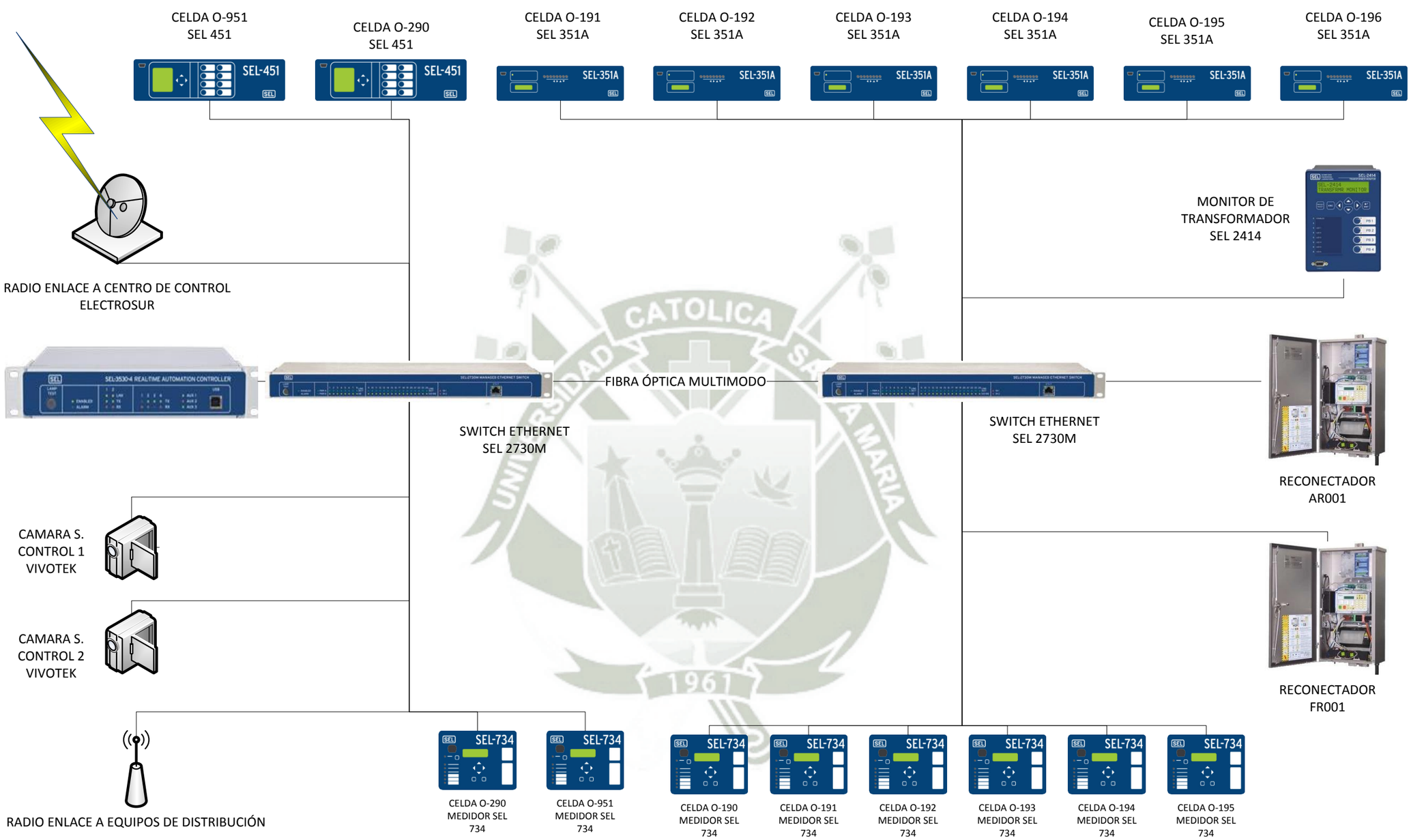


Figura 10 Arquitectura de comunicaciones SE Ilo

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Se procedió a realizar las gráficas para el HMI del SCADA que debe monitorear el operador de Centro de Control.

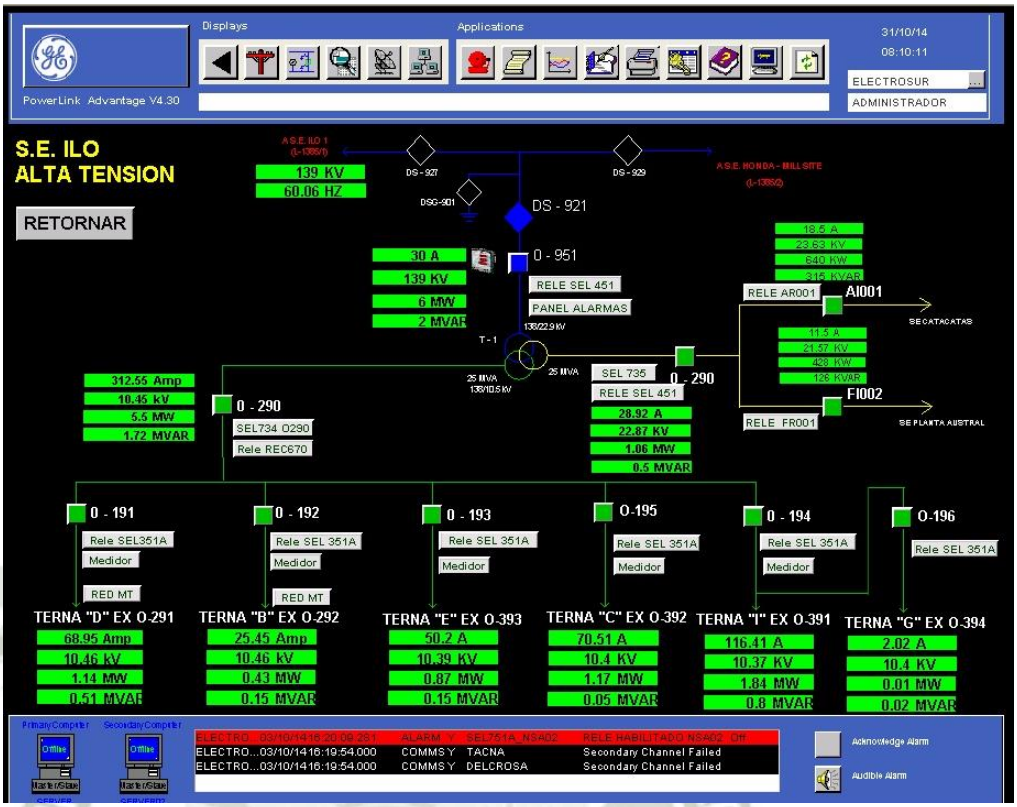


Figura 11 HMI SCADA ILO

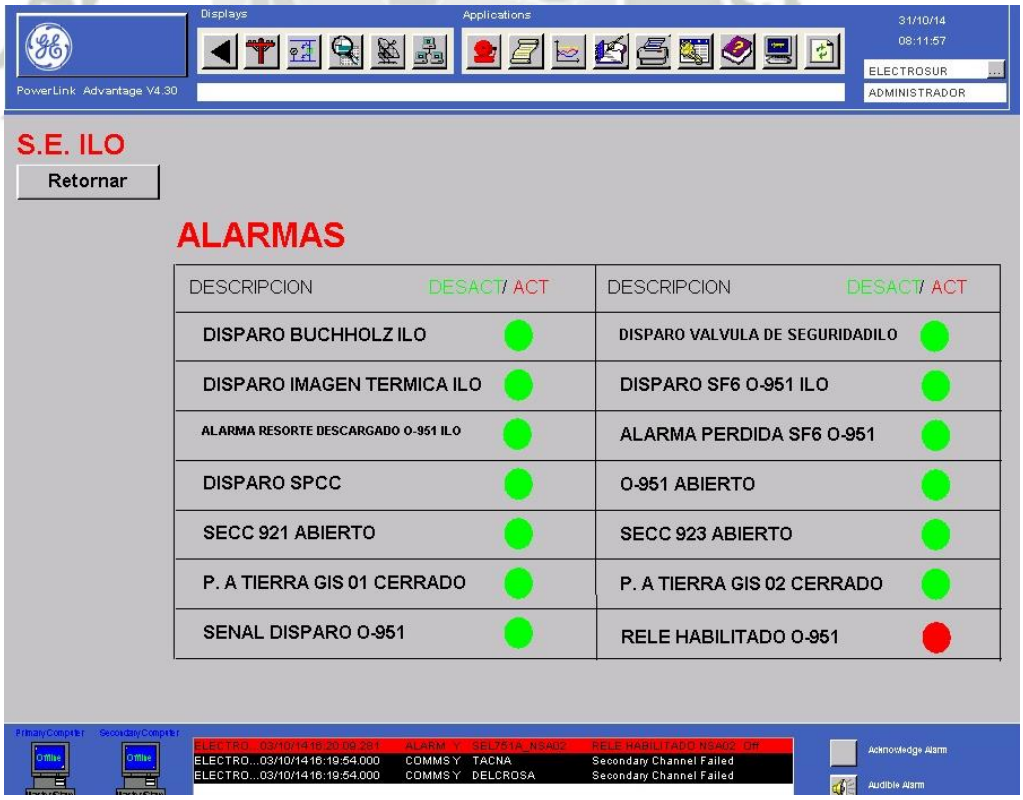


Figura 12 SCADA ALARMAS ILO

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

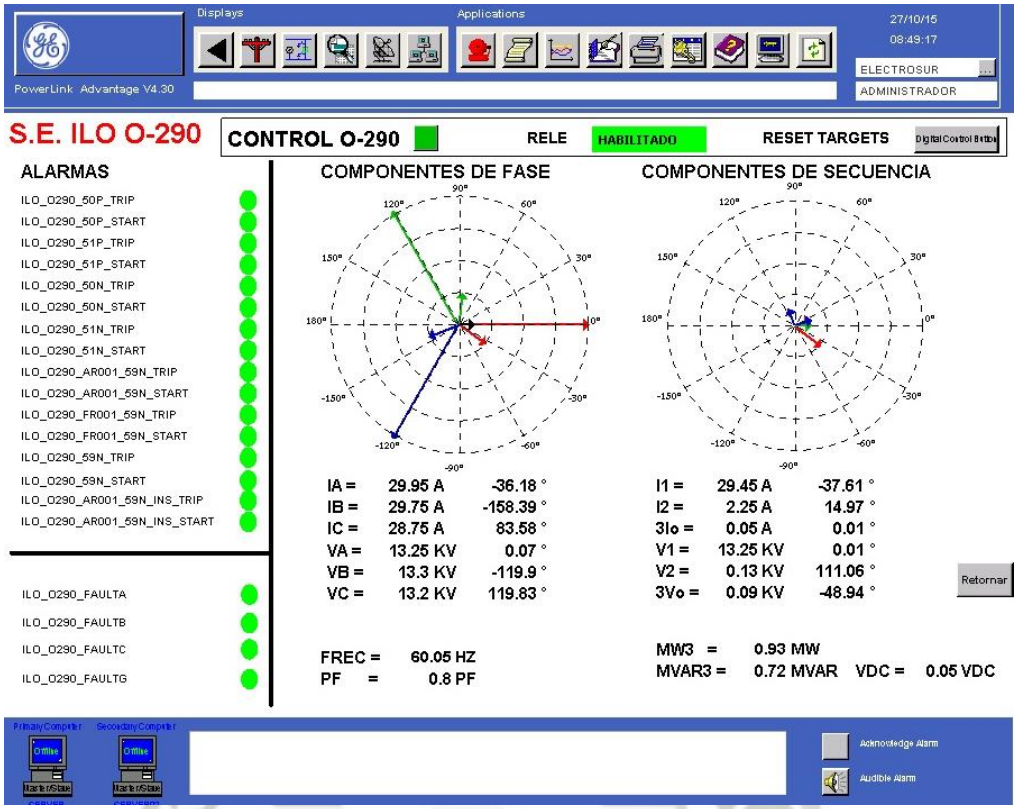


Figura 13 SCADA SEL451 ILO

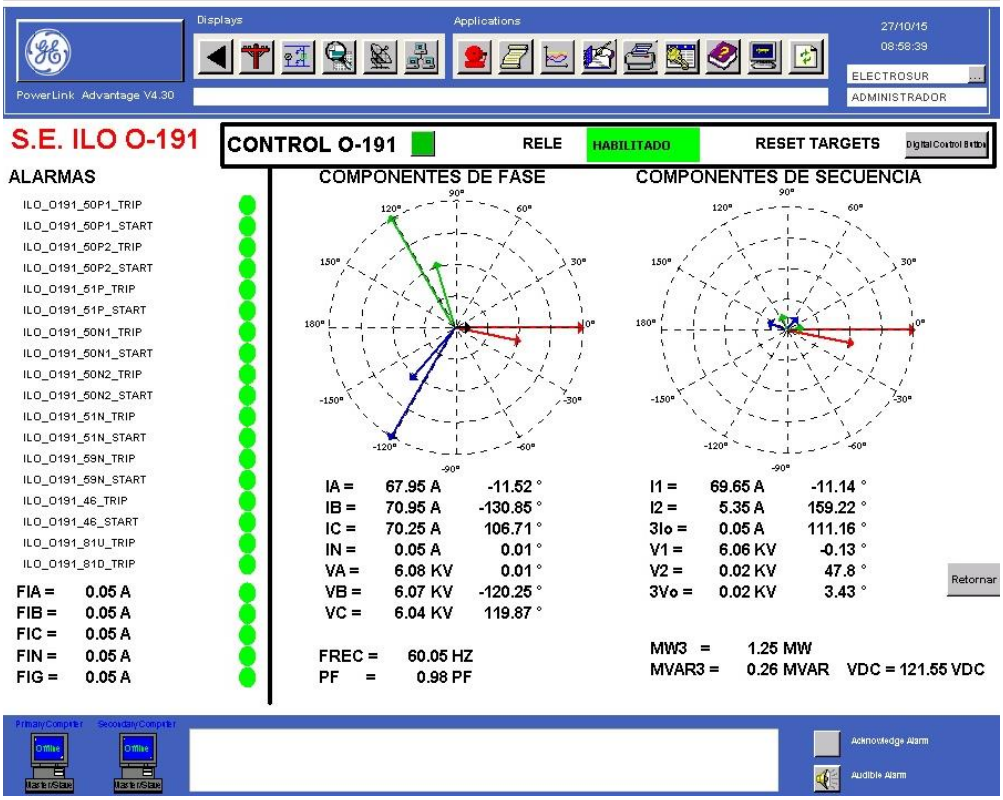


Figura 14 SCADA SEL351A ILO

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

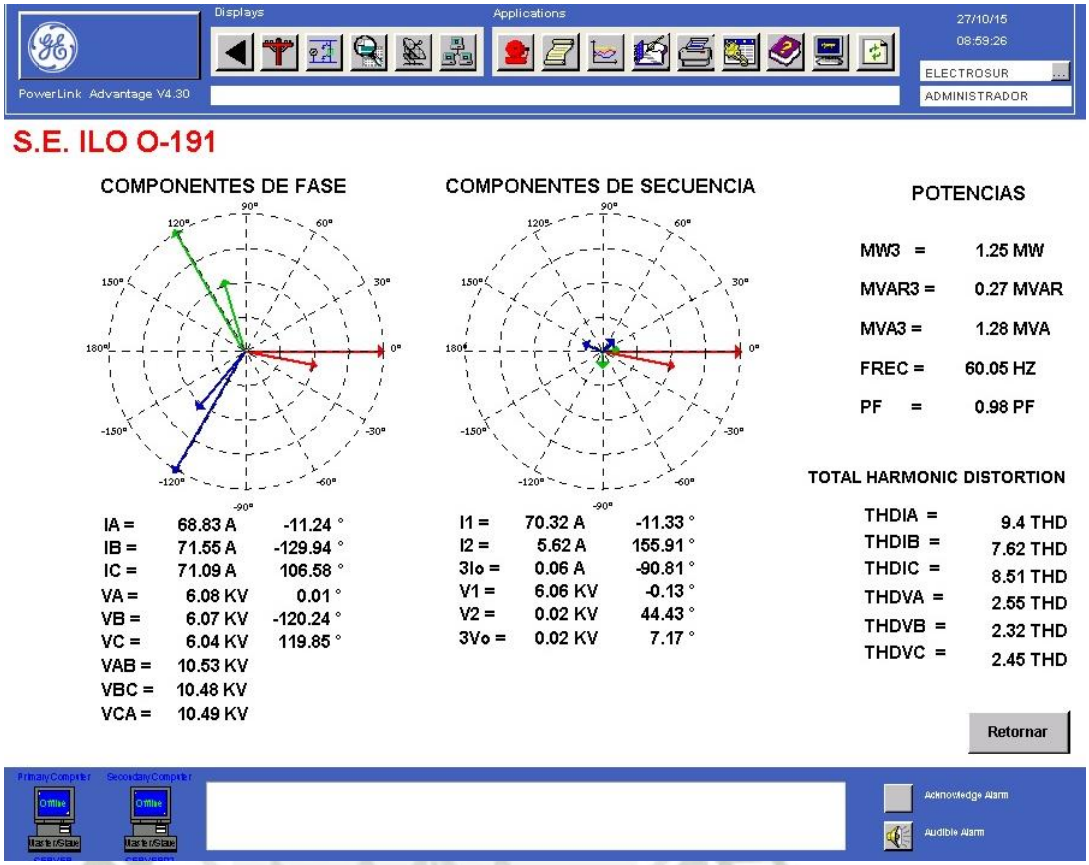


Figura 15 SCADA SEL734

2.7 *Sub Estación Yarada*

2.7.1 Generalidades

La Subestación de Transformación La Yarada, es parte del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional, cuya Subestación se encuentra ubicada en el Centro Poblado Menor La Yarada en el distrito, provincia y departamento de Tacna.

Dicha Subestación de Transformación es suministrada de energía eléctrica desde de la Subestación de Transformación Tacna, a través de la línea de

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

transmisión en 66 kV., identificado por el COES con código de línea L-6659 de propiedad de la empresa distribuidora ELECTROSUR S.A.

La Subestación de Transformación La Yarada, suministra de energía eléctrica al centro poblado menor La Yarada, zona eminentemente agrícola a través de (05) alimentadores en nivel de tensión de 10.5 kV, a un total de 1166 usuarios.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

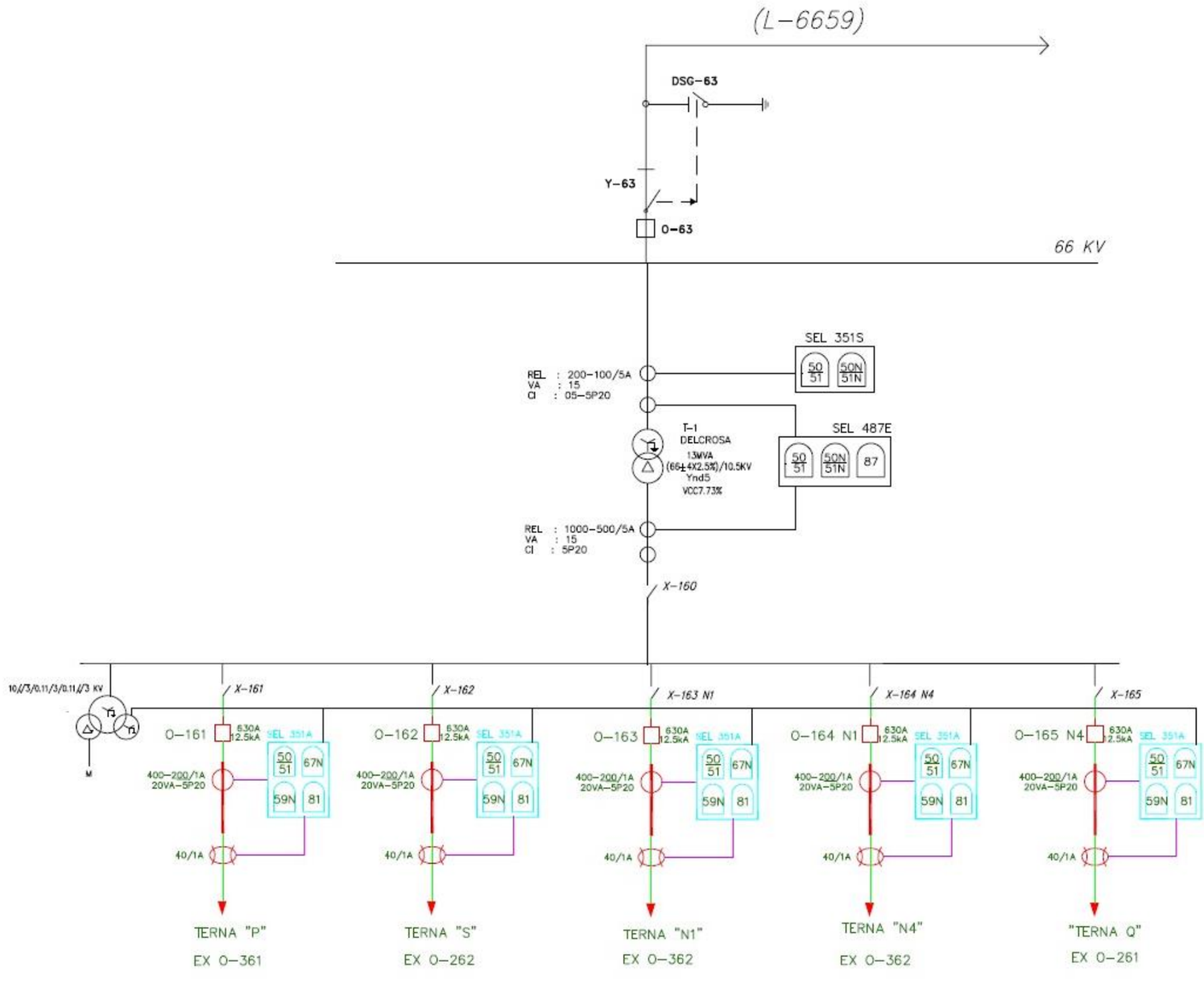


Figura 16 Diagrama Unifilar SE Yarada

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Para la operación de esta Sub estación, hacían turnos de 8 horas cuatro operadores, los cuales debían estar al pendiente de cualquier alarma o evento que ocurriese para poder tomar las decisiones adecuadas ya que no se contaba con señales de estados, alarmas ni mandos remotos de esta sub estación.

2.7.2 Automatización de la Subestación Yarada

La ingeniería para la automatización de esta sub estación fue integrar el equipamiento de protección y medición de las celdas de salida, así como también los mandos a distancia y todos reportarlos en tiempo real al Centro de Control de Electrosur ubicado en la ciudad de Tacna aproximadamente a 30 Km de la Sub Estación Yarada.

Se definió que el protocolo de comunicación fuera el DNP 3.0, y los mandos fueran hechos por protocolo a través de los relés de protección, se integraron:

- 05 relés multifunción SEL 351A
- 01 relés multifunción SEL351R
- 01 Relé Diferencial SEL487E
- 01 Medidor de Energía SEL734
- 01 Monitor de transformador SEL 2414
- 01 RTU SEL3505

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Todos ellos comunicados por Ethernet a través de un Switch administrable SEL2730M y enviados a Tacna mediante un radio enlace Punto a Punto, el cual rebota en el repetidor Magollo, ya que no se cuenta con línea de vista directa entre la Sub Estación y Centro de Control Tacna.

Se realizaron los mapas DNP 3.0 de cada uno de los equipos a ser integrados de acuerdo a las señales requeridas, a continuación se muestran los mapas DNP 3.0 del relé que protege el alimentador O-161, configurados el software propietario de SEL AcSELerator Quickset.

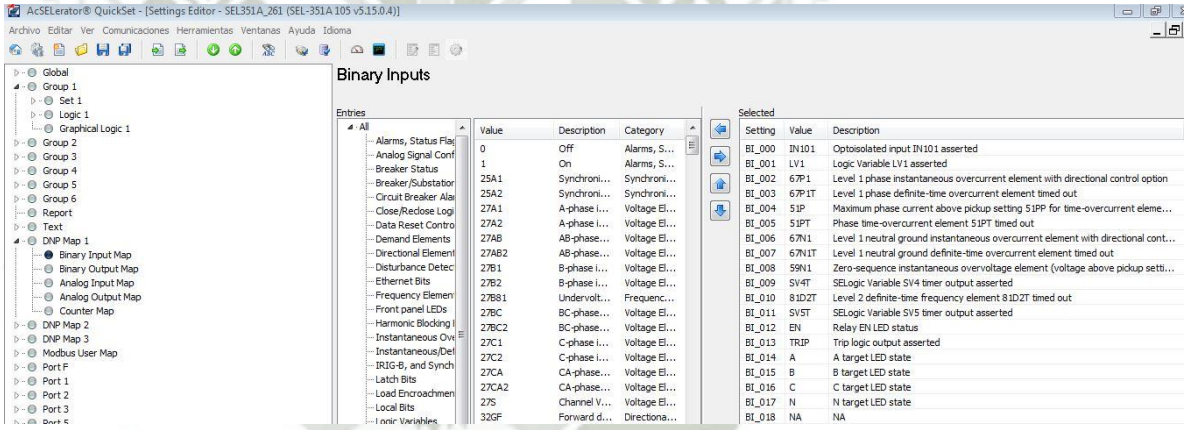


Figura 17 SEÑALES DIGITALES RELE SEL351A

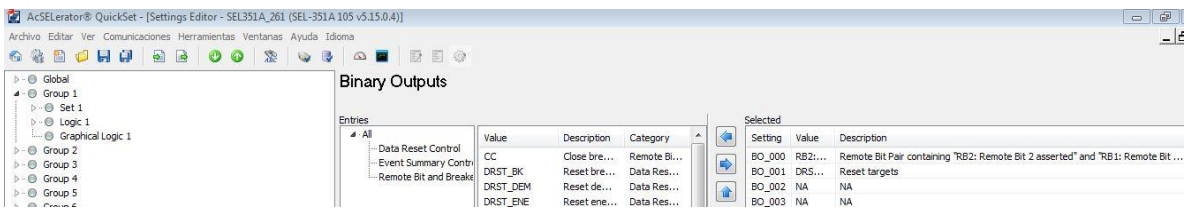


Figura 18 SEÑALES DIGITALES DE CONTROL

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

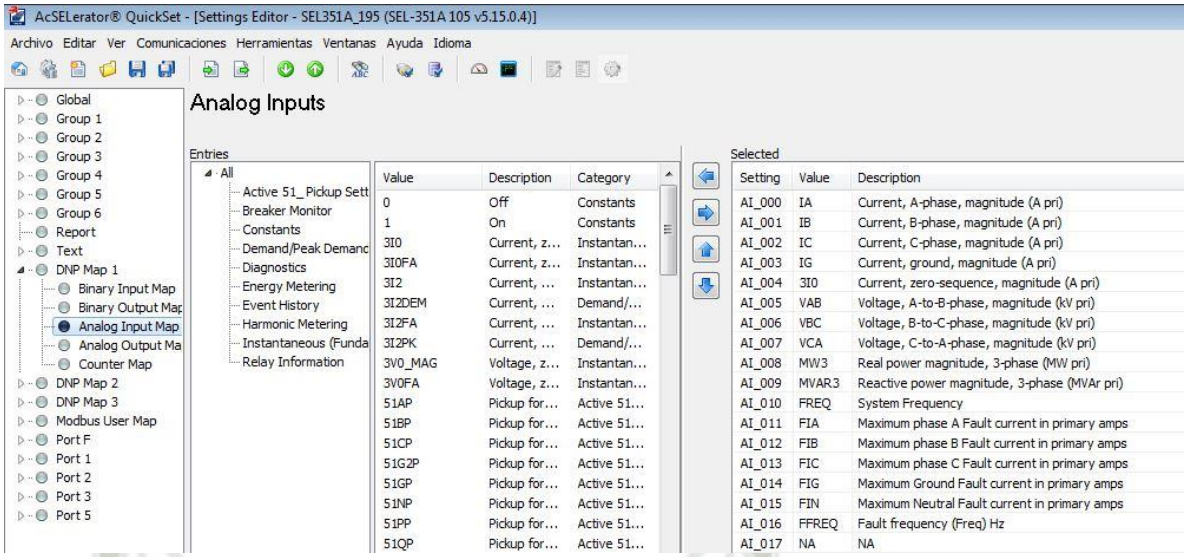


Figura 19 SEÑALES ANALÓGICAS

Luego se procede a la configuración del mapa dnp 3.0 en el SOFTWARE

AcSELerator RTAC de SEL.

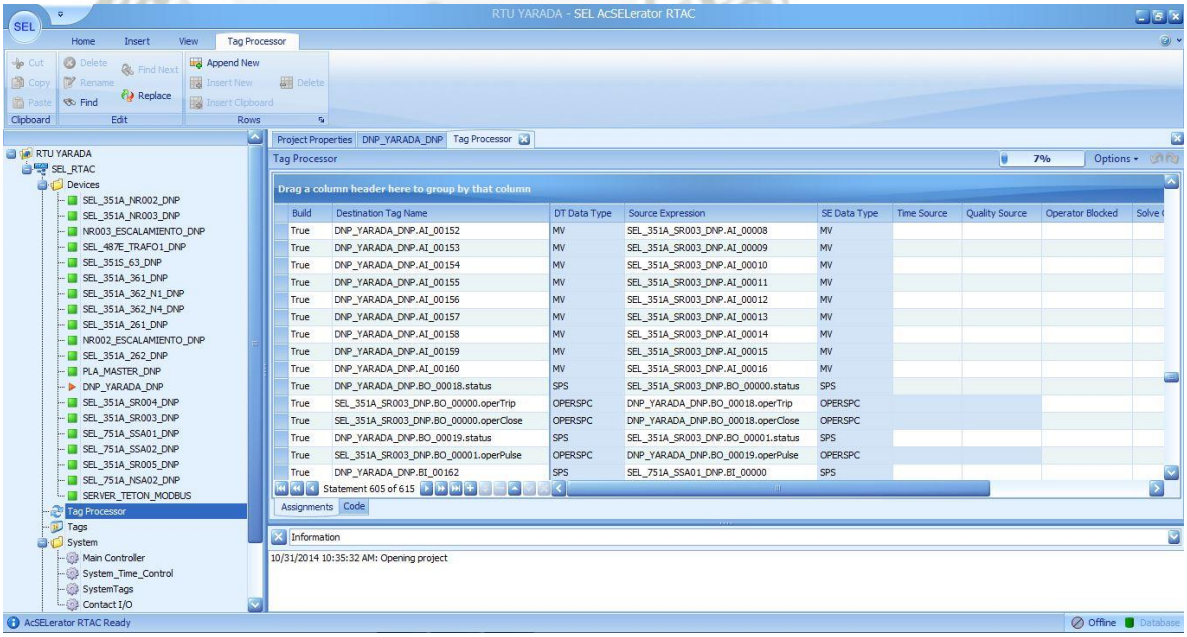


Figura 20 CONFIGURACIÓN DEL MAPA DNP RTU SEL 3530-4

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

En total se integraron:

- 120 Señales digitales
- 12 mandos a distancia
- 150 Señales digitales

Las cuales son reportadas en tiempo real al centro de control de Electrosur S.A. ubicado en la ciudad de Tacna, utilizando Radio enlace Punto a Punto.

Se procedió a realizar las gráficas para el HMI del SCADA que debe monitorear el operador de Centro de Control.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

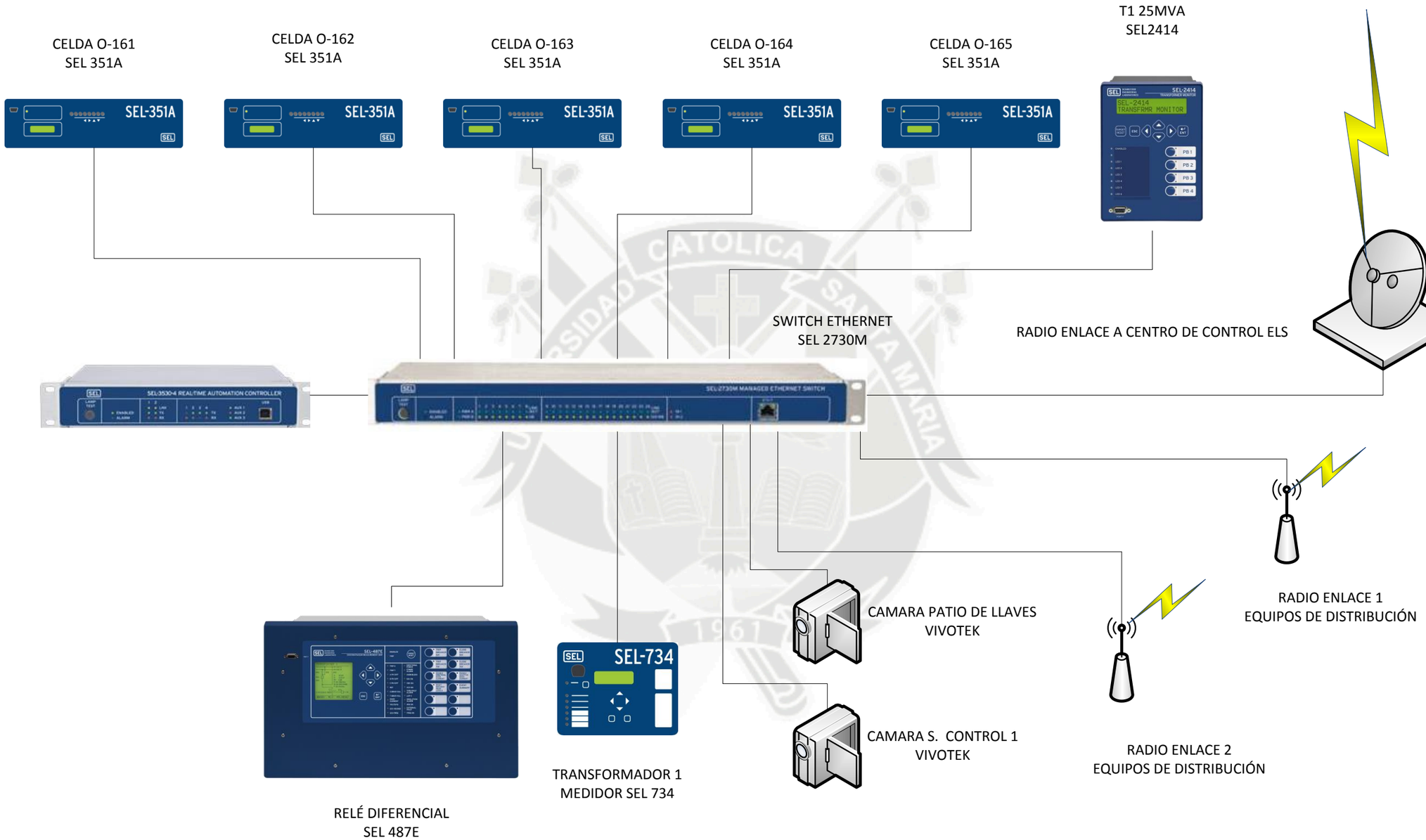


Figura 21 Arquitectura de comunicaciones SE Yarada

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

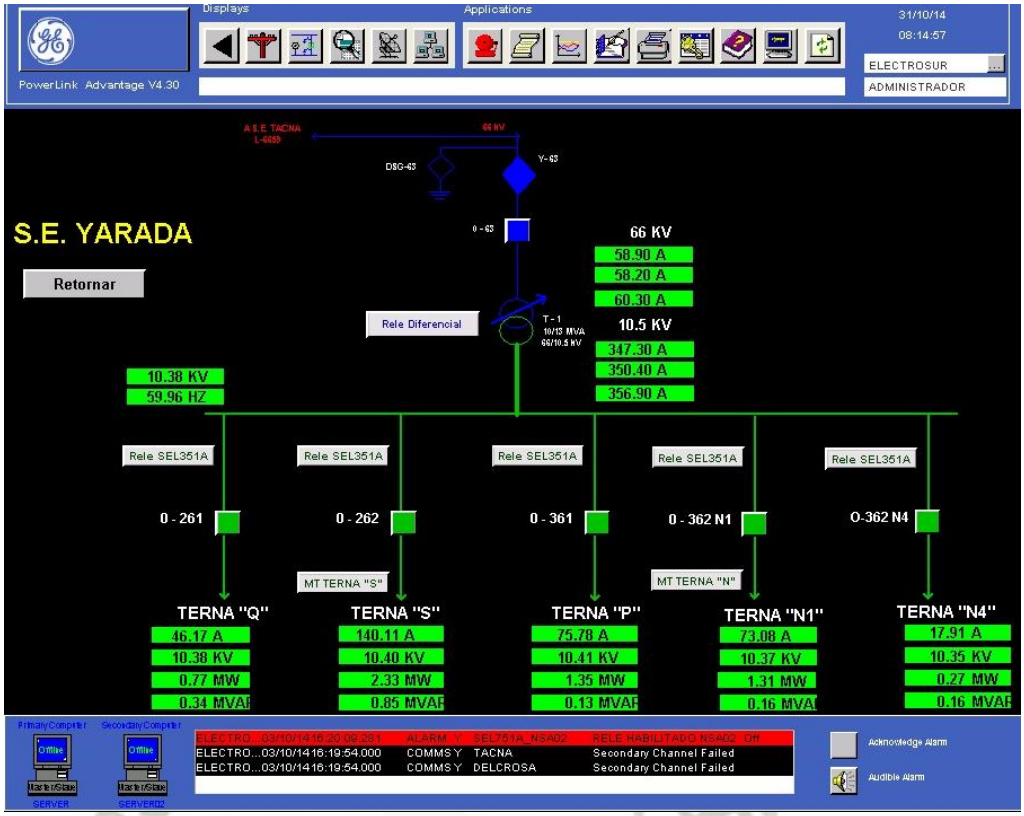


Figura 22 HMI SCADA YARADA

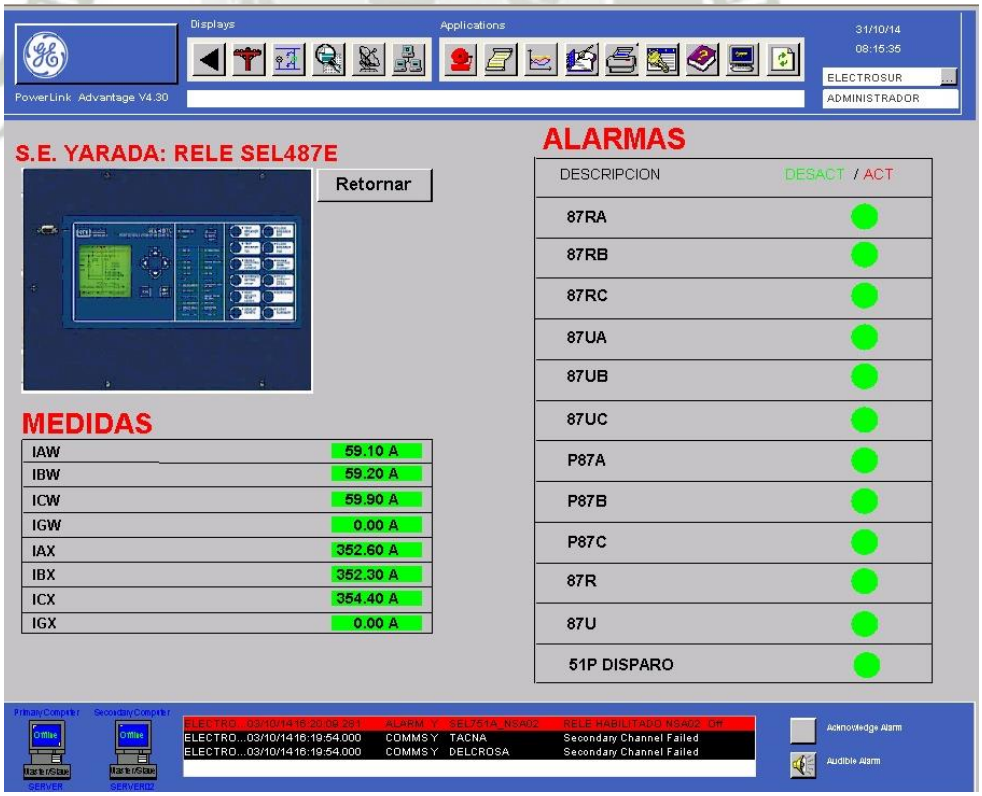


Figura 23 RELÉ DIFERENCIAL SEL 487E YARADA

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

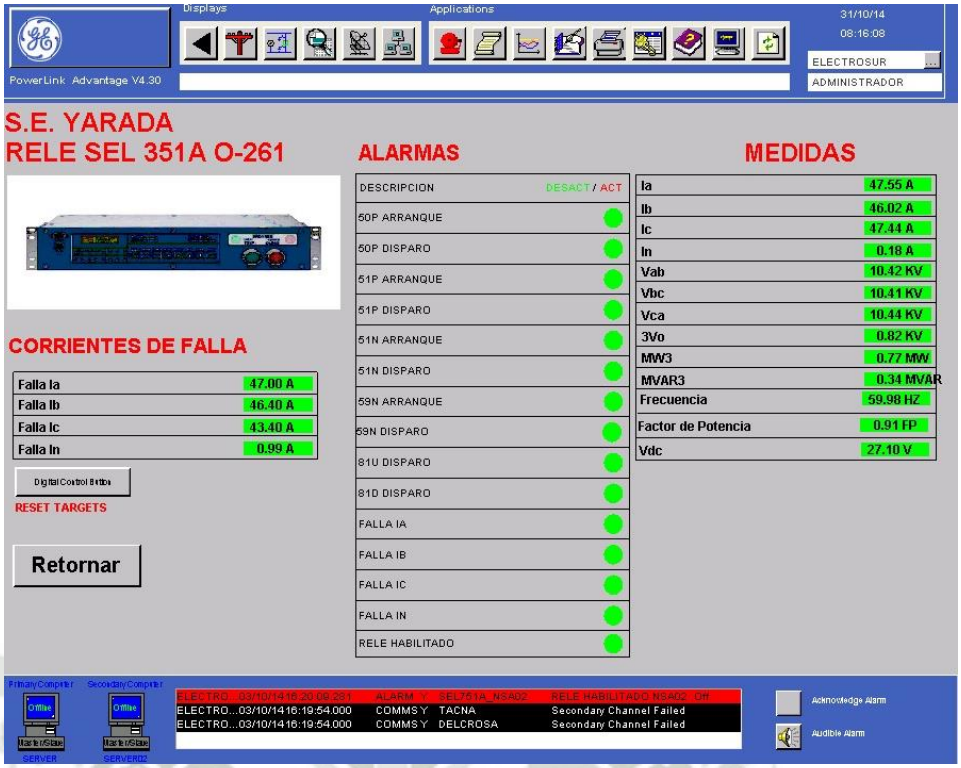


Figura 24 RELÉ MULTIFUNCIÓN SEL351A YARADA

2.8 *Sub Estación Parque Industrial*

2.8.1 Generalidades

La Subestación de Transformación Parque Industrial es parte del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional; cuya Subestación se encuentra ubicada en el Parque Industrial Manzanas “F” y “G” Lote del distrito de Ciudad Nueva, provincia y departamento de Tacna.

En dicha subestación de transformación suministra de energía eléctrica a los usuarios del cono norte de la ciudad de Tacna, a través de cuatro (04) alimentadores F, G, H é I; donde la Terna “F” existe predominantemente carga Industrial; el suministro eléctrico se realiza mediante un

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

transformador de potencia de la marca DELCROSA 20/25 MVA con regulación automática.

La Subestación de Transformación Parque Industrial, es suministrada de energía eléctrica desde de la Subestación de Transformación Tacna, mediante una línea de transmisión en 66 kV. de 7.5 Km., identificado por el COES con código de línea N° L-6677 de propiedad de la empresa ELECTROSUR S.A.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

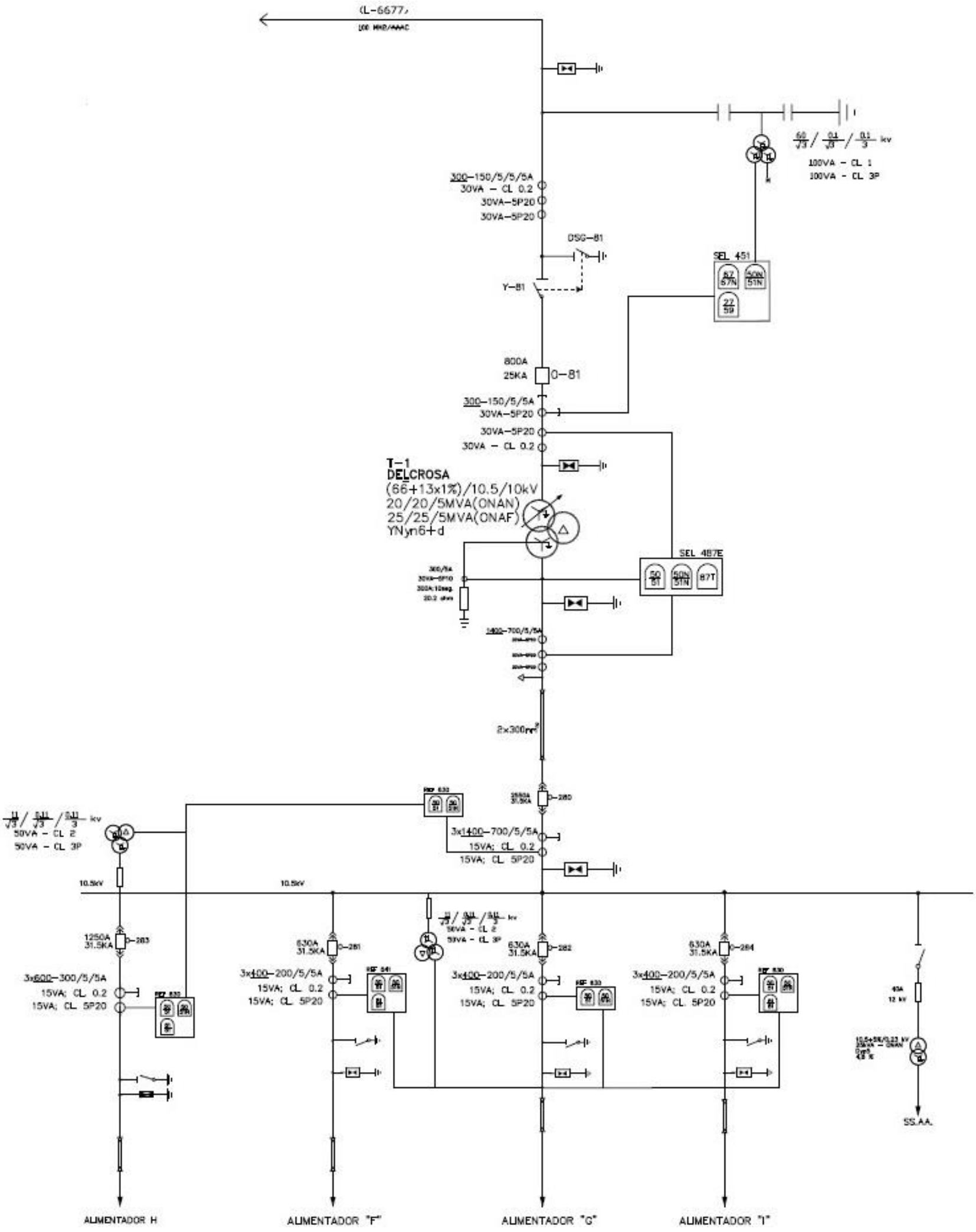


Figura 25 Diagrama Unifilar SE Parque Industrial

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Para la operación de esta Sub estación, hacían turnos de 8 horas cuatro operadores, los cuales debían estar al pendiente de cualquier alarma o evento que ocurriese para poder tomar las decisiones adecuadas ya que no se contaba con señales de estados, alarmas ni mandos remotos de esta sub estación.

2.8.2 Automatización de la Subestación Parque Industrial

La ingeniería para la automatización de esta sub estación fue integrar el equipamiento de protección y medición de las celdas de salida, así como también los mandos a distancia y todos reportarlos en tiempo real al Centro de Control de Electrosur ubicado en la ciudad de Tacna aproximadamente a 7.5 Km de la Sub Estación Parque Industrial.

Se definió que el protocolo de comunicación fuera el DNP 3.0, y los mandos fueran hechos por protocolo a través de los relés de protección, se integraron:

- 05 relés multifunción ABB REF630
- 01 relés multifunción SEL451
- 01 Relé Diferencial SEL487E
- 04 Medidores de Energía SEL734
- 02 Medidores de Energía ION 7550
- Monitor de transformador SEL 2414
- 01 RTU SEL 3530-4

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Todos ellos comunicados por Ethernet a través de un Switch administrable SEL2730M y enviados a Tacna mediante un radio enlace Punto a Punto.

Se realizaron los mapas DNP 3.0 de cada uno de los equipos a ser integrados de acuerdo a las señales requeridas, a continuación se muestran los mapas DNP 3.0 del relé que protege el alimentador O-281, configurado en el software propietario de ABB PCM600 2.6

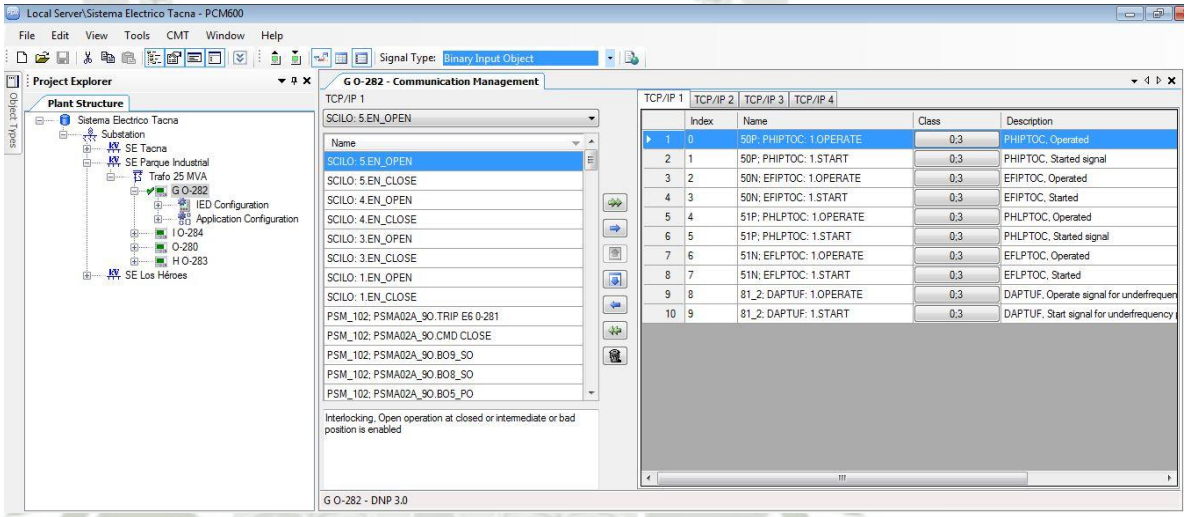


Figura 26 SEÑALES DIGITALES RELE ABB REF630

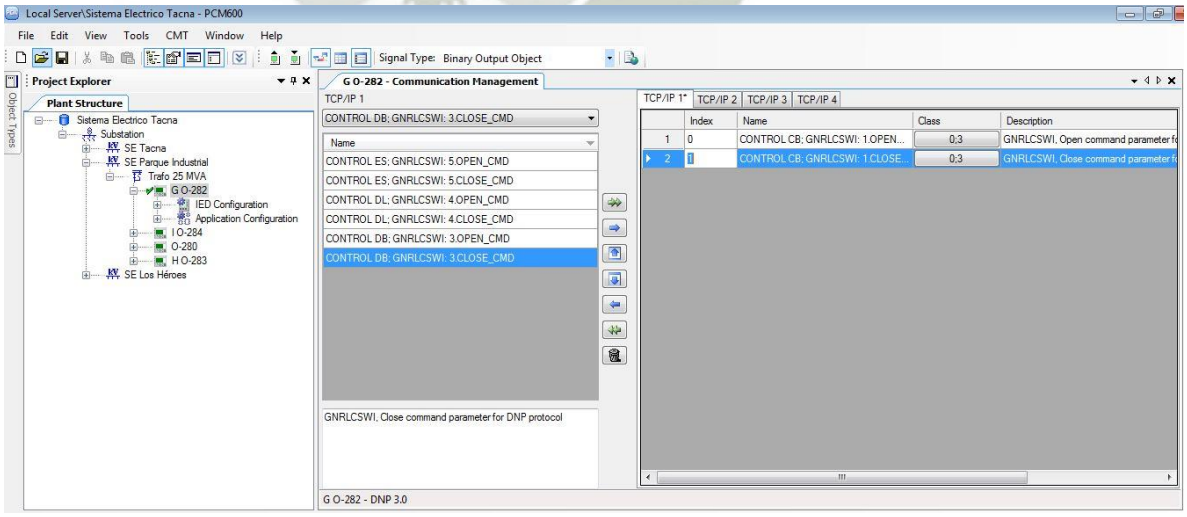


Figura 27 SEÑALES DIGITALES DE CONTROL RELÉ ABB REF630

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

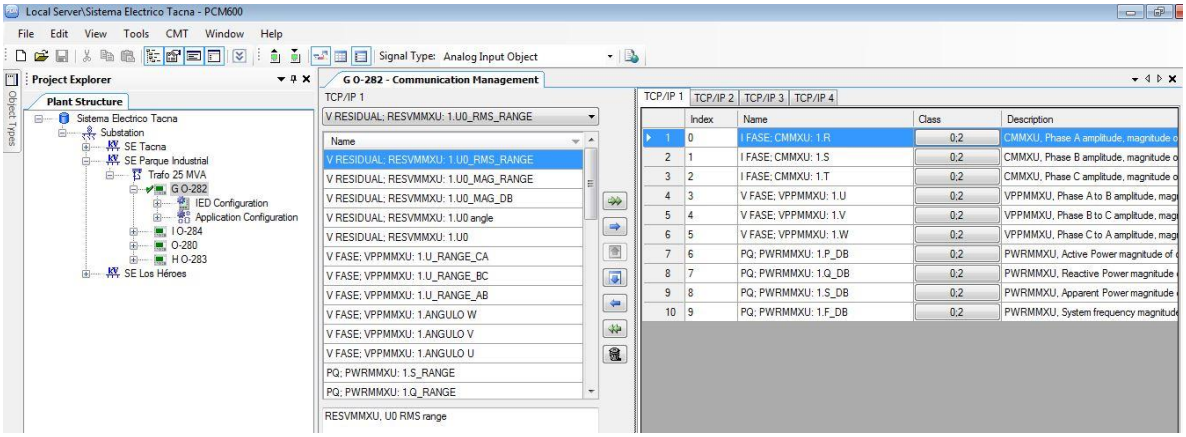


Figura 28 SEÑALES ANALÓGICAS RELÉ ABB REF630

Luego se procede a la configuración del mapa dnp 3.0 en el SOFTWARE

AcSELerator RTAC.

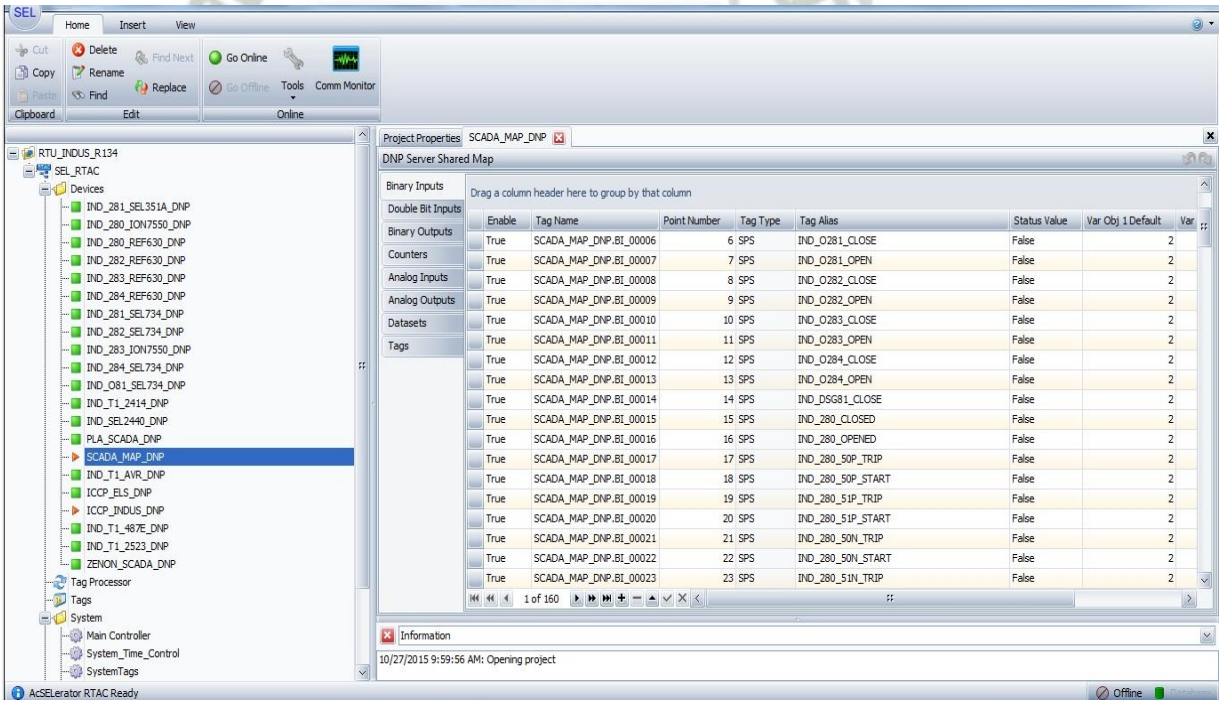


Figura 29 Mapa DNP 3.0 RTU SEL 3530-4

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

En total se integraron:

- 205 Señales digitales
- 14 mandos a distancia
- 310 Señales digitales

Las cuales son reportadas en tiempo real al centro de control de Electrosur S.A. ubicado en la ciudad de Tacna, utilizando un Radio Enlace Punto a Punto.

Se procedió a realizar las gráficas para el HMI del SCADA que debe monitorear el operador de Centro de Control.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

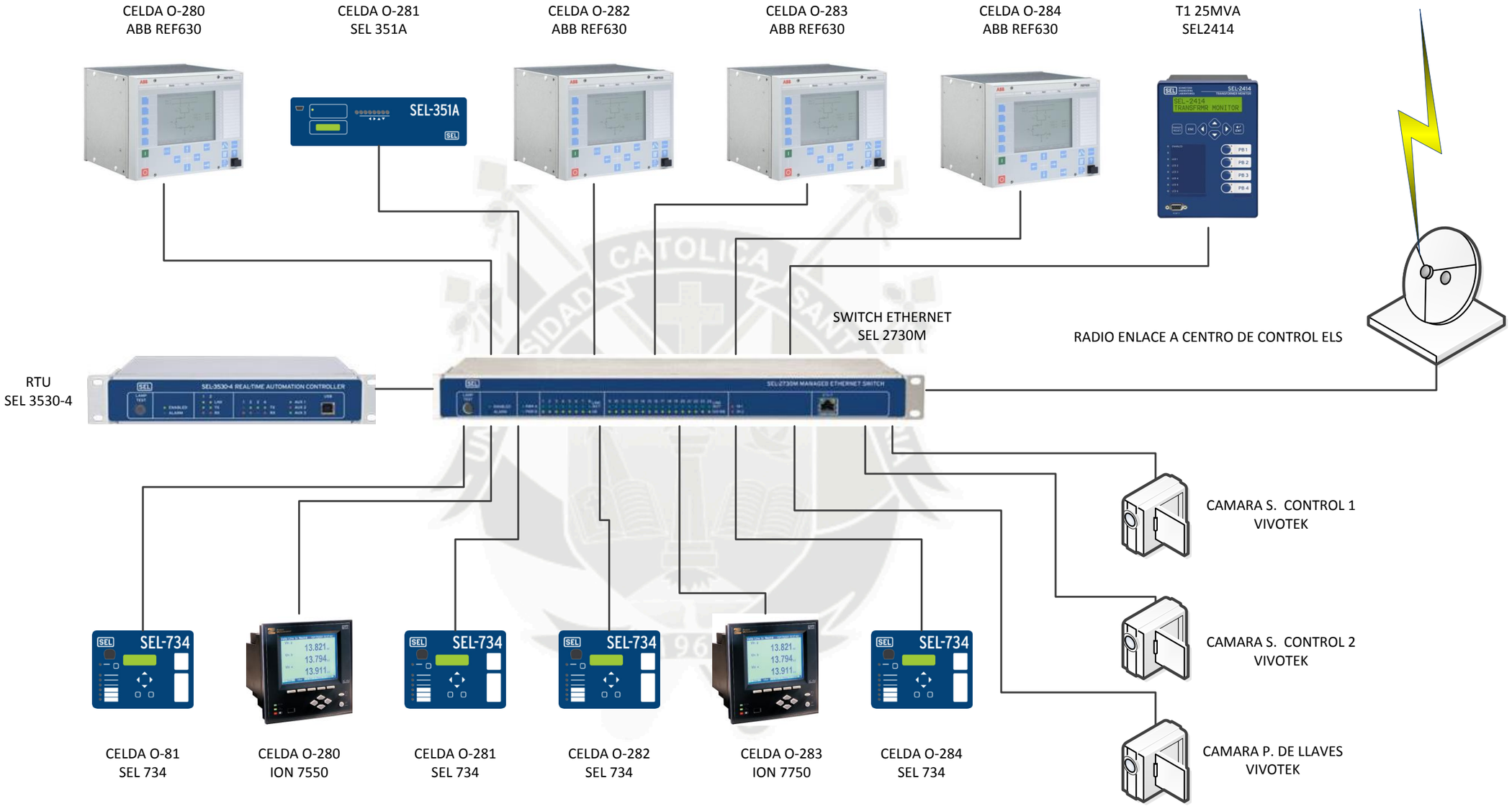


Figura 30 Arquitectura de comunicaciones SE Parque Industrial

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

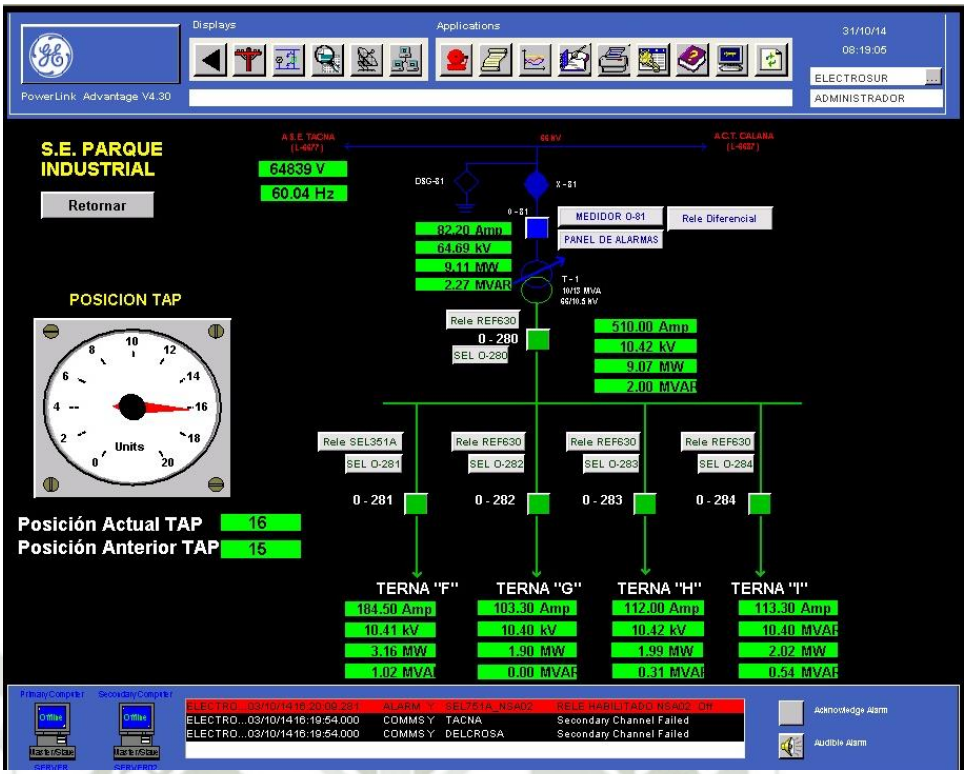


Figura 31 HMI SCADA PARQUE INDUSTRIAL

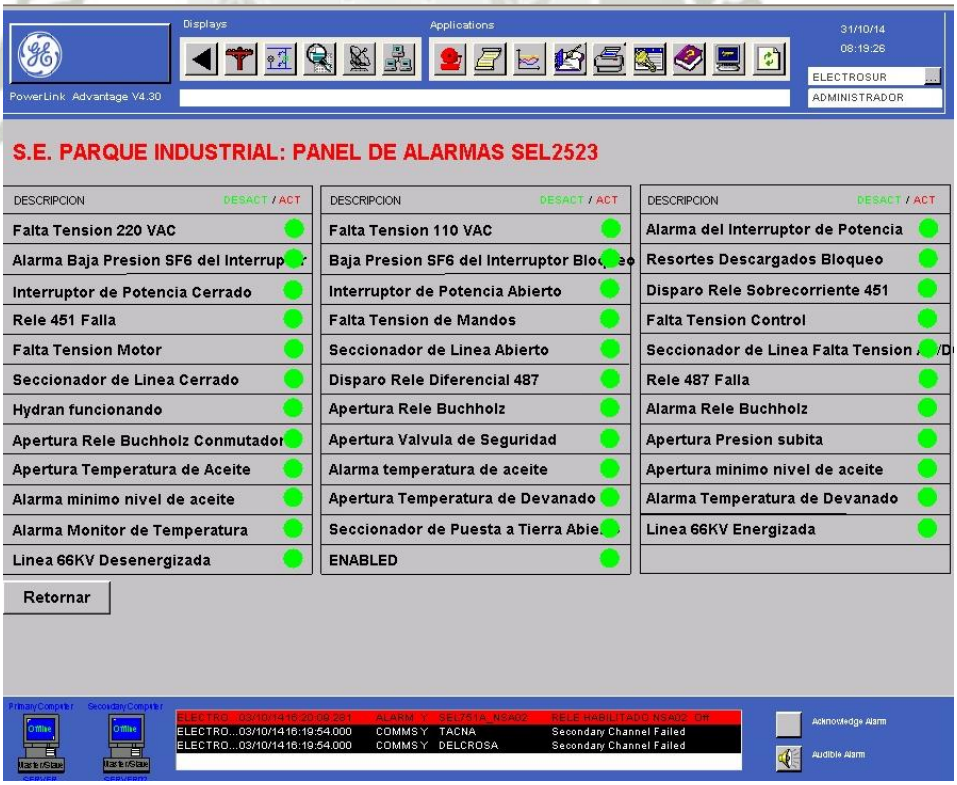


Figura 32 PANEL DE ALARMAS SE PARQUE INDUSTRIAL

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

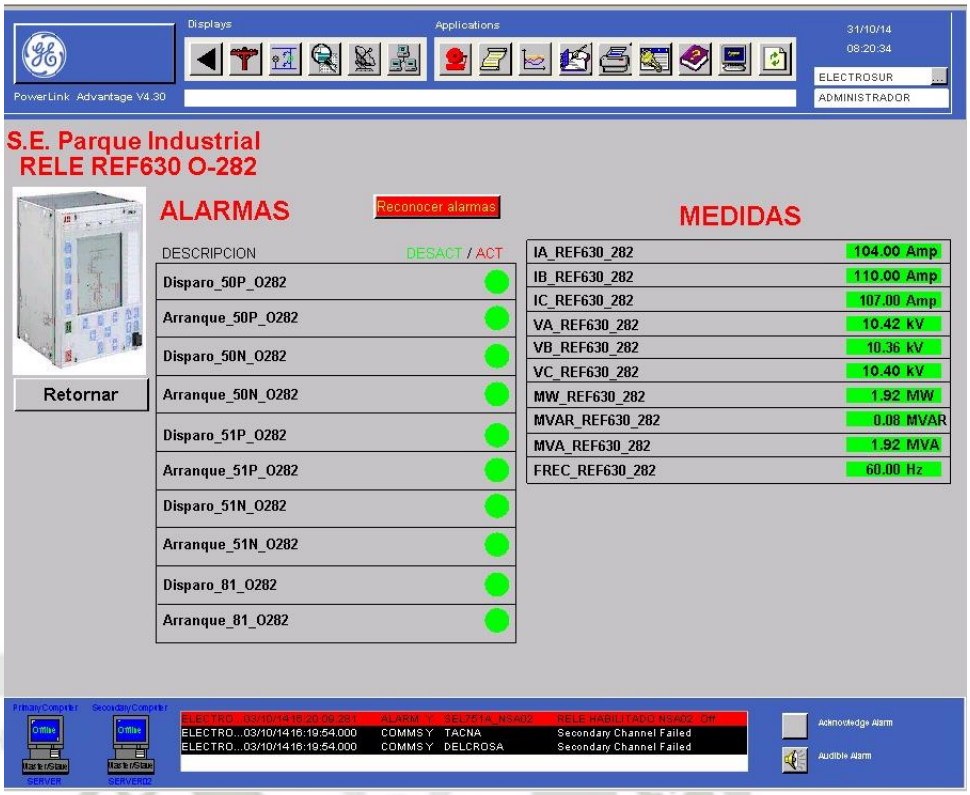


Figura 33 RELÉ MULTIFUNCIÓN ABB REF630

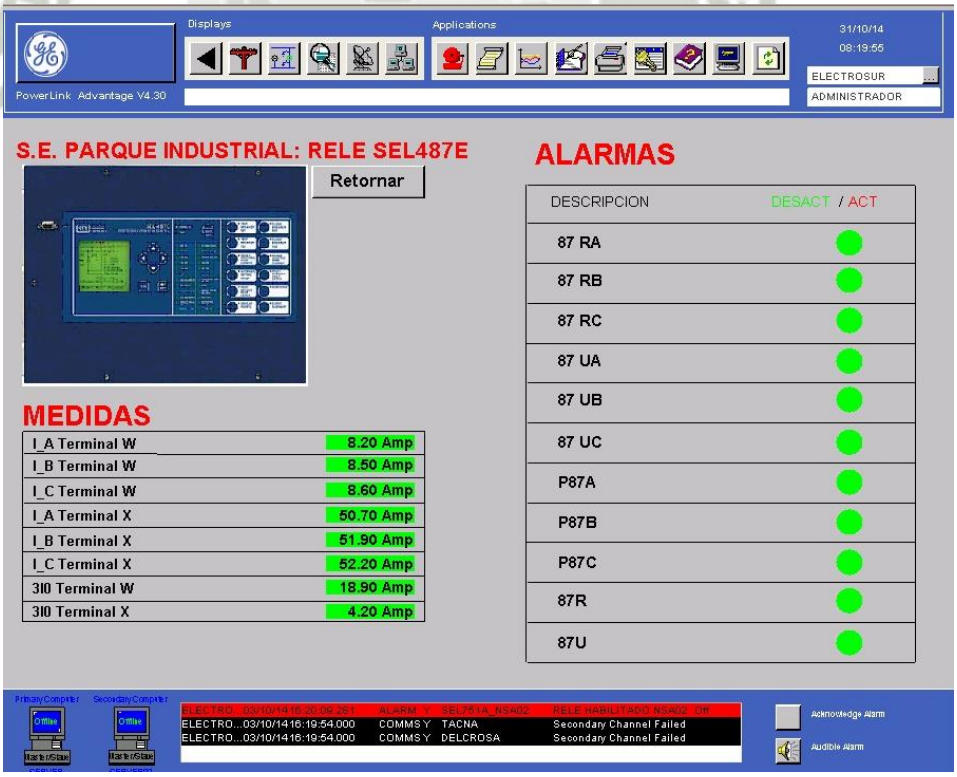


Figura 34 RELÉ DIFERENCIAL SEL 487E SE PARQUE INDUSTRIAL

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

2.9 *Sub Estación Alto Zapata – San Antonio*

2.9.1 Generalidades

La Sub Estaciones de potencia Alto Zapata y San Antonio se encuentran ubicadas en la Ciudad de Moquegua, dotan de energía eléctrica a la ciudad de Moquegua y sus distritos, se alimenta de una línea en 138 KV y la transforma a 10.5 KV, cuenta con 01 celda en alta tensión y 05 celdas de salida en media tensión según el siguiente diagrama unifilar.

Para la operación de estas Sub estaciones, hacían turnos de 8 horas cuatro operadores, los cuales debían estar al pendiente de cualquier alarma o evento que ocurriese para poder tomar las decisiones adecuadas ya que no se contaba con señales de estados, alarmas ni mandos remotos de esta sub estación.

2.9.2 Automatización de la Subestación Alto Zapata – San Antonio

La ingeniería para la automatización de esta sub estación fue integrar el equipamiento de protección y medición de las celdas de salida, así como también los mandos a distancia y todos reportarlos en tiempo real al Centro de Control de Electrosur ubicado en la ciudad de Tacna aproximadamente a 200 Km de la ciudad de Moquegua.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Se definió que el protocolo de comunicación fuera el DNP 3.0, y los mandos fueran hechos por protocolo a través de los relés de protección, se integraron:

- 06 relés multifunción SEL351A
- 01 relé multifunción SEL451
- 01 Controlador de señales discretas SEL 2440
- 01 Monitor de transformador SEL 2414
- 08 Medidores de Energía SEL735
- 01 RTU SEL 3530-4

Todos ellos comunicados por Ethernet a través de dos Switchs administrables SEL2730M y enviados a Tacna mediante un enlace Satelital.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

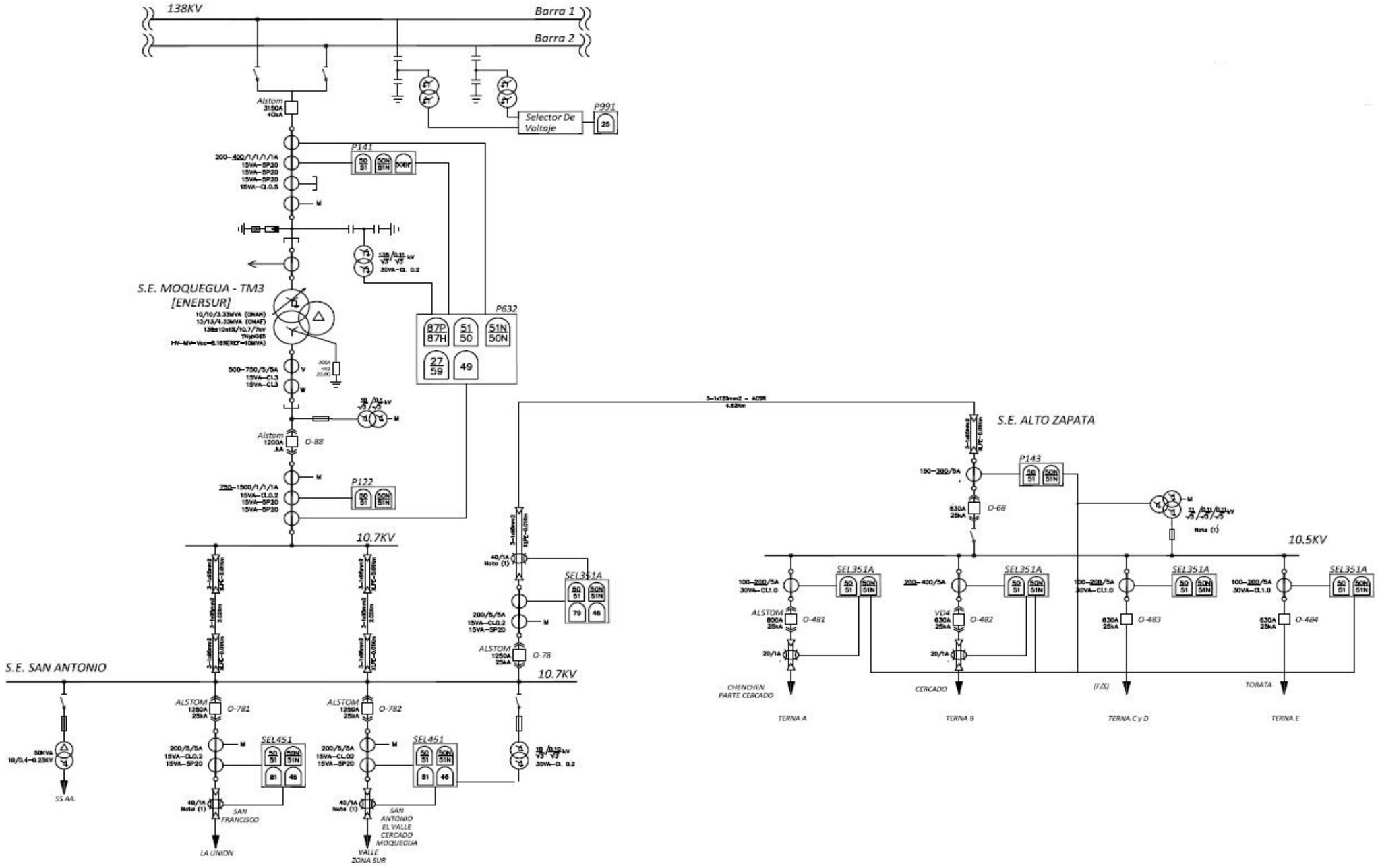


Figura 35 Diagrama unifilar SE Moquegua - SE San Antonio - SE Alto Zapata

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Se realizaron los mapas DNP 3.0 de cada uno de los equipos a ser integrados de acuerdo a las señales requeridas, a continuación se muestran los mapas DNP 3.0 del relé que protege el alimentador O-78, configurado en el software propietario de SEL AcSELerator Quickset.

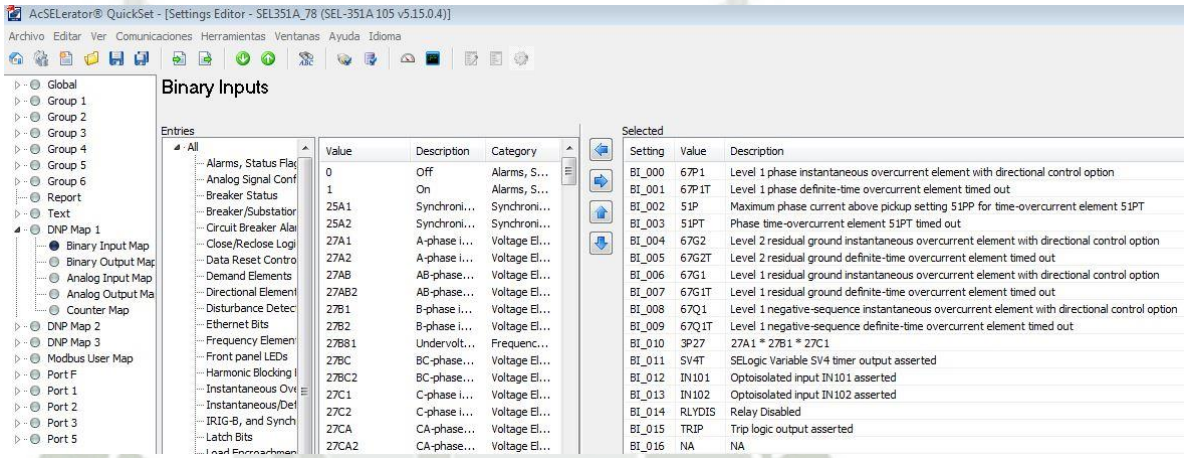


Figura 36 SEÑALES DIGITALES RELE SEL351A

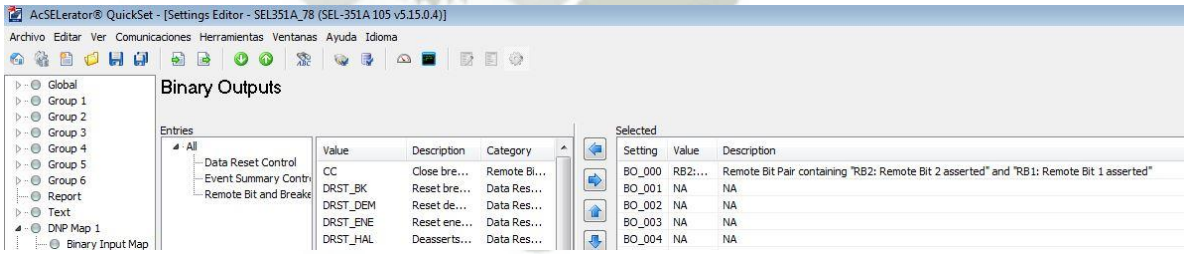


Figura 37 SEÑALES DIGITALES DE CONTROL RELÉ SEL351A

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

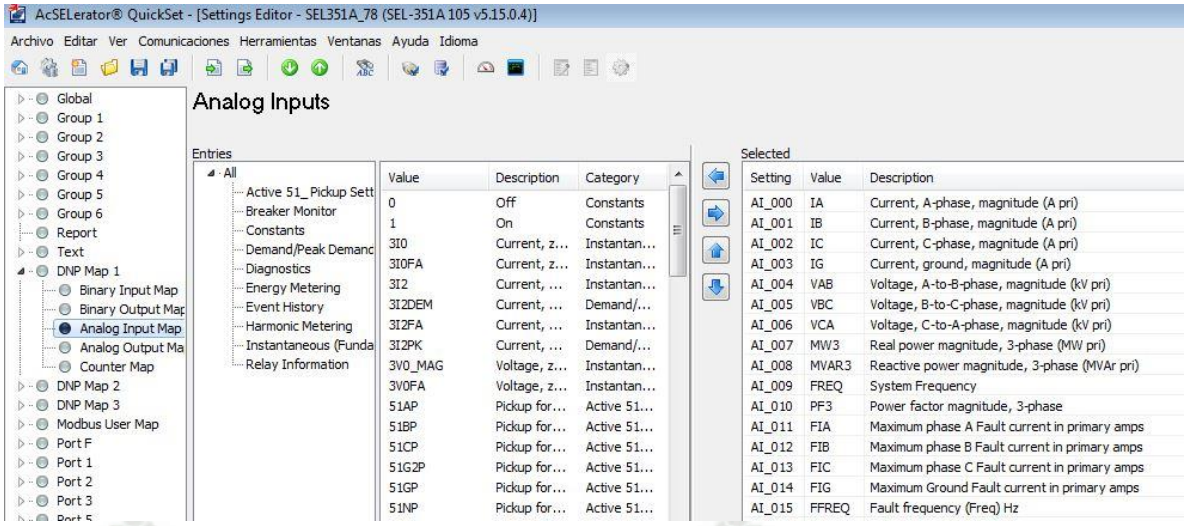


Figura 38 SEÑALES ANALÓGICAS RELÉ ABB REF630

Luego se procede a la configuración del mapa dnp 3.0 en el SOFTWARE

AcSELerator RTAC de SEL.

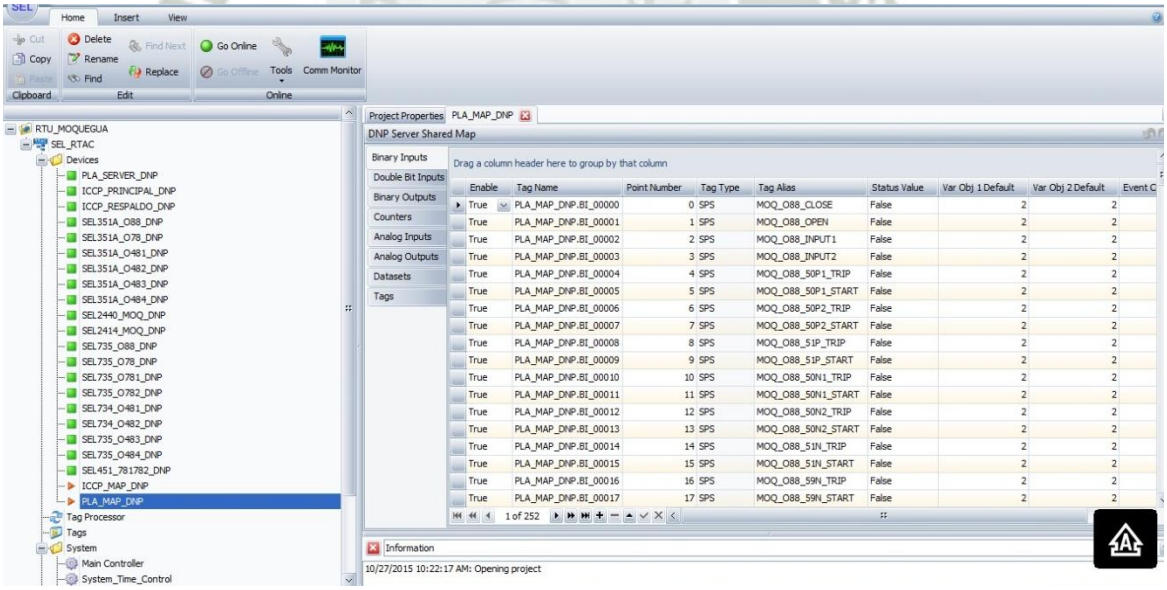


Figura 39 Mapa DNP 3.0 RTU SEL 3530-4 MOQUEGUA

En total se integraron:

- 252 Binary Inputs

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- 34 Binary Outputs
- 600 Analog Inputs

Las cuales son reportadas en tiempo real al centro de control de Electrosur S.A. ubicado en la ciudad de Tacna, utilizando un enlace Satelital, las dos SSEE se comunican entre ellas por un radio enlace punto a punto con un repetidor, en la SE Alto Zapata se concentran las señales y se envían a Tacna.

Se procedió a realizar las gráficas para el HMI del SCADA que debe monitorear el operador de Centro de Control.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

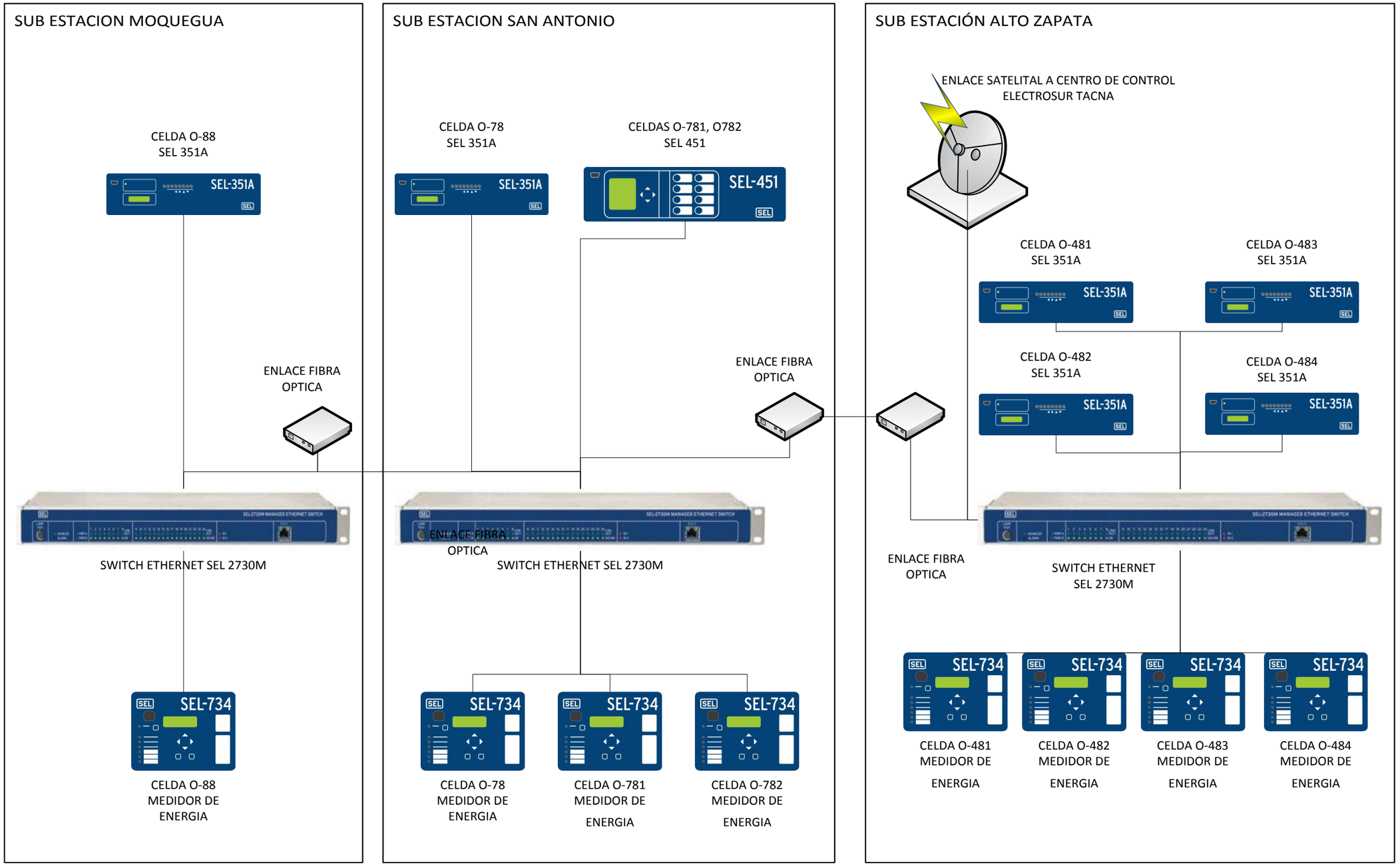


Figura 40 Arquitectura de comunicaciones Moquegua

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

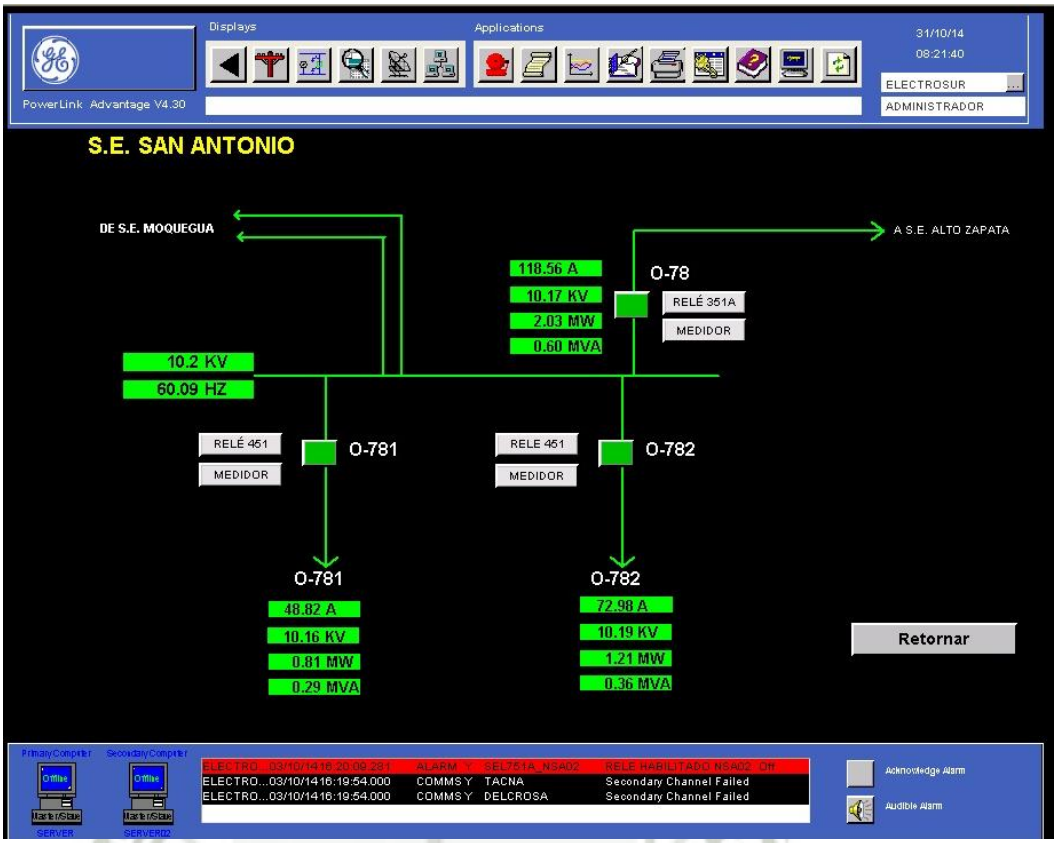


Figura 41 HMI SCADA SE SAN ANTONIO

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

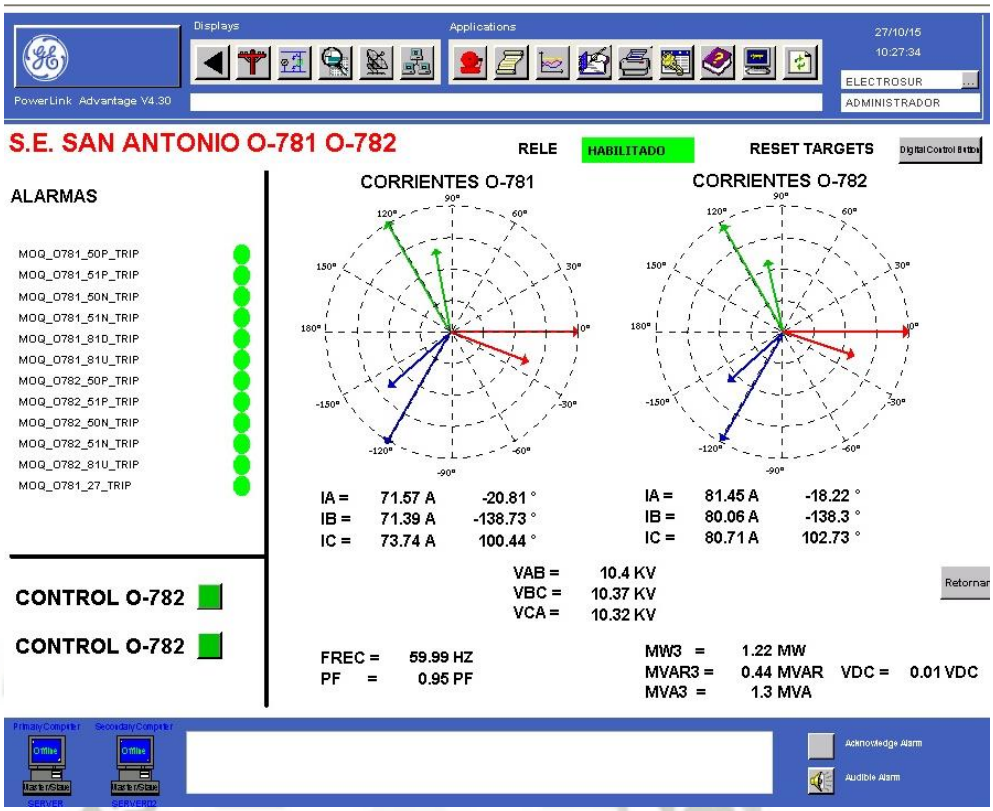


Figura 42 RELÉ MULTIFUNCIÓN SEL451 SAN ANTONIO

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

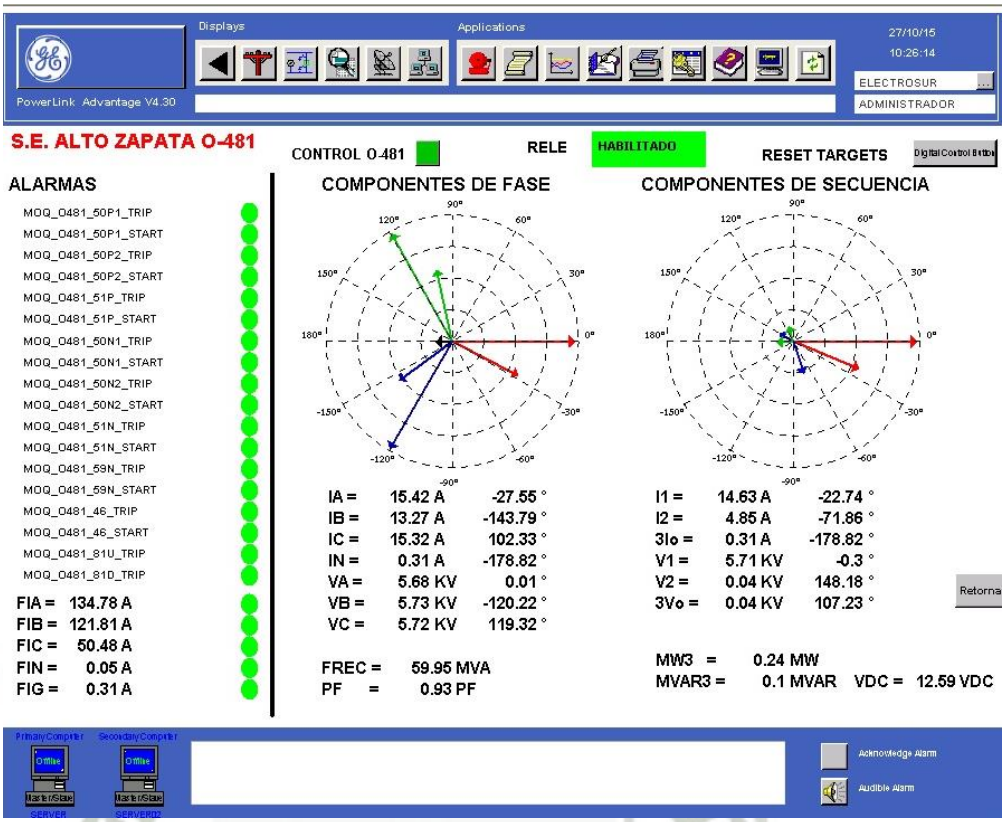


Figura 43 RELÉ MULTIFUNCIÓN 351A SE ALTO ZAPATA

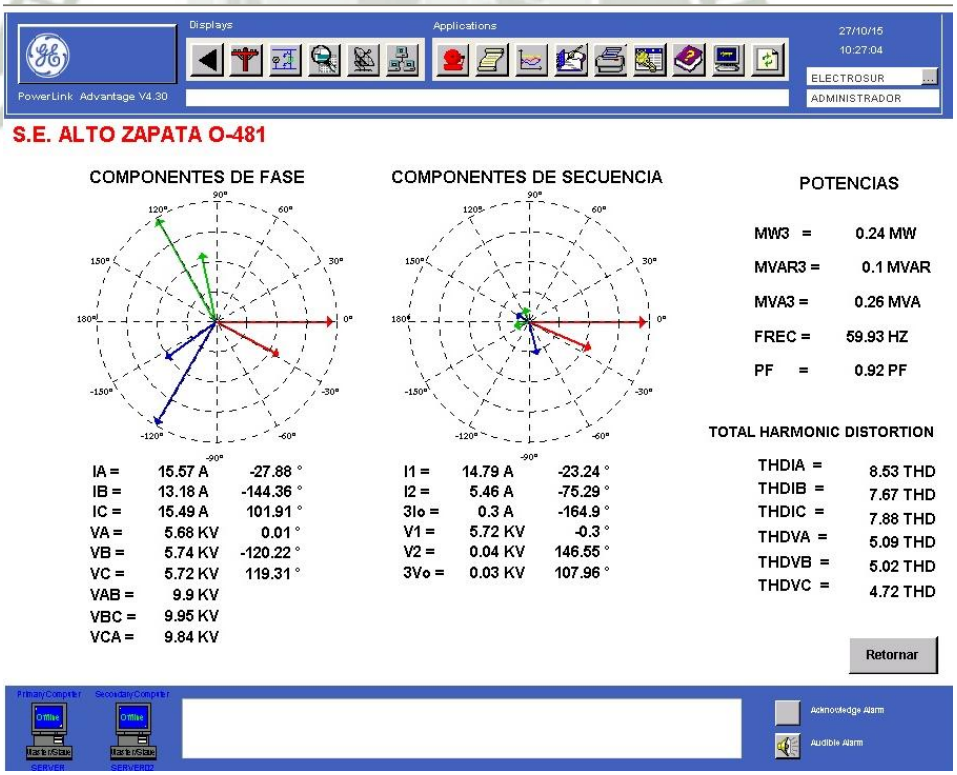


Figura 44 MEDIDOR DE ENERGÍA SEL735 SE ALTO ZAPATA

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

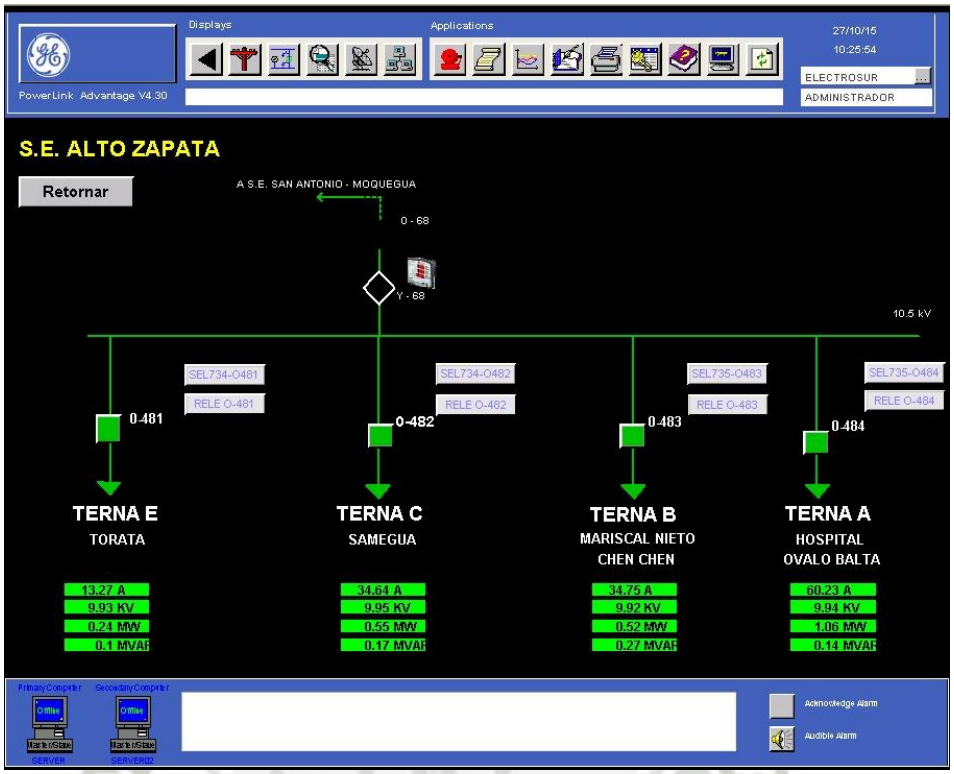


Figura 45 HMI SCADA SE ALTO ZAPATA

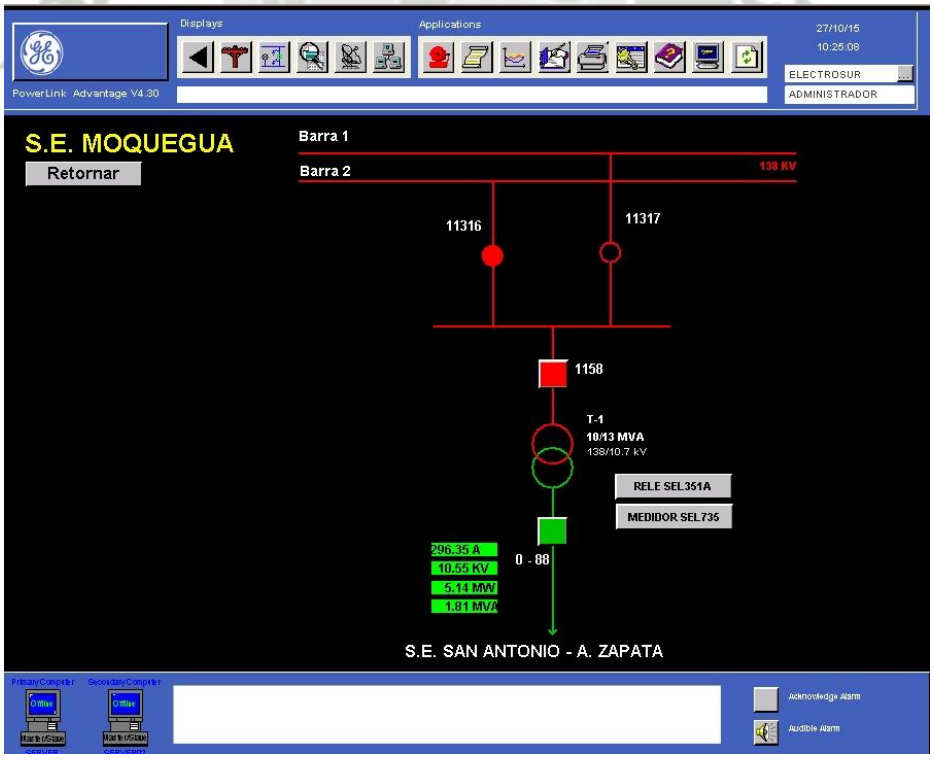


Figura 46 HMI SCADA SE MOQUEGUA

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

2.10 *Sub Estación Tacna*

2.10.1 Generalidades

La Subestación de Transformación Tacna es parte del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional; cuya Subestación se encuentra ubicada en la zona denominada “Para Grande” en el distrito, provincia y departamento de Tacna, siendo una de las principales subestaciones de transformación de la empresa Electrosur S.A.

Dicha Subestación de Transformación es suministrada de energía eléctrica desde de la Subestación Los Héroes a través de la línea de transmisión en 66 kV. de 6.1 Km., identificado por el COES con código de línea N° L-6640 de propiedad de la empresa.

La empresa ELECTROSUR S.A., ha culminado la obra construcción de la Línea de Transmisión en 66kV, en simple terna desde el pórtico de la Subestación Los Héroes y el pórtico de la S.E. Tacna, ubicada entre los distritos Alto de la Alianza y Tacna, Provincia de Tacna, departamento de Tacna. Con dicha nueva línea de transmisión, se garantiza una potencia máxima a transmitir de 100MVA, con conductor 3-1x240mm2 tipo AAAC y comunicación vía fibra óptica en el cable de guarda 1x88mm2 OPGW en 5,546km.

La Subestación de Transformación Tacna, suministra de energía eléctrica a la zona sur y centro de la ciudad de Tacna, a través de (07) alimentadores en nivel de tensión de 10.5 kV a un total de 36519 usuarios.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

En esta Sub Estación se encuentra Centro de Control Tacna, el cual cuenta permanentemente con un Operador que supervisa el estado de todas las Sub Estaciones integradas, así como también el de las redes de Distribución

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

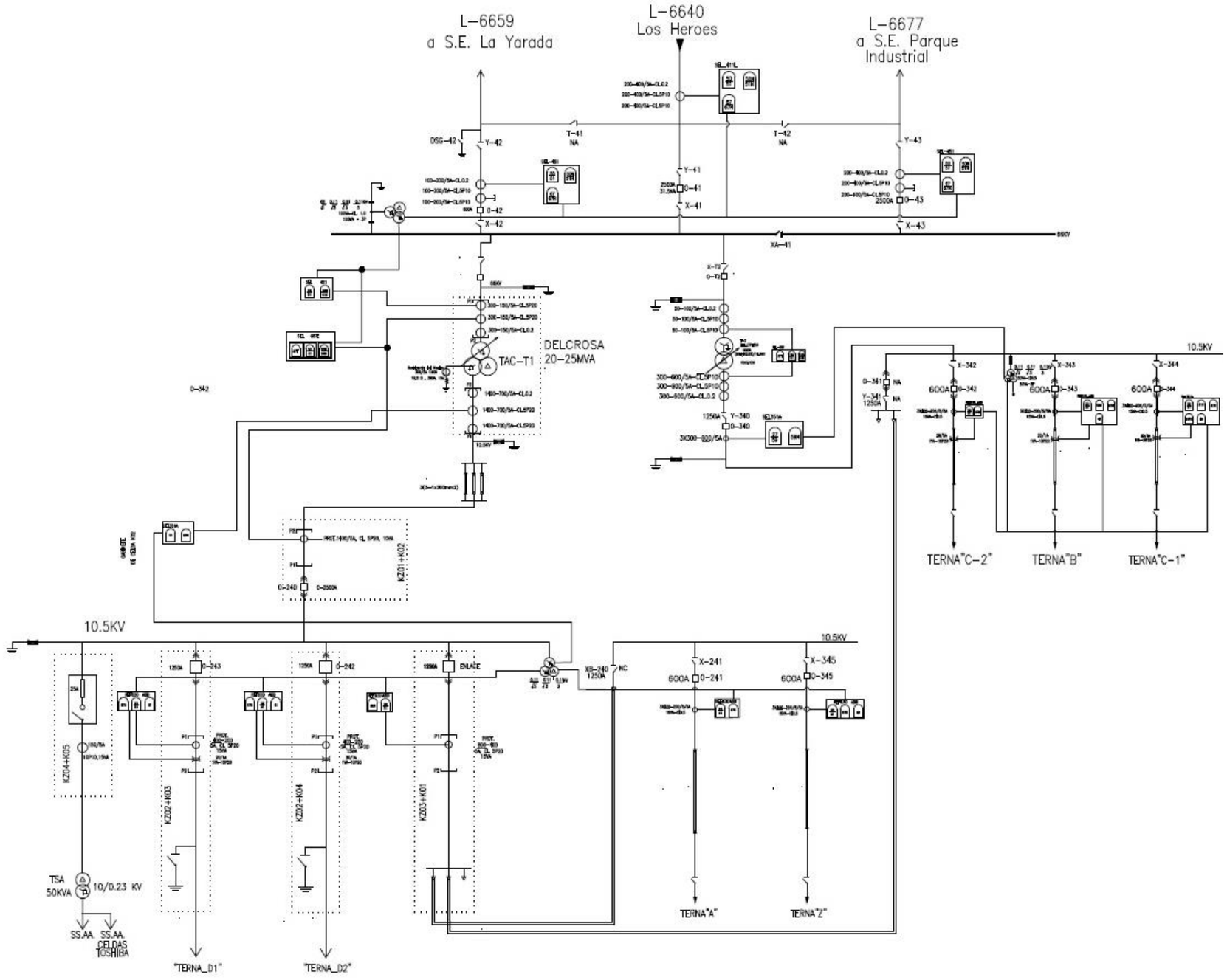


Figura 47 Diagrama Unifilar SE Tacna

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

2.10.2 Automatización de la Subestación Tacna

La ingeniería para la automatización de esta sub estación fue integrar el equipamiento de protección y medición de las celdas de salida, así como también los mandos a distancia y todos reportarlos en tiempo real al Centro de Control de ELECTROSUR S.A..

Se definió que el protocolo de comunicación fuera el DNP 3.0, y los mandos fueran hechos por protocolo a través de los relés de protección, se integraron:

- 01 relé diferencial de Línea SEL411L
- 02 relés multifunción SEL451
- 09 relés multifunción ABB REF630
- 10 Medidores de Energía SEL735
- 05 Medidores de Energía Shark 200
- 01 Monitor de Transformador
- 02 RTU SEL 3530-4

Todos ellos comunicados por Ethernet a través de dos Switchs administrables SEL2730M y enviados a Centro de Control Tacna mediante un enlace de fibra óptica multimodo.

Se realizaron los mapas DNP 3.0 de cada uno de los equipos a ser integrados de acuerdo a las señales requeridas, a continuación se

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

muestran los mapas DNP 3.0 del relé SEL411L que protege el alimentador la línea de transmisión L-6640, configurado en el software propietario de SEL AcSELerator Quickset.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

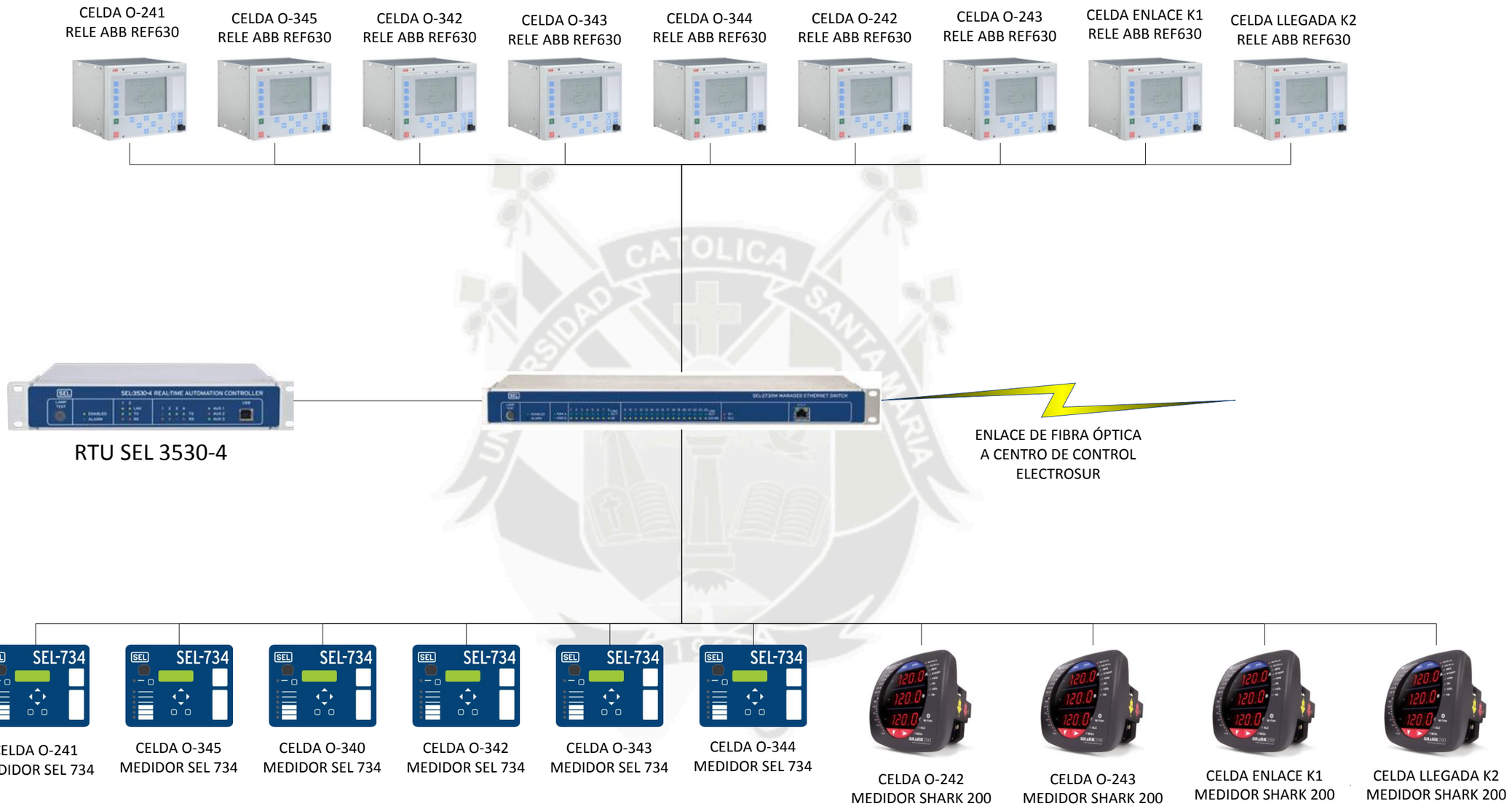


Figura 48 Arquitectura de Comunicaciones SE Tacna MT

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

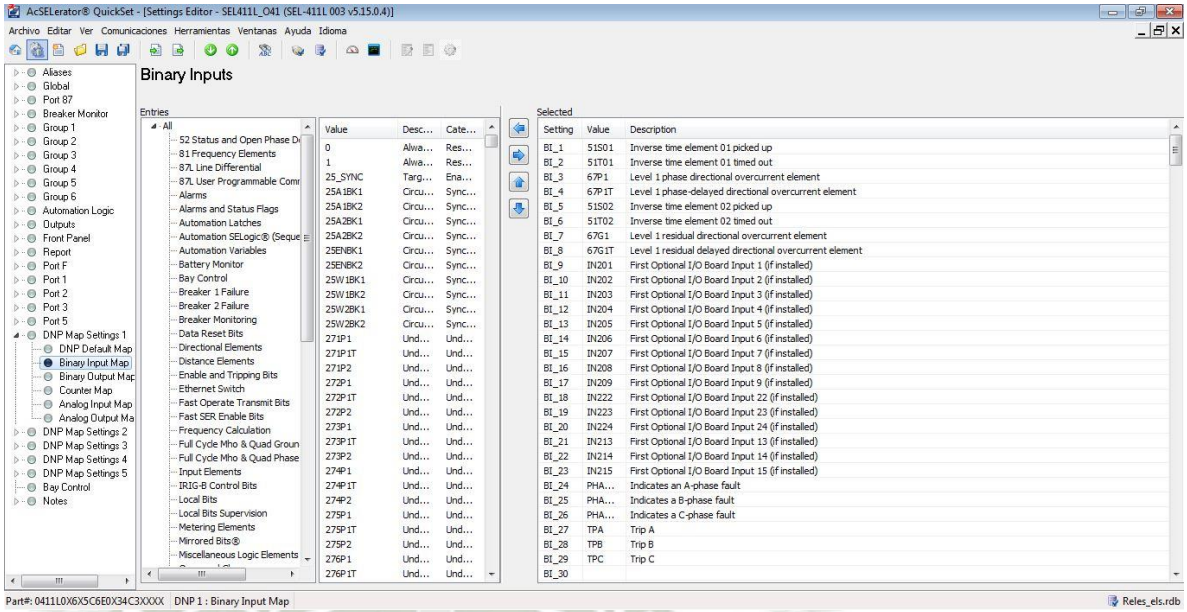


Figura 49 SEÑALES DIGITALES RELE SEL411L

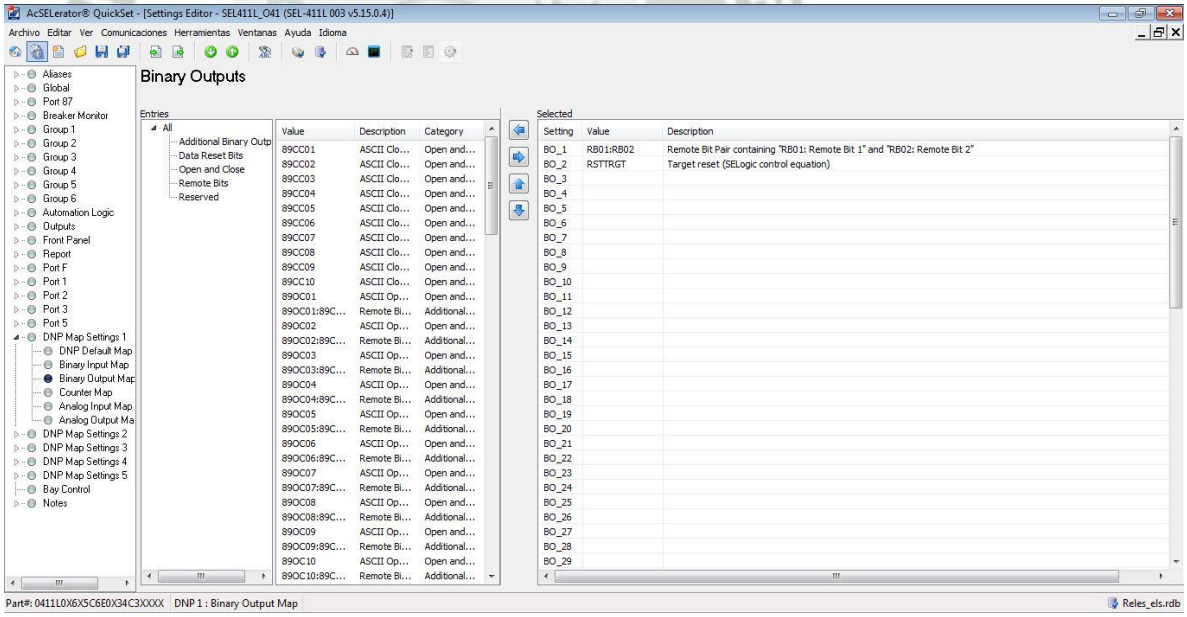


Figura 50 SEÑALES DIGITALES DE CONTROL RELÉ SEL411L

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

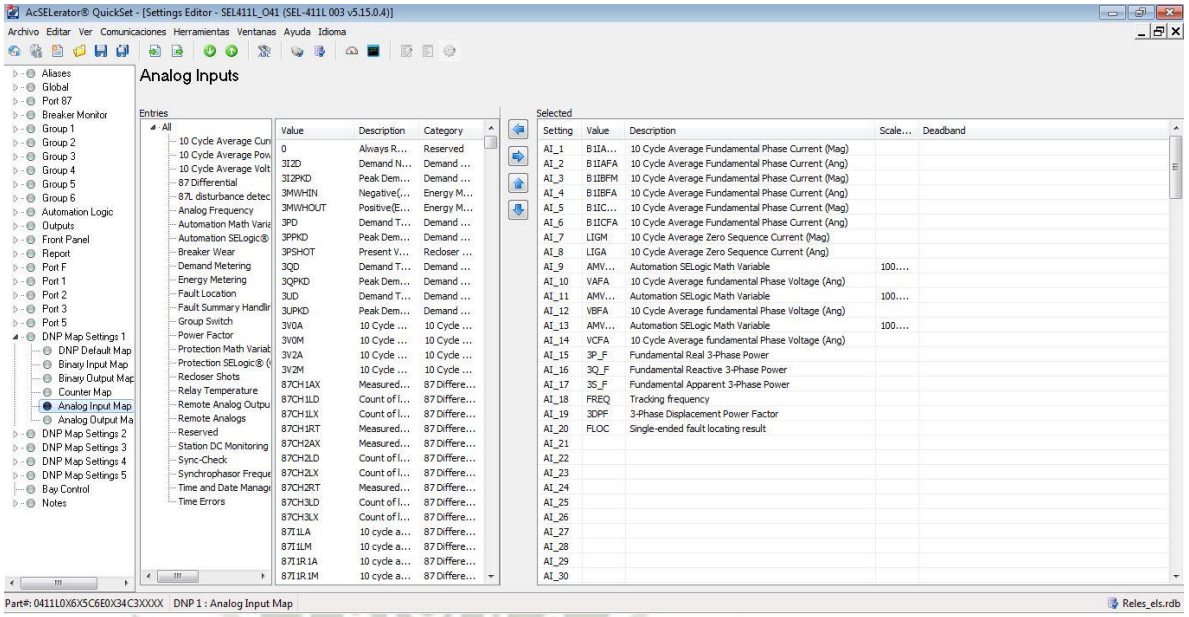


Figura 51 SEÑALES ANALÓGICAS RELÉ SEL411L

Luego se procede a la configuración del mapa dnp 3.0 en el software propietario SEL AcSELerator RTAC.

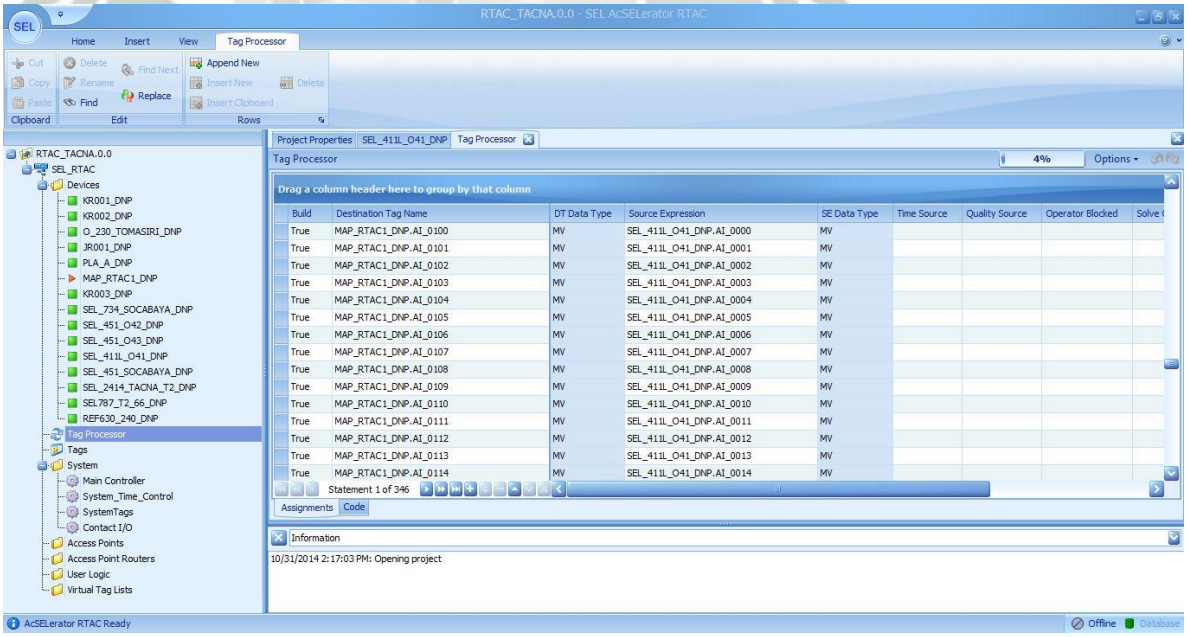


Figura 52 CONFIGURACIÓN DEL MAPA DNP SEL 3530-4

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

En total se integraron:

- 350 Señales digitales
- 32 mandos a distancia
- 520 Señales digitales

Las cuales son reportadas en tiempo real al centro de control de Electrosur S.A. ubicado en la Sub Estación Tacna, utilizando un enlace de fibra óptica Multimodo.

Se procedió a realizar las gráficas para el HMI del SCADA que debe monitorear el operador de Centro de Control.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

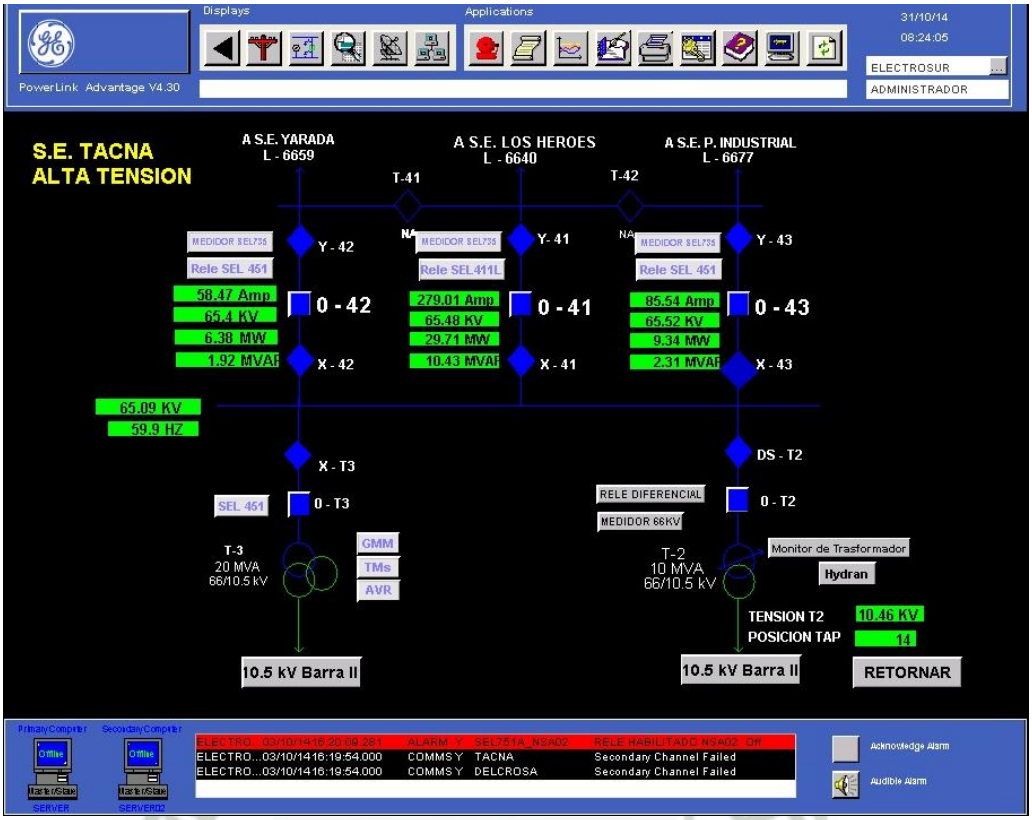


Figura 53 HMI SCADA AT SE TACNA

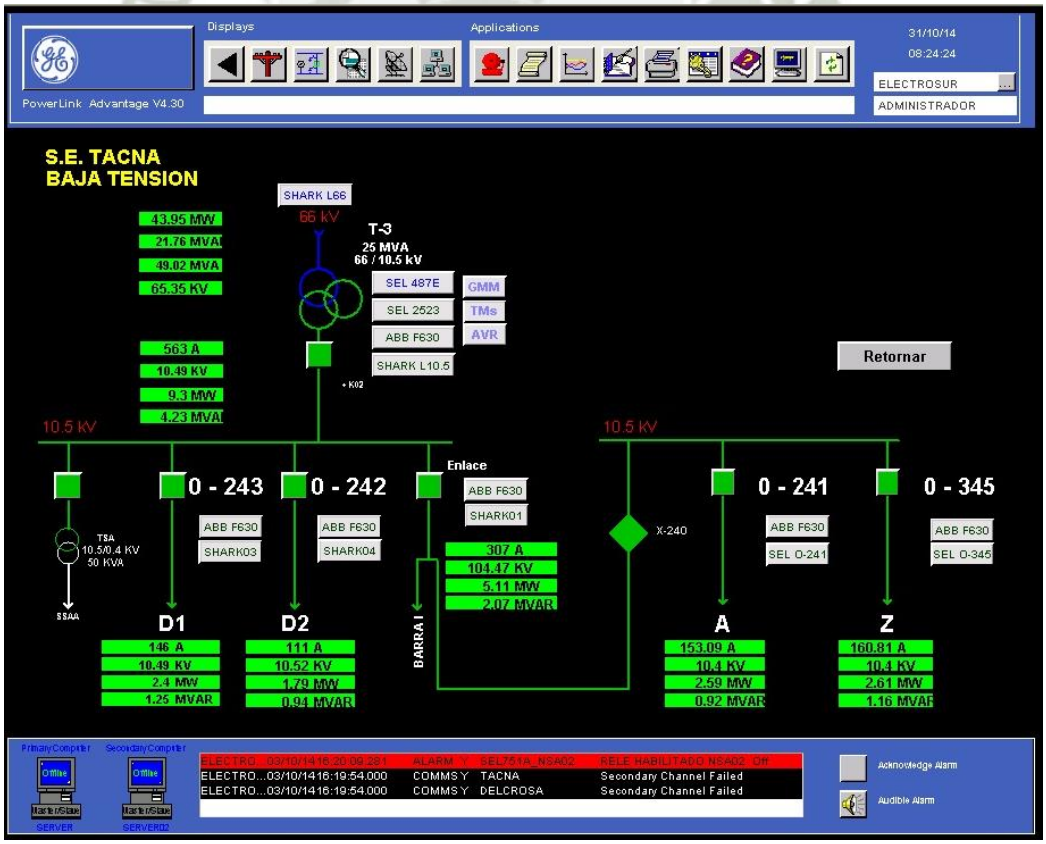


Figura 54 HMI SCADA MT TACNA TRAFO 25MVA

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

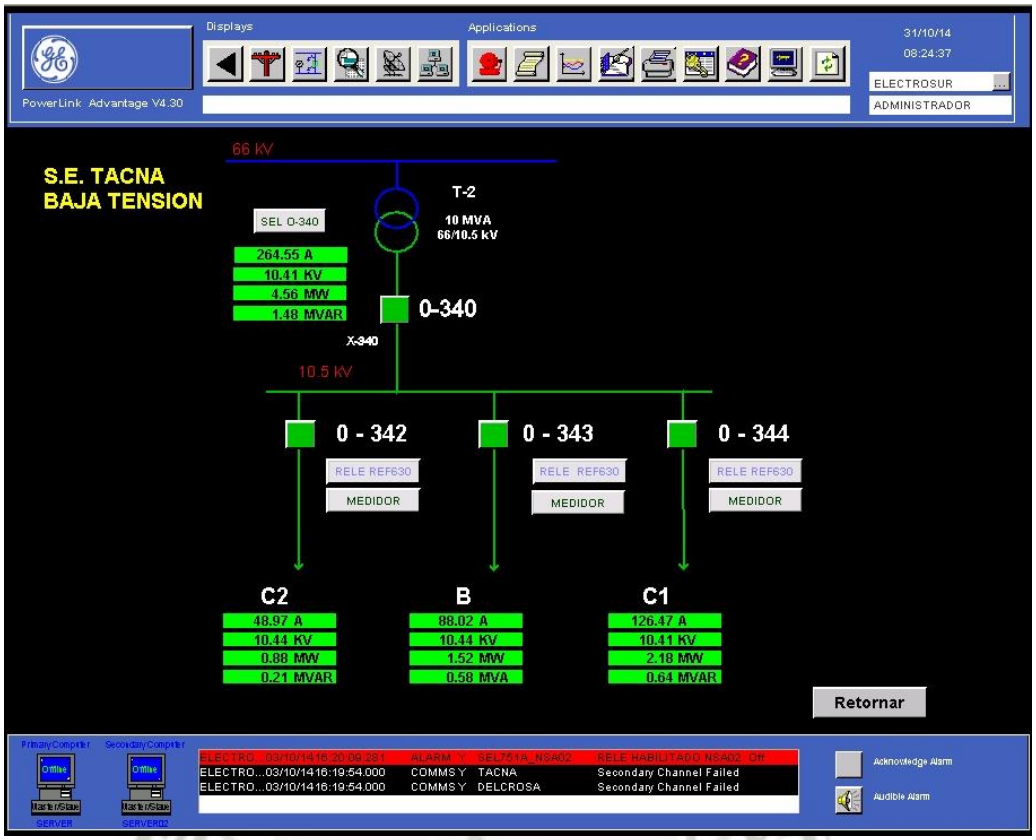


Figura 55 HMI SCADA MT TACNA TRAFO 10MVA

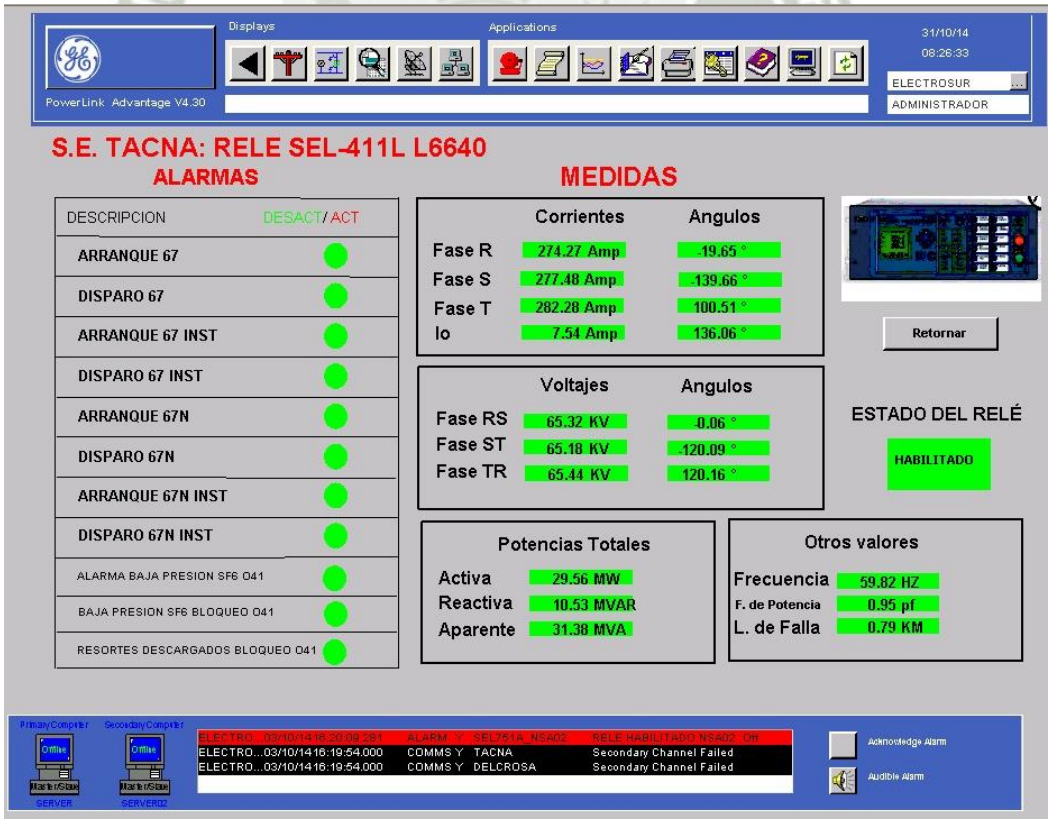


Figura 56 RELÉ DIFERENCIAL DE LINEA 411L

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

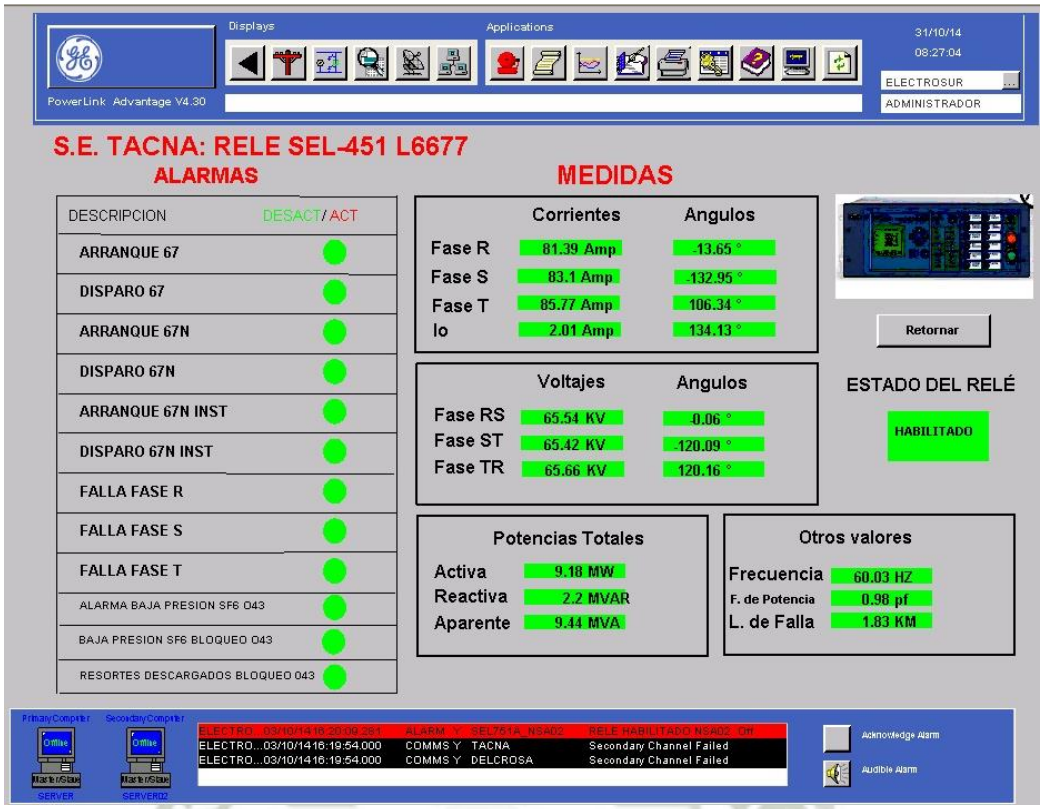


Figura 57 RELÉ DE LÍNEA SEL451

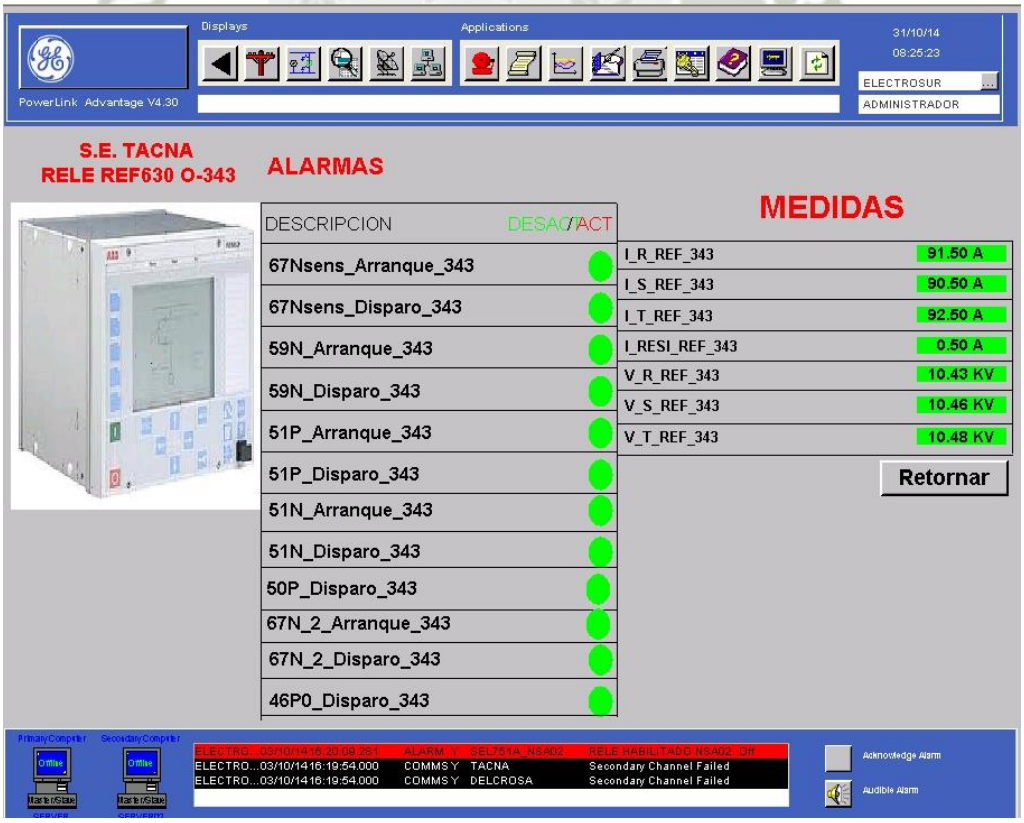


Figura 58 RELE MULTIFUNCION ABB REF630

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

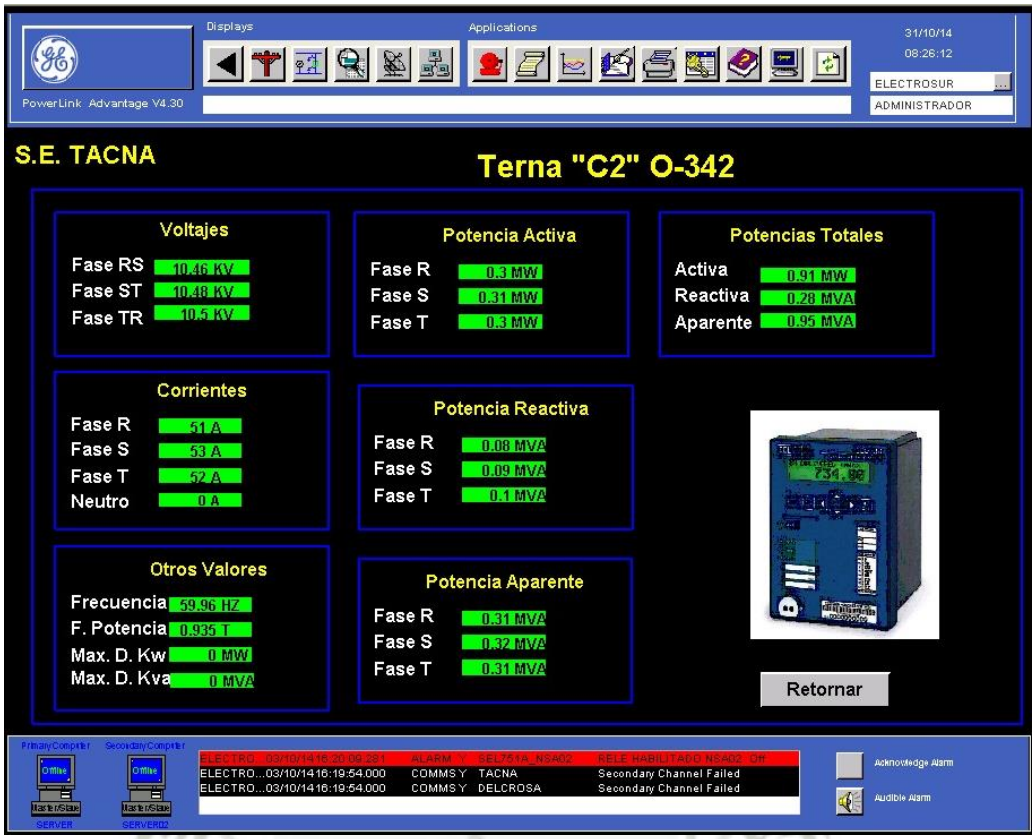


Figura 59 MEDIDOR DE ENERGIA SEL 734

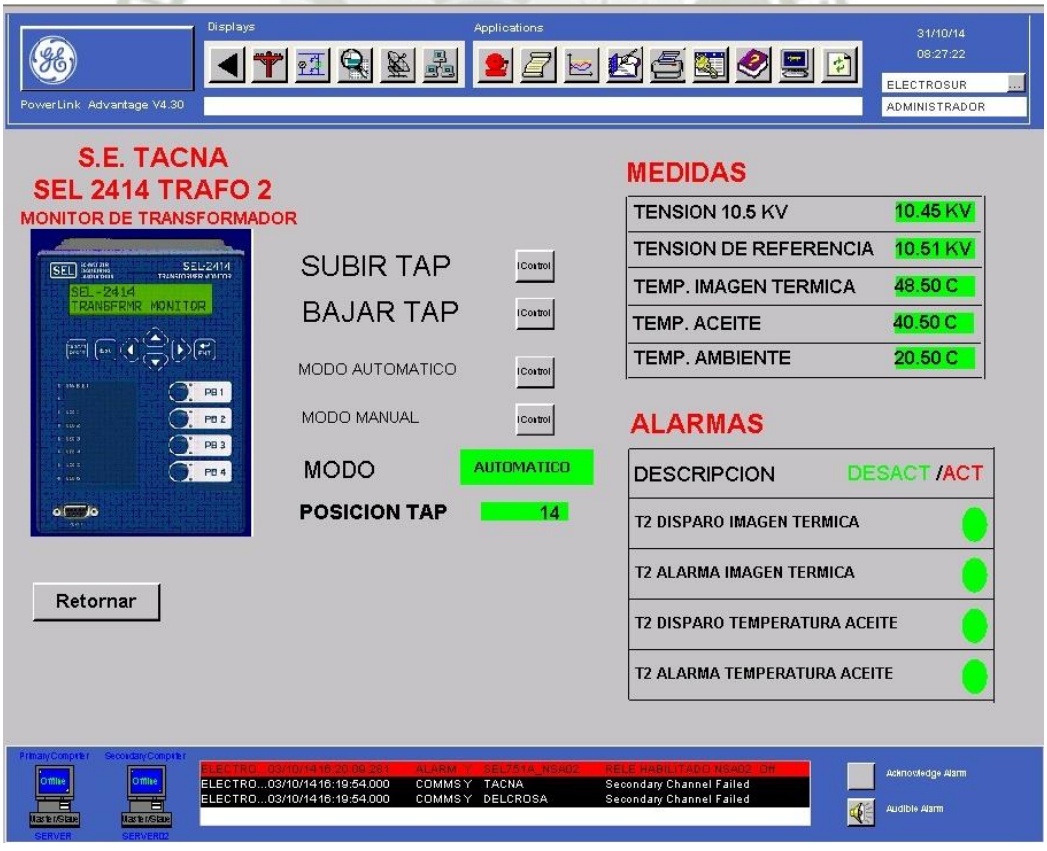


Figura 60 MONITOR DE TRANSFORMADOR SEL 241

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPITULO VI

NORMA DE INTERCAMBIO DE INFORMACION EN TIEMPO REAL EN ELECTROSRU S.A.

1. CUMPLIMIENTO DE NORMATIVIDAD VIGENTE

ELECTROSUR S.A. como integrante del Sistema Interconectado Nacional – SEIN, tiene la obligación de cumplir con las directivas, procedimientos y normas técnicas que los organismos supervisores exigen.

Debido a esto fue necesario implementar un enlace en protocolo ICCP (Inter Center Control Protocol) con el Centro de Control del **COES** para el intercambio de señales en tiempo real, según la Norma Técnica para el intercambio de información en tiempo real para la operación del sistema eléctrico interconectado SEIN.

Para cumplir esta solicitud de información ELECTROSUR S.A. implementó dos servidores ICCP los cuales son unas RTU D25 que intercambian datos con las RTUs de campo instaladas en las Sub estaciones de Potencia.

2. ARQUITECTURA ICCP IMPLEMENTADA EN ELECTROSUR S.A.

Como se puede observar en la arquitectura, que aparece en la figura abajo indicada, las RTU de campo son las encargadas de recolectar las señales de los relés,

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

medidores, monitores, etc, instalados en las Sub Estaciones de Potencia, y las transmiten en protocolo DNP3.0 hacia los servidores ICCP instalados en Centro de Control Tacna, ya sean a través de Radio Enlaces, Enlaces Satelitales o fibra óptica.

Los servidores ICCP son los encargados de empaquetar las señales recibidas en DNP 3.0 y realizar el cambio de protocolo a ICCP, para luego renombrarlas, encapsularlas, organizarlas y enviarlas al switch WAN para su posterior envío al centro de Control del COES que queda en la ciudad de Lima mediante enlace Satelital.

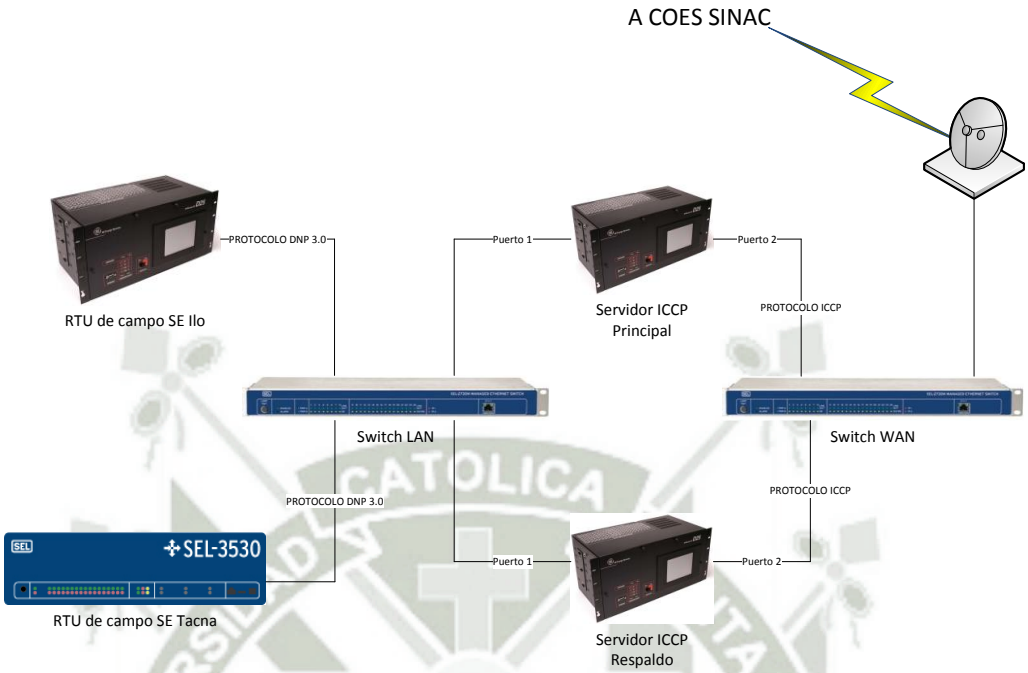
Se configuró cada RTU de campo para que reporte los mapas DNP3.0 independientemente al SCADA de ELECTROSUR S.A. al servidor ICCP principal y al servidor ICCP secundario. Esto nos permite mayor robustez del sistema ya que ante cualquier caída de alguno de los servicio los otros no se verán afectados.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 61 ARQUITECTURA ICCP ELECTROSUR



A continuación la configuración de envío de las RTUs de campo:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

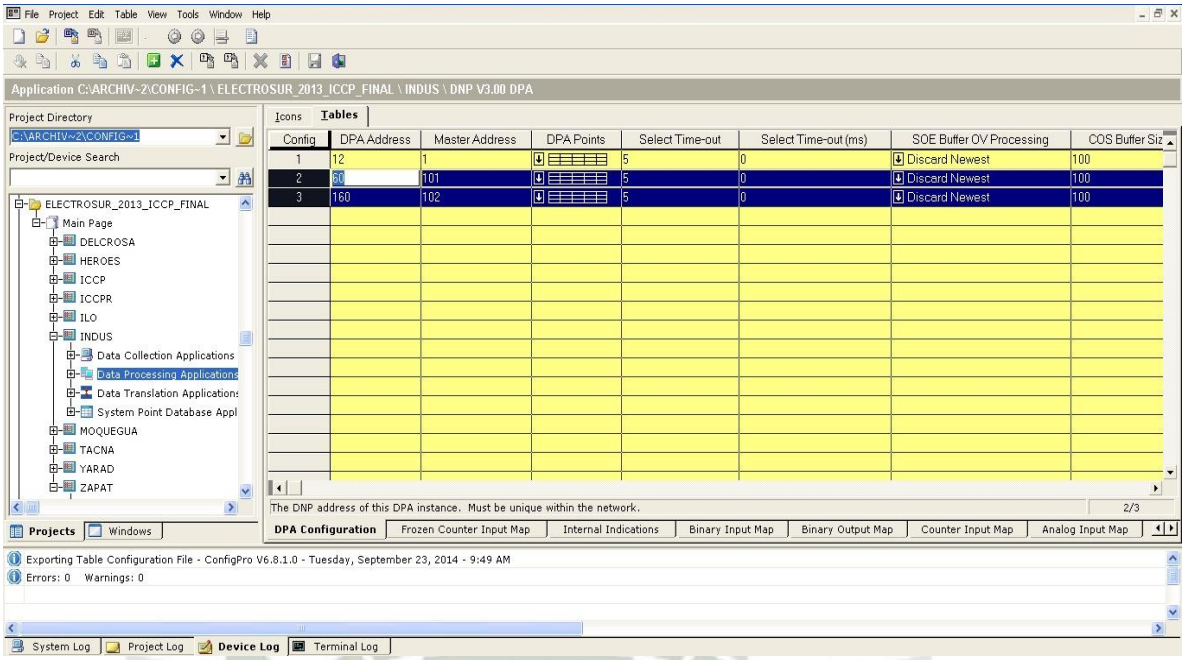


Figura 62 CONFIGURACIÓN RTU DE CAMPO PARA EL ENVIO DE SEÑALES A SERVIDORES ICCP

Se observa en la gráfica, que la dirección DNP 12 es para el envío de señales al servidor SCADA, mientras que la 60 es para el envío de señales al servidor principal ICCP y la 160 para el servidor secundario ICCP. La configuración Mostrada es para la RTU de la Sub Estación Parque Industrial.

Luego se tiene las configuraciones de las RTU ICCP que realizan el cambio de protocolo:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

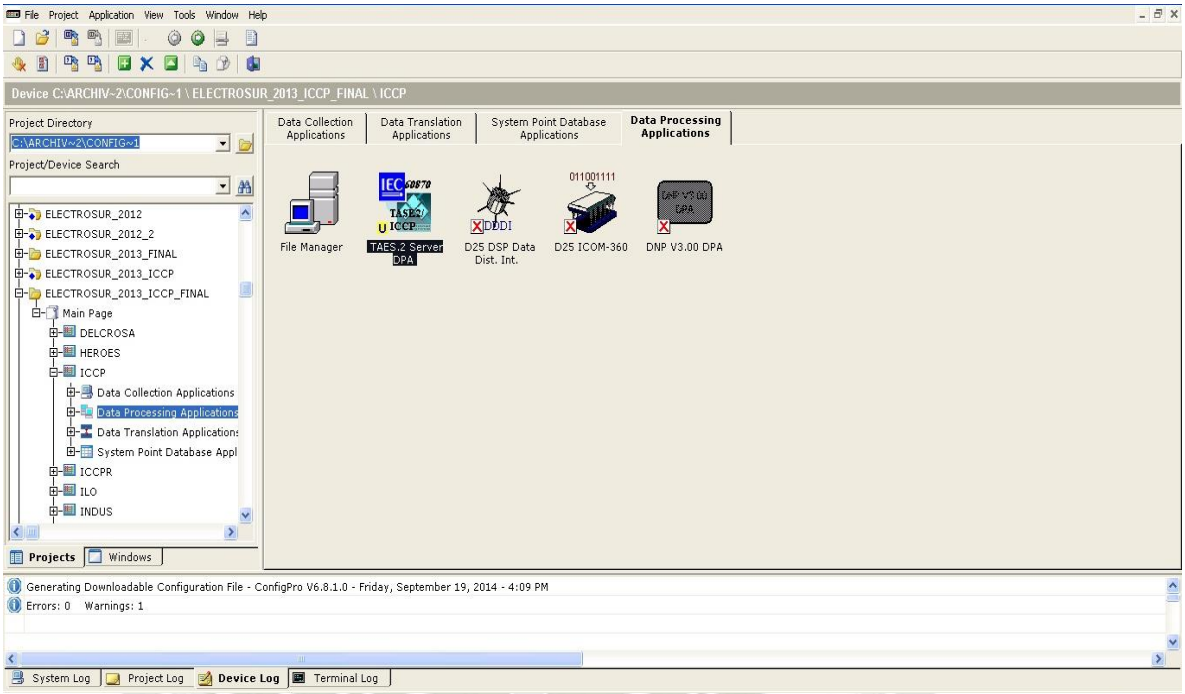


Figura 63 CONFIGURACIÓN DEL PROTOCOLO ICCP EN RTU D25

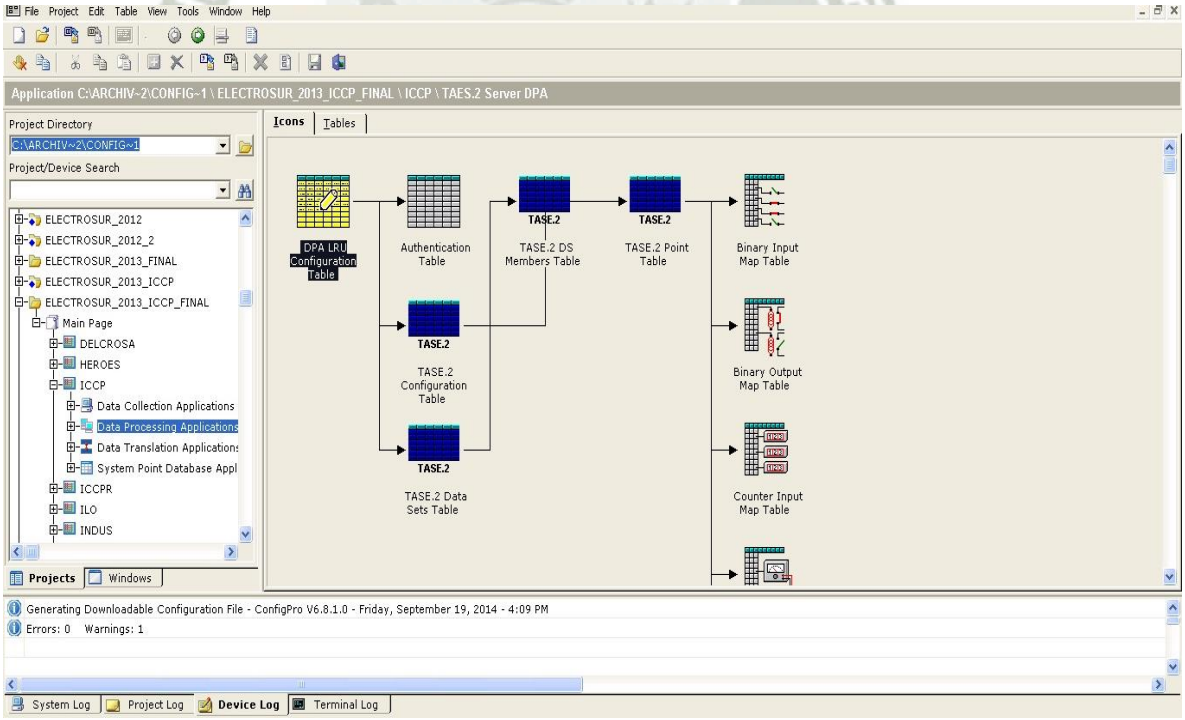


Figura 64 ARQUITECTURA PROTOCOLO ICCP

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

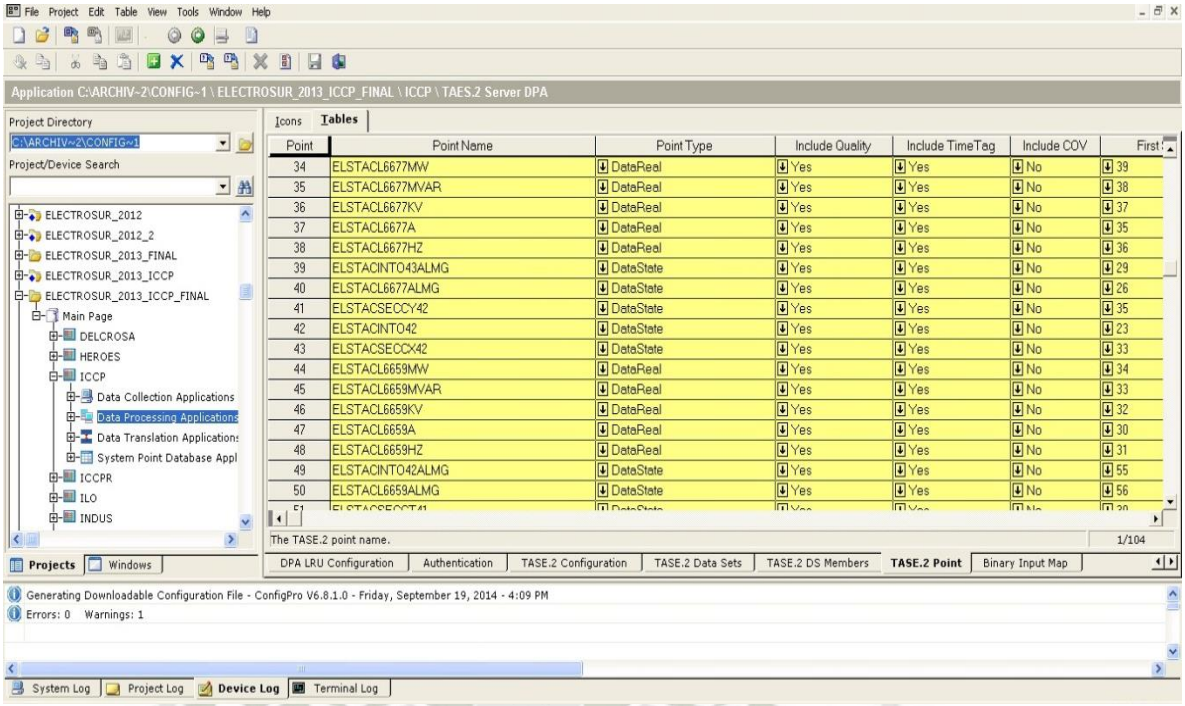


Figura 65 CONFIGURACION DE PUNTOS ICCP PARA ENVÍO AL COES

El COES requiere señales ICCP de las Sub Estaciones de Potencia, que pertenecen a ELECTROSUR S.A., siguientes:

- SE Tacna 66/10.5 KV
- SE Los Héroes 220/66 KV
- SE Parque Industrial 66/10.5 KV
- SE Ilo 138/22.9/10.5 KV
- SE Moquegua 138/10.5 KV

De todas las Sub Estaciones arriba mencionadas solicita señales digitales de estados posiciones y alarmas, así como también señales análogas de corriente, tensión, potencia, frecuencia, etc.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ELECTROSUR S.A., actualmente cumple con el 100% de señales requeridas por el COES con una disponibilidad del 99.52% en promedio superando ampliamente lo mínimo requerido por la norma que es el 70%.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

COES SINAC

Transferencias de señales por ICCP
ELECTRO SUR

NTIIR Señales Indicadores Conexión Visor Web Scada Documentacion Técnica

Disponibilidad Mensual.

Empresa: ELECTRO SUR

Periodo (mes-año) : 09/2014

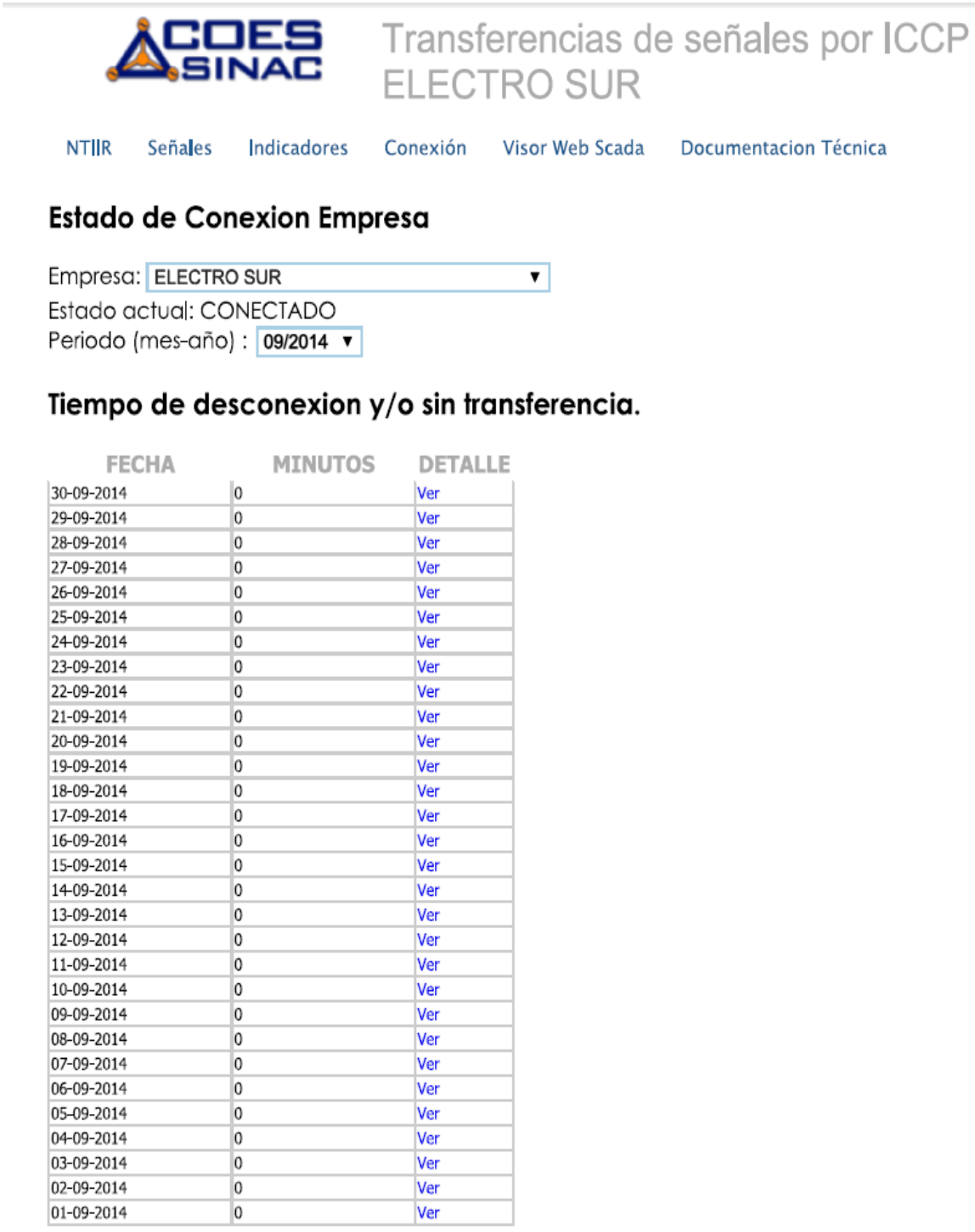
FECHA	DISPONIBILIDAD(%)
30-09-2014	99,08
29-09-2014	99,79
28-09-2014	99,79
27-09-2014	99,79
26-09-2014	99,85
25-09-2014	99,74
24-09-2014	99,76
23-09-2014	99,78
22-09-2014	99,82
21-09-2014	99,75
20-09-2014	99.81
19-09-2014	99.78
18-09-2014	99.63
17-09-2014	99.73
16-09-2014	99.20
15-09-2014	98.52
14-09-2014	99.58
13-09-2014	98.63
12-09-2014	99.61
11-09-2014	99.63
10-09-2014	99,75
09-09-2014	99,71
08-09-2014	99,70
07-09-2014	99,32
06-09-2014	99,73
05-09-2014	99,50
04-09-2014	99,05
03-09-2014	91,71
02-09-2014	88,98
01-09-2014	99,64

Figura 66 DISPONIBILIDAD MENSUAL DEL ENLACE ICCP ELECTROSUR

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



COES SINAC

Transferencias de señales por ICCP
ELECTRO SUR

NTIIR Señales Indicadores Conexión Visor Web Scada Documentacion Técnica

Estado de Conexion Empresa

Empresa: ELECTRO SUR

Estado actual: CONECTADO

Periodo (mes-año) : 09/2014

Tiempo de desconexion y/o sin transferencia.

FECHA	MINUTOS	DETALLE
30-09-2014	0	Ver
29-09-2014	0	Ver
28-09-2014	0	Ver
27-09-2014	0	Ver
26-09-2014	0	Ver
25-09-2014	0	Ver
24-09-2014	0	Ver
23-09-2014	0	Ver
22-09-2014	0	Ver
21-09-2014	0	Ver
20-09-2014	0	Ver
19-09-2014	0	Ver
18-09-2014	0	Ver
17-09-2014	0	Ver
16-09-2014	0	Ver
15-09-2014	0	Ver
14-09-2014	0	Ver
13-09-2014	0	Ver
12-09-2014	0	Ver
11-09-2014	0	Ver
10-09-2014	0	Ver
09-09-2014	0	Ver
08-09-2014	0	Ver
07-09-2014	0	Ver
06-09-2014	0	Ver
05-09-2014	0	Ver
04-09-2014	0	Ver
03-09-2014	0	Ver
02-09-2014	0	Ver
01-09-2014	0	Ver

Figura 67 TIEMPOS DE DESCONEXION DEL ENLACE ICCP ELECTROSUR

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPITULO VII

DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL – APORTES DE LA ESPECIALIDAD EN ELECTROSUR S.A.

Desde setiembre 2010 a la fecha (continua)

La Universidad Católica de Santa María, considera la **especialidad de automatización y control** dentro de la competencia de formación tecnológica del Ingeniero Electrónico.

En el marco de dicho perfil, es que el suscrito realizo su experiencia profesional en la Empresa de Servicio Público de Electricidad S.A.-ELECTROSUR S.A., referente a actividades de **automatización e integración al sistema SCADA de sub estaciones de potencia y redes de distribución.**

Sobre el particular y consecuentemente es que en el presente Trabajo-Informe, detallamos mi experiencia profesional, con una data en ELECTROSUR S.A. de 3 años y 11 meses.

A partir de junio de 2013 se me designa como **Jefe de Servicio de Automatización de Redes**, mediante contrato a plazo indeterminado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

A continuación se describen, como muestra, los términos de referencia dispuestos por ELECTROSUR S.A. de ciertas actividades mediante los cuales el suscrito desarrollo su experiencia profesional.

1. MONITOREO DEL SISTEMA SCADA Y COMUNICACIONES DE ELECTROSUR S.A.

Objetivo

Lograr una adecuada operación y mantenimiento del sistema SCADA y sus respectivos sistemas de comunicaciones, a fin de garantizar la correcta supervisión y operación remota del equipamiento integrado al sistema Scada de Electrosur S.A

Alcance

El alcance del presente servicio comprende los Sistemas Eléctricos de Tacna, Yarada, Tomasiri, Tarata, Ilo, Moquegua y Puquina-Omate-Ubinas.

Actividades

- Verificar el correcto funcionamiento del sistema Scada con una adecuada supervisión a distancia de las estaciones remotas
- Verificar el mantenimiento al sistema de comunicación del Sistema Scada
- Verificar el correcto funcionamiento del sistema de comunicación de sistema de comunicación del sistema Scada.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Supervisar el correcto funcionamiento del Operador que brinda el servicio de comunicación para el sistema Scada – IMPSAT.
- Seguimiento y supervisión de la integración de nuevas señales al sistema Scada.
- Operación del sistema Scada
- Actualización de esquemas funcionales del Sistema Scada
- Elaboración de diagramas de servicios de Sistema Scada
- Verificación y monitoreo de enlaces entre las diferentes centros de transformación
- Presentación de informes

2. SUPERVISION E INTEGRACION DE S.E. SAN ANTONIO AL SISTEMA SCADA DE ELECTROSUR S.A

Objetivo

Efectuar el monitoreo en Tiempo real de la Subestación San Antonio mediante el sistema Scada de Electrosur

Alcances

Realizar la supervisión y seguimiento de la integración al sistema de comunicaciones del sistema SCADA de Electrosur S.A. de la Sub Estación San Antonio y Centro de Control en Tacna.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Actividades A Ejecutar

- Supervisión al enlace de comunicaciones que será implementado entre la Sub Estación San Antonio y Centro de control Tacna.
- Configuración del enlace para una optima performance, en sus distintas etapas de comunicación .
- Pruebas de comunicación entre SE San Antonio y SE Tacna (Latencia , ancho de Banda, perdida de paquetes, etc)
- Mapeo de señales en protocolos (DNP 3.0, Modbus, IEC 61850), de los IEDs que posean estas características de la SE San Antonio, quedando listo para su integración al sistema SCADA.
- Configuración y programación de la RTU D25 de la SE Alto Zapata, con las señales de los IEDs enviadas desde la SE San Antonio.
- Configuración de PCs y Hardware como parte de la implementación de monitores para el Centro de control de Tacna, para la adecuada supervisión de las Sub estaciones de Potencia.
- Verificar el correcto funcionamiento del sistema SCADA con una adecuada supervisión a distancia de las estaciones remotas a integrar.
- Verificar el mantenimiento al sistema de comunicaciones del sistema SCADA.
- Verificar el correcto funcionamiento del servicio de comunicación satelital que brinda el proveedor LEVEL 3 PERU SAC, de enlace entre las SE ILO, SE Alto Zapata y los enlaces principales y de respaldo con el COES,

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

según el procedimiento de Intercambio de información en tiempo Real entre empresas integrantes.

- Seguimiento, supervisión y pruebas de señales integradas al sistema SCADA de las Sub Estaciones Tacna, Ilo, Alto Zapata, Parque Industrial, Yarada, Los Heroes y Tomasiri.

3. INTEGRACION DE EQUIPAMIENTO AL SISTEMA SCADA DE ELECTROSUR S.A.

Objetivo

Integrar equipamiento de control (03 reconectores) ubicados en la redes de media tensión de la ciudad de Tacna y Yarada al sistema SCADA de Electrosur S.A. utilizando protocolo libre a través de un enlace GPRS, para garantizar la supervisión de los parámetros eléctricos y control de los interruptores en tiempo real desde el centro control Tacna, lo cual permitirá una rápida respuesta antes las fallas, reduciendo el tiempo de reposición del servicio.

Alcance

El alcance del presente servicio comprende los sistemas eléctricos de Tacna, Yarada.

Actividades

Establecer un enlace de comunicación por medio de la tecnología GPRS, en modo VPN con el equipamiento ubicado en las redes de media tensión. Debe de quedar configurado un enlace punto con cada punto uno de los módems GPRS

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El enlace de comunicación deberá dar un acceso remoto al equipamiento que puede permitir realizar configuraciones (ajustes de protecciones, cambio de curvas)

Pruebas de comunicaciones entre equipamiento (latencia, perdida de paquetes)

4. CUMPLIMIENTO DE FUNCIONES COMO JEFE DE SERVICO DE AUTOMATIZACION DE REDES

- Supervisar y controlar la operación del equipamiento integrado al Sistema Scada
- Efectuar mantenimiento al todo el equipamiento del Sistema Scada
- Efectuar el mantenimiento al sistema de Comunicación del Sistema Scada
- Supervisar y controlar el correcto funcionamiento del Sistema de Comunicación del Sistema Scada
- Supervisar y controlar el funcionamiento del operador que brinda el servicio de comunicación para el sistema Scada
- Preparar reportes sobre los indicadores de gestión del sistema Scada y su Sistema de Comunicación
- Informar el estado de conservación e incidencias de los recursos materiales, herramientas y equipos de trabajo asignados al área.
- Participar en los turnos de emergencia dispuestos por la Empresa
- Cumplir las normas, Directivas, Procedimientos y Reglamentos Internos de Trabajo y Seguridad y Salud ocupacional

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Velar por la seguridad y mantenimiento de los bienes asignados
- Cumplir otras funciones que le asigne el jefe inmediato en el ámbito de su competencia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CONCLUSIONES

- La automatización de Sub Estaciones en Electrosur S.A., ha permitido reducir los tiempos de respuesta ante cualquier tipo de falla en las redes eléctricas, mejorando significativamente el indicador SAIDI, el cual mide la duración de los eventos.
- La automatización de las Sub Estaciones en Electrosur S.A, ha permitido llevar una base de datos de las instalaciones que presentan problemas o fallas comunes, otorgándole una herramienta valiosa al departamento de mantenimiento, el cual al realizar los mantenimientos preventivos y predictivos ha reducido significativamente el indicador SAIFI, que mide la frecuencia de los eventos.
- Al tener automatizadas las Sub Estaciones de potencia, se ha podido liberar los puestos de trabajo de los operadores de dichas subestaciones, pudiéndolos utilizar en otras áreas críticas de la empresa.
- La seguridad se ha incrementado de manera notable, ya que al realizar mandos remotos de las celdas energizadas, se reduce a cero el riesgo de choques eléctricos o explosiones de celdas que puedan dañar a los operadores que manipulen manualmente los interruptores de potencia.
- Las compensaciones por la norma técnica se han reducido drásticamente desde la automatización de las Sub Estaciones de potencia.
- El sistema SCADA de Electrosur S.A., se encuentra preparado para la integración con el sistema Georeferenciado GIS

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

BIBLIOGRAFIA

1. Stuart A. Boyer, SCADA, SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITION, EEU, Paper, 2009
2. William Shaw, CYBERSECURITY FOR SCADA SYSTEMS, 2006
3. SITIO WEB

   Empresa Regional de servicio público de Electricidad – Electrosur S.A. www.electrosur .com.pe
4. SITIO WEB

   Schweitzer Engineering Laboratories – SEL INC

   www.selinc.com
5. SITIO WEB

   ABB Group - Automation and Power Technologies

   www.abb.com
6. SITIO WEB

   Schneider Electric

   www.schneider-electric.com/
7. SITIO WEB

   General Electric Energy

   www.ge-energy.com/

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

8. ELECTROSUR

http://www.electrosur.com.pe/transparencia/traPortalEstandar.aspx

INSTRUMENTOS DE GESTION

- REGLAMENTO DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES - ROF
- ORGANIGRAMA DE LA ENTIDAD Y SUS DEPENDENCIAS
- MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES - MOF
- MANUAL DE CLASIFICADOR DE CARGOS
- CUADRO DE ASIGNACIÓN DE PERSONAL - CAP

- INDICADORES DE DESEMPEÑO
  - Indicadores de Convenio de Gestión
  - Indicadores del Plan Operativo Institucional
  - Indicadores del Plan Estratégico Institucional

PLANES Y POLÍTICAS

- PESEM (Plan Estratégico Sectorial Multianual)
  - Plan Estratégico de FONAFE.
  - Plan estratégico del sector al que pertenece la empresa

- PEI (Plan Estratégico Institucional)
  - Plan Estratégico de la Empresa

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- POI (Plan Operativo Institucional)
  - Plan Operativo Anual de la Empresa

- POLÍTICAS NACIONALES
  - Ley de Concesiones Electricas
  - Plan de Electrificación Rural
  - Ley del Presupuesto del Sector Público
  - Ley de Endeudamiento del Sector Público

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis