

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN EN TIEMPO REAL DE LAS
SUBESTACIONES ELÉCTRICAS CPSAA Y GUADALUPE AL
COES-SINAC**

INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR:

JUAN RAMÓN RODRÍGUEZ MENDOZA

PROMOCIÓN 1996-II

LIMA-PERÚ
2011

**TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN EN TIEMPO REAL DE LAS
SUBESTACIONES ELÉCTRICAS CPSAA Y GUADALUPE AL
COES-SINAC**

A mis padres por su amor y esfuerzo para educarme.

A mi esposa por ser mi compañera incondicional en todos los momentos de mi vida.

A mi hijo por ser el sentido y la razón de mi vida

SUMARIO

La empresa Cementos Pacasmayo S.A.A. con la finalidad de enviar las señales de estado, alarmas y medidas solicitadas por el COES-SINAC (Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional); implementa un Centro de Control SCADA en la Sala de Control de la Subestación Eléctrica CPSAA (Cementos Pacasmayo S.A.A.).

El mencionado centro de control conformado por dos computadoras llamados servidores SCADA/ICCP integra las señales mencionadas de las subestaciones eléctricas de CPSAA y Guadalupe desde los relés, medidores e indicadores de posición de tap, para luego enviarlas al Centro de Control Principal del COES-SINAC, de esta manera dar cumplimiento con lo dispuesto en la Norma Técnica para la Coordinación de la Operación en Tiempo Real de los Sistemas Interconectados (R.D. N° 014-2005-EM/DGE) y la Norma Técnica para el Intercambio de Información en Tiempo Real para la Operación del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional – SEIN (R.D. N° 055-2007 EM/DGE).

Las señales solicitadas por el COES-SINAC son señales de las subestaciones eléctricas mencionadas, correspondientes a los transformadores de potencia TRF1-T1, TRF2-T2, TRF3-T3, interruptores de potencia, seccionadores, barras y las líneas de transmisión LT-6652 y LT-6669 que enlazan ambas subestaciones.

Finalmente se realizan las pruebas en campo para probar el funcionamiento y desempeño del sistema SCADA en la integración y envío de señales.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
DESCRIPCIÓN Y ALCANCES DEL PROYECTO	3
1.1 Descripción del proyecto	3
1.1.1 Situación actual	3
1.1.2 Señales de campo integradas a los IEDs.....	4
1.1.3 Descripción del sistema SCADA.....	6
1.1.4 Señales solicitadas por el COES-SINAC	9
1.2 Alcances.....	9
1.2.1 Equipamiento del sistema SCADA	9
1.2.2 Servicios de instalación del sistema SCADA	11
CAPÍTULO II	12
ARQUITECTURA Y CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA SCADA	12
2.1 Arquitectura del sistema	12
2.2 Características del sistema.....	13
2.2.1 Redundancia del sistema	13
2.2.2 Autonomía de alimentación	14
2.2.3 Sincronización de tiempo.....	14
2.2.4 Software SCADA.....	15
CAPÍTULO III	17
SISTEMA DE COMUNICACIÓN DEL SCADA	17
3.1 Sistema de comunicación local	17
3.1.1 Comunicación serial	17
3.1.2 Comunicación en la red LAN	19
3.1.3 Protocolos de comunicación local.....	22
3.2 Sistema de comunicación principal.....	24
3.2.1 Enlace de comunicación.....	24
3.2.2 Protocolo ICCP.....	26
CAPÍTULO IV	27
DISEÑO DEL SISTEMA SCADA	27
4.1 Diseño de la base de datos para la integración	27

4.1.1	Estructura para la integración.....	27
4.1.2	Elementos de la base de datos para la integración.....	29
4.2	Diseño de la base de datos para la transferencia	30
4.2.1	Estructura para la transferencia.....	30
4.2.2	Elementos de la base de datos para la transferencia	31
CAPÍTULO V		33
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....		33
5.1	Especificaciones técnicas del suministro.....	33
5.1.1	Software SCADA.....	33
5.1.2	Servidor SCADA/ICCP	33
5.1.3	Monitor para servidor.....	33
5.1.4	Conmutador KVM.....	34
5.1.5	Terminal server industrial	34
5.1.6	Switch industrial	34
5.1.7	Sistema de alimentación ininterrumpida (UPS).....	34
5.1.8	Tablero SCADA.....	34
5.2	Especificaciones técnicas de montaje	35
5.2.1	Instalación del tablero SCADA	35
5.2.2	Instalación de materiales.....	35
5.2.3	Montaje de equipos	35
5.2.4	Cableado interno del tablero.....	36
5.2.5	Conexión externo del tablero SCADA.....	37
5.2.6	Puesta a tierra	37
CAPÍTULO VI		38
PRUEBAS EN CAMPO		38
6.1	Pruebas internas	38
6.1.1	Pruebas del hardware y software SCADA	38
6.1.2	Pruebas de sincronización de los servidores SCADA/ICCP	38
6.1.3	Pruebas de protocolo DNP 3.0 y Modbus.....	39
6.2	Pruebas con el COES-SINAC	39
6.2.1	Pruebas del protocolo ICCP	39
6.2.2	Pruebas funcionales y de disponibilidad	40
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		43
ANEXOS		45
ANEXO A	TABLAS DE ESTRUCTURAS, SEÑALES Y CONFIGURACIÓN	46
ANEXO B	PROTOCOLOS DE PRUEBAS EN CAMPO.....	56
ANEXO C	PLANOS DEL PROYECTO	68

BIBLIOGRAFÍA..... 78

INTRODUCCIÓN

El presente informe presenta la implementación de un sistema SCADA que permita al cliente libre Cementos Pacasmayo S.A.A., enviar las señales solicitadas por el COES-SINAC de la S.E. (Subestación Eléctrica) CPSAA y S.E. Guadalupe, en concordancia con la Norma Técnica para la Coordinación de la Operación en Tiempo Real de los Sistemas Interconectados (R.D. N° 014-2005-EM/DGE), donde establece que los titulares de las redes de distribución y clientes libres deben enviar información en tiempo real sobre la operación de sus instalaciones que a criterio del COES-SINAC puede afectar la calidad del servicio o la seguridad del SEIN (Sistema Eléctrico Interconectado Nacional).

La forma y las características del sistema SCADA a implementar lo establece la Norma Técnica para el Intercambio de Información en Tiempo Real para la Operación del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional – SEIN (R.D. N° 055-2007 EM/DGE).

Objetivo del informe de competencia profesional

El objetivo del informe es dar a conocer la implementación de un sistema SCADA que integre las señales en los niveles de 60 kV de la S.E. CPSAA y S.E. Guadalupe para enviarlas al Centro de Control Principal del COES-SINAC en Lima.

El contenido del informe de competencia profesional comprende lo siguiente:

En el capítulo I detalla brevemente el sistema eléctrico a ser integrado al sistema SCADA, describe el sistema SCADA a implementar, menciona cuales son las señales de campo en el nivel de 60 kV de los relés, medidores e indicadores de posición de tap de la S.E. CPSAA y la S.E. Guadalupe que se integran a los servidores SCADA/ICCP. Asimismo, se indica el alcance del equipamiento y el servicio de instalación del sistema SCADA.

En el capítulo II trata acerca de la arquitectura del sistema SCADA, mostrada en el plano P-03 y se mencionan las características del sistema SCADA tales como redundancia, autonomía de alimentación, sincronización de tiempo y las características del software SCADA.

En el capítulo III se detalla la comunicación del sistema SCADA la que está dividida en comunicación local y comunicación principal. La comunicación local corresponde a la red de los IEDs y servidores SCADA/ICCP ubicados en la Sala de Control de la S.E. CPSAA y Sala de Control de la S.E. Guadalupe; en cuanto a la comunicación principal corresponde al enlace entre los servidores SCADA/ICCP del Centro de Control de

CPSAA y los clientes ICCP del Centro de Control Principal del COES-SINAC.

En el capítulo IV se desarrolla el diseño de la base de datos para la integración de los IEDs y el diseño de la base de datos para la transferencia de información entre los servidores SCADA/ICCP de CPSAA y los clientes ICCP del COES-SINAC.

En el capítulo V muestra las especificaciones técnicas del suministro y las especificaciones técnicas de montaje del sistema SCADA.

En el capítulo VI se detalla las pruebas en campo del sistema SCADA, las que se realizan luego de su instalación. Se indican dos etapas de pruebas las cuales son prueba internas y pruebas con el COES-SINAC.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones como parte del presente informe a tenerse en cuenta en la implementación e instalación del sistema SCADA para la integración de señales de la S.E. CPSAA y S.E. Guadalupe al Centro de Control de CPSAA para luego enviarlas al Centro de Control Principal del COES-SINAC.

CAPÍTULO I DESCRIPCIÓN Y ALCANCES DEL PROYECTO

1.1 Descripción del proyecto

1.1.1 Situación actual

Actualmente, Cementos Pacasmayo S.A.A. recibe la energía proveniente de la S.E. Guadalupe a través de las líneas de transmisión LT-6652 y LT-6669 en 60 kV hasta la barra de 60 kV en la S.E. CPSAA; desde esta barra de 60 kV alimentan tres módulos de salida cada una con transformadores de potencia TRF1-T1, TRF2-T2 y TRF3-T3 de 25/30 MVA, 30/37.5 MVA y 30/37.5 MVA respectivamente, tal como se muestra en la figura 1.1.

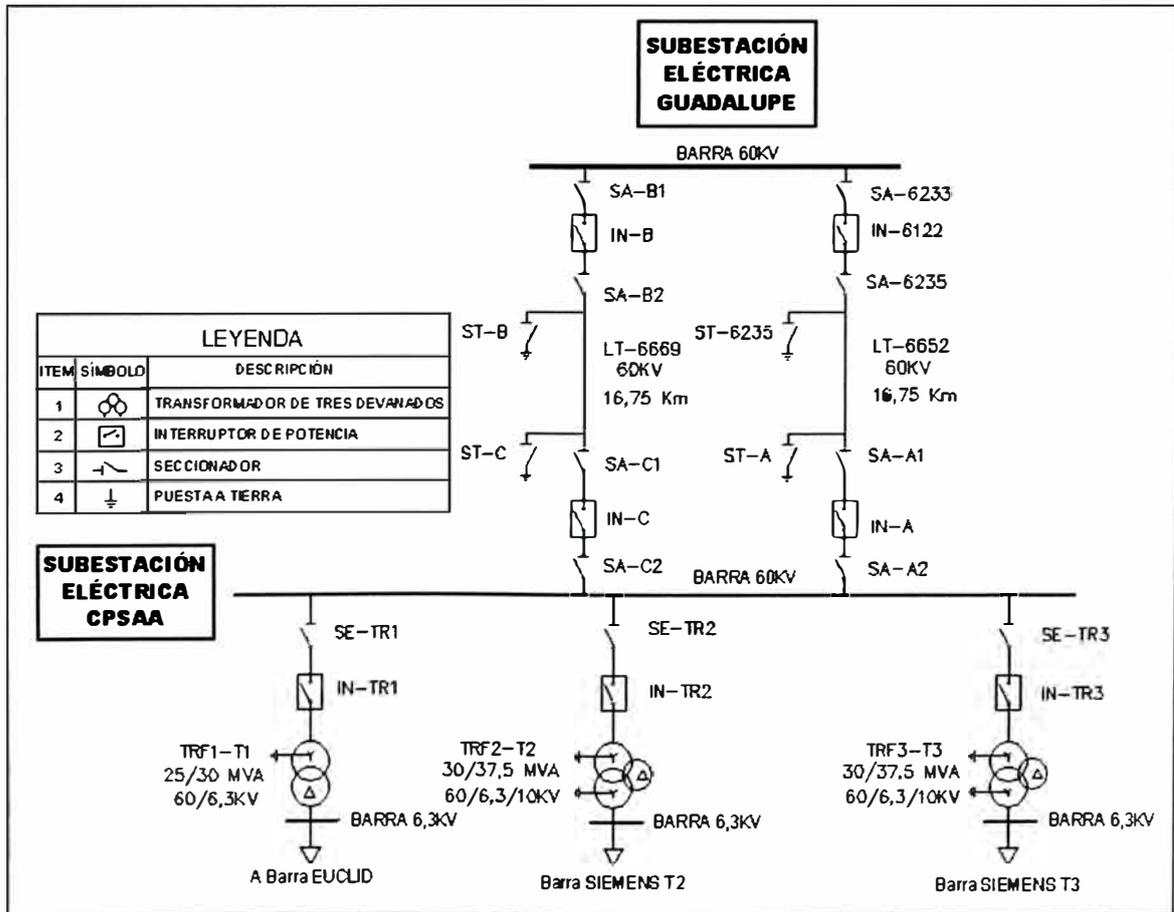


Figura 1.1: Diagrama unifilar subestaciones eléctricas CPSAA y Guadalupe

Las cargas de CPSAA se alimentan desde las barras de 6.3 kV correspondiente al lado secundario de los transformadores de potencia TRF1-T1, TRF2-T2 y TRF3-T3.

Las líneas de transmisión LT-6652 y LT-6669 a la salida de la S.E. Guadalupe y a la

llegada de la S.E. CPSAA, están protegidas por relés diferencial marca GE (General Electric) L90 y relés GE D60, tal como se muestra en el plano P-02 del anexo C.

Cada módulo de salida-transformación está protegido por relés GE T60 y GE F60, tal como se muestra en el plano P-02 del anexo C.

Además, en cada línea de transmisión LT-6652 y LT-6669 a la salida de la S.E. Guadalupe y llegada a la S.E. CPSAA existe un medidor GE EPM9450 para las mediciones de corriente, tensión, potencia activa y potencia reactiva de las líneas de transmisión de 60 kV mencionadas, tal como se muestra en el plano P-01 del anexo C.

1.1.2 Señales de campo integradas a los IEDs

a) Medidores General Electric EPM9450

Las señales de campo integradas a los medidores GE EPM9450 para enviarlas al servidor SCADA/ICCP de CPSAA son:

- Tensión y corriente de las líneas de transmisión LT-6652 y LT-6669.
- Potencia activa y reactiva de las líneas de transmisión LT-6652 y LT-6669.

b) Relé General Electric L90 y D60

Las señales de campo integradas a los relés diferenciales GE L90 para enviarlas al servidor SCADA/ICCP de CPSAA son:

- Estado abierto y cerrado de los interruptores de línea IN-A, IN-B, IN-C e IN-6122.
- Estado abierto y cerrado de los seccionadores de línea SA-A1, SA-B2, SA-C1 y SA-6235.
- Estado abierto y cerrado de los seccionadores de barra SA-A2, SA-B1, SA-C2 y SA-6233.
- Estado abierto y cerrado de los seccionadores de tierra ST-A, ST-B, ST-C y ST-6235.
- Alarmas de disparo por protección de la función diferencial de línea para las líneas de transmisión LT-6652 y LT-6669.
- Alarma de falla del relé D60.

Las señales de campo integradas a los relés GE D60 para enviarlas al servidor SCADA/ICCP de CPSAA son:

- Alarmas de disparo por protección de las funciones de sobrecorriente instantánea, temporizada y direccional para las líneas LT-6652 y LT-6669.
- Alarma de falla del relé L90.
- Alarma falta de alimentación continua en los interruptores de línea IN-A, IN-B, IN-C e IN-6122.
- Alarma baja presión de SF6 en los interruptores de línea IN-A, IN-B, IN-C e IN-6122.
- Alarma resorte descargado en los interruptores de línea IN-A, IN-B, IN-C e IN-6122.

c) Relé General Electric T60 y F60

Las señales de campo integradas a los relés GE T60 para enviarlas al servidor SCADA/ICCP de CPSAA son:

- Alarmas de disparo por protección de la función diferencial de transformador para los transformadores TRF1-T1, TRF2-T2 y TRF3-T3.
- Alarmas de disparo por protección de las funciones de sobrecorriente instantánea y temporizada para los transformadores TRF1-T1, TRF2-T2 y TRF3-T3.
- Alarma de falla del relé F60.
- Alarmas de disparo por temperatura de aceite de los transformadores TRF1-T1, TRF2-T2 y TRF3-T3.
- Alarma de disparo de relé buchholz de los transformadores TRF1-T1, TRF2-T2 y TRF3-T3.
- Alarma de disparo de válvula de seguridad de los transformadores TRF1-T1, TRF2-T2 y TRF3-T3.
- Alarma de disparo de presión súbita de los transformadores TRF1-T1, TRF2-T2 y TRF3-T3.
- Corriente de los transformadores TRF1-T1, TRF2-T2 y TRF3-T3.

Las señales de campo integradas a los relés GE F60 para enviarlas al servidor SCADA/ICCP de CPSAA son:

- Estado abierto y cerrado de los interruptores de transformador IN-TR1, IN-TR2 e IN-TR3.
- Estado abierto y cerrado de los seccionadores de transformador SE-TR1, SE-TR2 y SE-TR3.
- Alarma de falla del relé T60.
- Alarma falta de alimentación continua en los interruptores de transformador IN-TR1, IN-TR2 e IN-TR3.
- Alarma baja presión de SF6 en los interruptores de transformador IN-TR1, IN-TR2 e IN-TR3.
- Alarma resorte descargado en los interruptores de transformador IN-TR1, IN-TR2 e IN-TR3.
- Potencia activa de los transformadores TRF1-T1, TRF2-T2 y TRF3-T3.
- Potencia reactiva de los transformadores TRF1-T1, TRF2-T2 y TRF3-T3.

d) Indicador de posición tap TAPCON 240

En cuanto a los indicadores de posición tap TAPCON 240, se encargan de integrar la posición del regulador de tensión correspondiente a los transformadores TRF2-T2 y TRF3-T3; para luego enviarlos al servidor SCADA/ICCP de CPSAA.

1.1.3 Descripción del sistema SCADA

Damos el nombre de SCADA (supervisory control and data acquisition o control con supervisión y adquisición de datos) a cualquier software que permita el acceso a datos remotos de un proceso y permita utilizando las herramientas de comunicación necesarias en cada caso, el control del mismo. [1]

El sistema SCADA consiste de la estación maestra, la cual provee una localidad central para monitorear y realizar operaciones de control y varias RTUs (Unidades Terminales Remotas), la cual recolectan datos de estado y telemetría en varias localidades distantes. [2]

La estación maestra se comunica con las RTUs usando una o más líneas de comunicación, y obtiene los datos de cada una de ellas. Los datos son almacenados en la base de datos, en elementos de almacenamiento llamados "puntos". [2]

La estación maestra llamado también centro de control, está formado por computadoras llamados servidores y el software SCADA instalado en ellos. Este centro de control se encarga de monitorear, supervisar y controlar de acuerdo a los datos recibidos de las RTUs.

Las RTUs se instalan en las localidades remotas del sistema y están encargados de recopilar datos para luego ser transmitidos a través de algún medio de comunicación hacia la estación maestra o centro de control.

El software SCADA se compone de la siguiente manera:

- a) Software SCADA servidor.
- b) Software explorador de la base de datos.
- c) Software para interfaz gráfica.

a) Software SCADA servidor

El software SCADA servidor es el administrador SCADA, se encarga del arranque, corrida y parada del SCADA; contiene todos los módulos del SCADA. Para el presente proyecto sólo se han adquirido los módulos SCADA maestro/en espera, monitoreo y diagnóstico SCADA, visor de puntos de estado, visor de puntos analógicos, protocolo de comunicación Modbus, protocolo de comunicación DNP 3.0, protocolo de comunicación ICCP y secuencia de comandos; la función que cumple cada uno de ellos se indica en el ítem 2.2.4 del capítulo II.

b) Software explorador de la base de datos

El software explorador de la base de datos es un software interfaz de usuario y sirve para editar la base de datos del SCADA. [2]

c) Software para interfaz gráfica

El software para interfaz gráfica es un software de interfaz de usuario para los operadores y sirve para representar a través de esquemas y diagramas a los sistemas a

monitorear. [2]

Tanto el software explorador de la base de datos como el software para interfaz gráfica se pueden instalar en el mismo servidor SCADA o en otra computadora cliente que se conecte al servidor SCADA a través de la red de comunicación.

En el presente proyecto el sistema SCADA está formado de la siguiente manera:

El Centro de Control de CPSAA: Ubicado en el tablero SCADA de la Sala de Control de la Subestación Eléctrica CPSAA y formada por dos servidores denominados servidores SCADA/ICCP; a estos servidores se les denomina así por tener instalado el software SCADA con el protocolo ICCP para el enlace al Centro de Control Principal del COES-SINAC.

Las RTUs: Están formadas por los IEDs (dispositivos electrónicos inteligentes) tales como los relés de protección GE D90, GE L90, GE T60, GE F60, los medidores GE EPM9450 y los indicadores de posición de tap TAPCON 240; ubicados en la Sala de Control de la S.E. CPSAA y Sala de Control de la S.E. Guadalupe. Las RTUs se comunican con los servidores SCADA/ICCP a través de la red LAN SCADA CPSAA.

Es importante indicar que el software SCADA instalado en los servidores SCADA/ICCP contiene el software SCADA servidor con sus módulos mencionados y el explorador de la base de datos; no incluye el software para interfaz gráfica.

Los servidores SCADA/ICCP se configuran para funcionamiento redundante, donde uno de ellos estará activa todo el tiempo, es decir, él se encarga de interrogar a los IEDs. El segundo servidor SCADA/ICCP se encuentra en estado de espera y en todo momento se mantendrá en estado totalmente sincronizado con la base de datos del servidor SCADA/ICCP activo y en caso de falla del servidor SCADA/ICCP activo; el servidor SCADA/ICCP que se encuentra en estado de espera asume el control de todos los periféricos y las líneas de comunicación sin necesidad de un requerimiento previo del operador. [3]

Las señales de los IEDs son integradas a los servidores SCADA/ICCP; la integración de señales consiste en indicar en la base de datos de los servidores SCADA/ICCP las direcciones de registros de los IEDs para leer las señales requeridas.

Una vez integradas la señales, se configura para que el servidor SCADA/ICCP interroge cada intervalo de tiempo a los IEDs por los datos de medida, estado y alarma; los IEDs responden a esta solicitud. La interrogación y respuesta entre el servidor SCADA/ICCP y los IEDs se realizan a través de la red LAN SCADA CPSAA en protocolo de comunicación Modbus y DNP 3.0.

La interrogación del servidor SCADA/ICCP se realiza de dos modos:

La interrogación general.

La interrogación por excepción.

En la interrogación general el servidor SCADA/ICCP interroga a los IEDs cada 5 segundos, por todas las señales hayan cambiado o no su valor y los IEDs responden a estas interrogaciones.

En la interrogación por excepción el servidor SCADA/ICCP interroga a los IEDs cada 0.1 segundo solamente por las señales que han cambiado de valor y los IEDs responden a estas interrogaciones.

De esta manera las señales se transmiten desde los IEDs al servidor SCADA/ICCP en tiempo real.

Es importante indicar que los intervalos de tiempo tanto para la interrogación general como para la interrogación por excepción son configurables.

Los servidores SCADA/ICCP deben estar sincronizados por el reloj sincronizador GPS (sistema de posicionamiento global); esto implica que los servidores SCADA/ICCP interrogan cada intervalo de tiempo de 60 segundos por la fecha y hora al reloj sincronizador GPS y éste le responde la fecha y la hora UTC (tiempo universal coordinado), de esta forma los servidores SCADA/ICCP actualizan la fecha y hora de su reloj interno; cabe indicar que el intervalo de tiempo para la interrogación realizadas por los servidores SCADA/ICCP al reloj sincronizador GPS es configurable y la comunicación entre éstos se realizan a través de la red LAN SCADA CPSAA en protocolo de comunicación NTP (Network Time Protocol).

Con la fecha y hora sincronizada, los servidores SCADA/ICCP estampan o añaden la fecha y hora a las señales recibidas desde los IEDs, para luego ser transferidas a las computadoras denominadas clientes ICCP del Centro de Control Principal del COES-SINAC.

La transferencia de señales de los servidores SCADA/ICCP a los clientes ICCP consiste en la interrogación general ICCP y la interrogación por excepción ICCP que realizan los clientes ICCP cada intervalo de tiempo configurable por los datos de medida, estado y alarmas a los servidores SCADA/ICCP, los cuales responden ante esta petición.

Los tiempos definidos para la interrogación general ICCP es cada 5 segundos y para la interrogación por excepción ICCP es cada 0.1 segundo, haciendo que la transferencia de información del Centro de Control de CPSAA hacia el Centro de Control Principal del COES-SINAC sea en tiempo real.

La comunicación entre los servidores SCADA/ICCP del Centros de Control CPSAA y los clientes ICCP del Centro de Control Principal del COES-SINAC se realizan en protocolo de comunicación ICCP y a través de routers instalados en sus respectivos centros de control que se enlazan a la red WAN (red de área amplia) de comunicación de telefónica del Perú. La figura 1.2 muestra a través de un esquema la comunicación del

sistema SCADA.

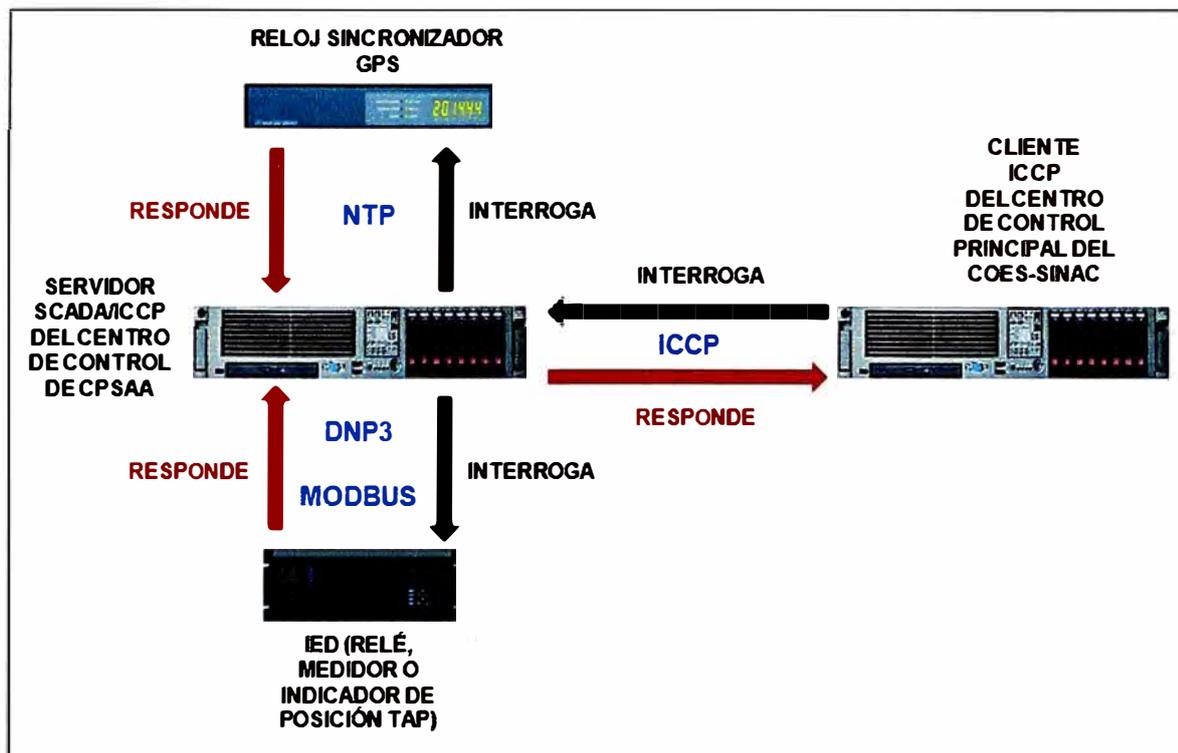


Figura 1.2: Esquema de comunicación del sistema SCADA

1.1.4 Señales solicitadas por el COES-SINAC

En la tabla N° 1 del anexo A, se muestra la lista de las señales solicitadas por el COES-SINAC. En lista contiene las señales de medidas, señales de alarmas y señales de estado que el COES-SINAC requiere de Cementos Pacasmayo S.A.A.

Las señales requeridas por el COES-SINAC son integradas desde los relés y medidores a los servidores SCADA/ICCP del Centro de Control de CPSAA y luego desde éstos son enviados a los clientes ICCP del Centro de Control Principal del COES-SINAC.

Aclaremos que las señales de medida de los indicadores de posición de tap correspondiente a los transformadores de potencia TRF2-T2 y TRF3-T3 se integran a los servidores SCADA/ICCP pero no son enviados al Centro de Control Principal del COES-SINAC.

1.2 Alcances

1.2.1 Equipamiento del sistema SCADA

A continuación se indica el equipamiento en hardware y software que forma el centro de control del sistema SCADA implementado en el tablero SCADA ubicado en la Sala de Control de la S.E. CPSAA.

a) Hardware

- Dos servidores SCADA/ICCP.

Se encargan de la supervisión y monitoreo de las señales. En estos servidores se

instalan el software SCADA servidor y el explorador de la base de datos.

- Un monitor TFT 17".
Sirve de interfaz entre los servidores SCADA/ICCP y el personal SCADA.
- Un switch KVM.
Sirve para la conexión de los servidores SCADA/ICCP al monitor, teclado y mouse que comparten.
- Un UPS de 3kVA y dos baterías externas.
Se encargan del respaldo de energía a los equipos de comunicación y servidores SCADA/ICCP del tablero SCADA, en caso de falta de alimentación de la red eléctrica.
- Un transformador de aislamiento 220/220 VAC.
Sirve para proteger de los ruidos eléctricos a los equipos de comunicación y servidores SCADA/ICCP.
- Un supresor de transitorios TVSS.
Sirve para protección contra las sobretensiones a los equipos de comunicación y servidores SCADA/ICCP del tablero SCADA.
- Un terminal server industrial.
Sirve de interfaz entre la comunicación serial de los TAPCON 240 con la red LAN SCADA CPSAA.
- Un switch industrial.
Sirve para la conexión de los servidores SCADA/ICCP y terminal server al switch SWA1.
- Un tablero SCADA de 2000x800x1100 mm.
Su función es alojar los equipos del sistema SCADA: servidores SCADA/ICCP, monitor, switch KVM, terminal server industrial, switch industrial, transformador de aislamiento, supresor de transitorios TVSS, UPS y baterías.

b) Software

- Software SCADA servidor
El software SCADA servidor es el administrador SCADA, se encarga del arranque, corrida y parada del SCADA. Incluye los siguientes módulos:
 - SCADA maestro / en espera.
 - Monitoreo y diagnóstico SCADA.
 - Visor de puntos de estado.
 - Visor de puntos analógicos.
 - Protocolo de comunicación Modbus.
 - Protocolo de comunicación DNP 3.0.
 - Protocolo de comunicación ICCP.

- Secuencia de comandos.

➤ Software explorador de la base de datos.

El software explorador de la base de datos es un software interfaz de usuario y sirve para editar la base de datos del SCADA. [2]

1.2.2 Servicios de instalación del sistema SCADA

➤ Montaje e instalación del tablero SCADA.

➤ Instalación y configuración de los equipos terminal server industrial, switch industrial, servidores SCADA/ICCP, transformador de aislamiento, supresor de transitorios TVSS, sistema de alimentación UPS, baterías, switch KVM y monitor.

➤ Instalación y configuración del software SCADA en los servidores SCADA/ICCP.

➤ Integración al sistema SCADA de las señales de estado, alarmas y medida de los relés GE L90, GE D60, GE T60 y GE F60 de acuerdo a la lista de señales indicadas en las tablas N° 2, 3 y 4 del anexo A.

➤ Integración al sistema SCADA de las señales de los medidores GE EPM9450 de acuerdo a la lista de señales indicadas en la tabla N° 4 del anexo A.

➤ Integración al sistema SCADA de las señales de los indicadores de posición de tap TAPCON 240 de acuerdo a la lista de señales indicadas en la tabla N° 4 del anexo A.

➤ Envío de señales de medida, estado y alarmas al Centro de Control Principal del COES-SINAC de acuerdo a la lista de señales de la tabla N° 1 del anexo A; estas señales son enviadas en protocolo ICCP.

➤ Pruebas en campo y puesta en servicio.

CAPÍTULO II

ARQUITECTURA Y CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA SCADA

2.1 Arquitectura del sistema

El plano P-03 del anexo C, presenta la arquitectura del sistema SCADA, con la siguiente funcionalidad:

- Un Centro de Control SCADA formada por dos servidores SCADA/ICCP para las labores de supervisión y adquisición de datos. El centro de control recopila las señales de estado, alarmas y medidas mostradas en las tablas N° 2, 3 y 4 respectivamente del anexo A, correspondientes a los IEDs (relés, medidores e indicadores de posición de tap).
- La red LAN (red de área local) Guadalupe compuesta por dos switch ethernet SWA2 y SWB2 ubicados en la Sala de Control de la S.E. Guadalupe a la cual se conectan los relés y medidores que se encuentran en la mencionada sala de control.
- La red LAN CPSAA compuesta por dos switch ethernet SWA1 y SWB1 ubicados en la Sala de Control de la S.E. CPSAA a la cual se conectan los relés, medidores, indicadores de posición de tap y servidores SCADA/ICCP que se encuentran en la mencionada sala de control.
- La red LAN Guadalupe y la red LAN CPSAA están conectadas a través de fibra óptica del tipo monomodo, formando de esta manera la red LAN SCADA CPSAA.
- En los dos switch ethernet SWA1 y SWB1 se conectan de forma redundante los dos servidores SCADA/ICCP.
- Un terminal server industrial integra a través de sus puertos seriales a los indicadores de posición de tap TAPCON 240 de los transformadores TRF2-T2 y TRF3-T3.
- El reloj sincronizador GPS se conecta a la red LAN CPSAA para actualizar y sincronizar a los servidores SCADA/ICCP, utilizando protocolo NTP.
- Las señales son estampadas por los servidores SCADA/ICCP.
- Los relés GE L90, GE D60, GE T60 y GE F60 se conectan en forma redundante a la red LAN SCADA CPSAA para comunicarse con los servidores SCADA/ICCP en protocolo DNP 3.0 sobre TCP/IP.
- Los medidores GE EPM9450 se conectan en forma simple a la red LAN SCADA CPSAA para comunicarse con los servidores SCADA/ICCP en protocolo Modbus sobre TCP/IP.
- El terminal server industrial se comunica serialmente en RS232 y en protocolo

DNP 3.0 con los indicadores de posición de tap TAPCON 240 y luego el terminal server industrial se conecta en forma simple a la red LAN SCADA CPSAA.

- El enlace de comunicación del Centro de Control de CPSAA con el Centro de Control Principal del COES-SINAC se realiza a través de los routers en forma redundante.

2.2 Características del sistema

A continuación se describen las características del sistema SCADA implementado:

2.2.1 Redundancia del sistema

La redundancia permite dar mayor confiabilidad y disponibilidad al sistema SCADA; en este sentido se han implementado redundancia en servidores SCADA/ICCP, redundancia en la red LAN (switch) y redundancia de routers; los que se detallan a continuación:

a) Redundancia en servidores SCADA/ICCP

El sistema SCADA cuenta con dos (02) servidores SCADA/ICCP en forma redundante, donde uno de los servidores SCADA/ICCP estará activo todo el tiempo, mientras que el otro servidor SCADA/ICCP se encuentra en estado de espera, pero con su base de datos totalmente sincronizada con la base de datos del servidor SCADA/ICCP activo, recibiendo en todo momento e inmediatamente cada actualización que ocurra en éste. Si durante el proceso continuo de monitoreo, el servidor SCADA/ICCP en estado de espera detecta una falla o pérdida de comunicación con el servidor SCADA/ICCP activo, entonces inmediatamente asume el control de todos los periféricos y las líneas de comunicación sin necesidad de un requerimiento previo del operador, reanudando la operación normal del sistema SCADA inmediatamente, garantizando la disponibilidad del sistema.

b) Redundancia de la red LAN

Los servidores SCADA/ICCP y los relés en la S.E. CPSAA se conectan a los switch SWA1 y SWB1 en forma redundante; de esta manera en caso de falla del puerto del switch SWA1, entonces tiene como respaldo para comunicarse el puerto del otro switch SWB1.

Los relés en la S.E. Guadalupe se conectan a los SWA2 y SWB2 en forma redundante; de esta manera en caso de falla del puerto del switch SWA2, tendrá como respaldo para comunicarse el puerto del otro switch SWB2.

c) Redundancia de router

Los routers son los encargados de unir la red LAN del Centro de Control de CPSAA con la red LAN del Centro de Control Principal del COES-SINAC a través de la red WAN (red de área amplia) de telefónica del Perú.

El Centro de Control de CPSAA, tiene dos router para el envío de información al Centro de Control Principal de COES-SINAC, uno de los routers está en estado activo y el otro se encuentra en estado de espera.

Uno de los routers está configurado como activo y enviando información en todo

momento y en caso de falla inmediatamente toma el control el router que se encuentra en estado de espera y se comportará como un router activo para enviar la información.

2.2.2 Autonomía de alimentación

Los equipos que forman el Centro de Control de SCADA están alimentados por un UPS y dos baterías para dar autonomía de alimentación en caso de falla de la red eléctrica.

Para el cálculo de carga se considera el consumo máximo de los equipos según lo indicado en el ítem 5.1 del capítulo V. De acuerdo a los cálculos, la carga instalada del equipamiento del Centro de Control de SCADA es de 980W.

De las características técnicas indicadas en el ítem 5.1.7 del capítulo V, podemos ver que el UPS tiene un factor de potencia de 70%, esto implica que una carga instalada de 980 W equivale a 1400 VA de potencia aparente; es decir el UPS está trabajando al 46.67% de su capacidad (3000VA).

Para el cálculo de autonomía nos apoyaremos en las características técnicas indicada en el ítem 5.1.7 del capítulo V, donde se indica que el UPS con sus dos baterías a plena carga 2100 W se tiene una autonomía de 108 minutos, por lo tanto para una carga de 980 W se tendrá una autonomía de 231 minutos, tal como se muestra en la tabla N° 2.1.

Asimismo, los cálculos indican que el UPS con sus dos baterías brindan una reserva de 1600 VA correspondiente a 1120 W. Con el uso futuro de esta reserva, la autonomía será de 108 minutos.

TABLA N° 2.1 Cuadro de cargas y autonomía

ITEM	EQUIPO	CANTIDAD	PU (W)	SUBTOTAL (W)
1	Servidor SCADA/ICCP	2	460	920
2	Monitor TFT 17 pulgada	1	30	30
3	Conmutador KVM	1	10	10
4	Terminal server industrial	1	10	10
5	Switch industrial	1	10	10
Carga instalada (W)				980
Carga instalada (VA)				1400
UPS (VA)				3000
% Carga				46.67%
Reserva (VA)				1600
Autonomía (minutos) al 46.67%				231
Autonomía (minutos) al 100%				108

2.2.3 Sincronización de tiempo

Las señales de estado, alarmas y medidas deben ser enviadas al Centro de Control Principal del COES-SINAC con estampado de tiempo en el orden de los milisegundos.

Por este motivo el reloj sincronizador GPS se comunica con los servidores SCADA/ICCP en protocolo NTP a través de la red LAN SCADA CPSAA para actualizar la fecha y hora de los servidores SCADA/ICCP.

Los servidores SCADA/ICCP a través de la red interrogan cada 60 segundos la fecha y hora al reloj sincronizador GPS y éste le responde enviando la fecha y hora con referencia UTC, actualizando de esta manera la fecha y hora en cada uno de los servidores SCADA/ICCP.

2.2.4 Software SCADA

a) Modularidad

El software SCADA está constituido por módulos y preparado para crecer modularmente sobre el mismo sistema inicial instalado. Los módulos incluidos en el sistema SCADA son los siguientes:

➤ **SCADA maestro / en espera**

Su función es la redundancia del SCADA, es decir en caso de falla del servidor SCADA/ICCP activo o maestro que está comunicándose con los IEDs, el servidor SCADA que se encuentra en estado de espera toma el control del sistema SCADA.

➤ **Monitoreo y diagnóstico SCADA**

Su función es monitorear y diagnosticar las comunicaciones desde los servidores SCADA/ICCP hacia los IEDs y hacia los clientes ICCP.

➤ **Visor de puntos de estado**

Sirve para el despliegue de los puntos de estado del sistema SCADA

➤ **Visor de puntos analógicos**

Sirve para el despliegue de los puntos analógicos del sistema SCADA

➤ **Protocolo de comunicación Modbus**

Sirve para comunicar el servidor SCADA/ICP con los IEDs en protocolo Modbus.

➤ **Protocolo de comunicación DNP 3.0**

Sirve para comunicar el servidor SCADA/ICP con los IEDs en protocolo DNP 3.0.

➤ **Protocolo de comunicación ICCP**

Su función es comunicar los servidores SCADA/ICCP del Centro de Control de CPSAA con los clientes ICCP del Centro de Control Principal del COES-SINAC en protocolo ICCP.

➤ **Secuencia de comandos**

Sirve para realizar secuencias de comandos para programación. Incluye operadores aritméticos, booleanas, funciones exponenciales, logarítmicas, máximos, mínimos, etc.

b) Base de datos

➤ La base de datos del sistema SCADA cuenta con un editor, llamado explorador de la

base de datos, que permite adicionar, eliminar o modificar puntos, líneas de comunicación, RTUs o IEDs, zonas, grupos de zonas, etc.

- La base de datos del sistema SCADA permite cambios en línea a través del editor, es decir los cambios pueden realizarlos estando en funcionamiento el sistema SCADA.

c) Adquisición de datos

- El sistema SCADA está configurado para recibir las señales digitales y analógicas, a través de interrogación por excepción e interrogación general. La interrogación general es una interrogación periódica destinada a actualizar el valor de todos los puntos, asegurando que estos sean recibidos, independientemente si han cambiado o no, con el propósito de tener una información consistente en la base de datos. Concluida la interrogación general, la base de datos se actualiza por los eventos reportados por la interrogación por excepción (eventos que han cambiado).
- Los datos de estados, medida y alarmas son procesados y estampado en el servidor SCADA/ICCP.

d) Transmisión de datos entre centros de control

Para la transferencia de información entre centros de control, el sistema SCADA incluye como nativo el protocolo ICCP (Inter-Control Center Communication Protocol – IEC 60870-6 TASE.2).

Para el proyecto el Centro de Control de CPSAA se enlaza con el Centro de Control Principal del COES-SINAC en protocolo ICCP.

CAPÍTULO III SISTEMA DE COMUNICACIÓN DEL SCADA

Tomando en cuenta el área que involucra, el sistema de comunicación del SCADA se divide en sistema de comunicación local y sistema de comunicación principal.

3.1 Sistema de comunicación local

El sistema de comunicación local involucra la comunicación entre los IEDs (relés, medidores e indicadores de posición de tap) y los servidores SCADA/ICCP de las S.E. CPSAA y S.E. Guadalupe.

De acuerdo a su forma de comunicación se divide en red LAN ethernet y comunicación serial. En cuanto al medio físico de comunicación local es de cable par trenzado de cobre y apantallado excepto la comunicación entre:

- Los relés de protección y los switch SWA1, SWB1, SWA2 y SWB2; donde la comunicación es a través de cable de fibra óptica multimodo.
- Los switch SWA1, SWB1 y los switch SWA2, SWB2; donde la comunicación es a través de cable de fibra óptica monomodo.

Los cables de fibra óptica utilizan la luz para transmitir las señales de un lugar a otro, estos cables pueden ser monomodo o multimodo.

En el cable de fibra óptica monomodo la trayectoria de la luz el interior del cable sigue una sola trayectoria en el núcleo y en el cable de fibra óptica multimodo la trayectoria de la luz sigue muchas trayectorias en el núcleo. [4]

3.1.1 Comunicación serial

La comunicación serial se realiza a través del puerto DB9; este tipo de comunicación se caracteriza porque los datos son transmitidos bit a bit, utilizando una línea de comunicación. [5]

Dentro de las principales normas utilizadas para la comunicación serial industrial existe la comunicación RS232, RS422 y RS485. [5]

La norma o estándar utilizado en el proyecto es la comunicación serial RS232, esto permite una comunicación punto a punto, es decir solamente entre dos equipos, no permite hacer redes de más de dos equipos.

En el proyecto la comunicación serial RS232 es utilizada entre los indicadores de posición de tap y el terminal server industrial a través de los puertos DB9.

a) Configuración serial

Dos equipos que se comunican serialmente deben tener la misma configuración serial;

los parámetros a ser configurados son los siguientes:

Norma de comunicación: Es la norma utilizado para la transmisión y recepción de datos; estos pueden ser RS232, RS422 o RS485.

Velocidad de transmisión de datos: Es la cantidad de bit por segundo que se transmite de un equipo a otro.

Bits de datos: Se refiere al número de bit de datos a utilizar para cada carácter transmitido o recibido. La mayor parte de los caracteres se transmiten con siete u ocho bits de datos.

Tipo de paridad: Sirve para verificar si hay errores en la transmisión serial.

Bit de parada: Indica el fin de la comunicación de un dato o carácter.

En el cuadro 3.1 se muestra la configuración serial de los equipos indicador de posición de tap y el terminal server industrial.

TABLA N° 3.1 Configuración serial

ITEM	Parámetro	Valor
1	Estándar	RS232
2	Velocidad	9600 bps
3	Bits de datos	8
4	Paridad	NO
5	Bit de parada	1

Los servidores SCADA/ICCP para comunicarse con los indicadores de posición de tap utilizan a los terminal server industrial como interfaz, ya que este equipo se conecta a través de sus puertos seriales DB9 con los indicadores de posición de tap y por su puerto ethernet RJ45 a la red LAN.

b) Integración de señales de los indicadores de posición de tap al servidor SCADA/ICCP

Las señales a integrar de los indicadores de posición de tap TAPCON 240 son las medidas de posición del cambiador de tomas del transformador TRF2-T2 y transformador TRF3-T3; estas señales se muestran en la tabla N° 4 del anexo A.

En los equipos TAPCON 240 cada una de las señales de medida se encuentran en un área de memoria llamado registro y cada uno de ellos identificado por un único número al cual se le denomina dirección de registro. En la base de datos del servidor SCADA/ICCP a cada punto o señal se le debe indicar la dirección de registro respectivo de acuerdo al IED, para que el SCADA pueda acceder a la lectura de la señal en el IED correspondiente, además se debe indicar el tipo de dato que contiene la dirección de registro mencionada, que es del tipo analógico para la señales de medida.

En la tabla N° 4 del anexo A se muestran las señales con sus direcciones de registros correspondientes de estos IEDs.

3.1.2 Comunicación en la red LAN

La red LAN (red de área local) es la red local formada por los servidores y los IEDs enlazados a través de los switch; esta red LAN la hemos denominado red LAN SCADA CPSAA.

La red LAN SCADA CPSAA está formada por la red LAN Guadalupe y la red LAN CPSAA enlazados a través de fibra óptica monomodo, tal como se muestra en el plano P-03 del anexo C.

La red LAN CPSAA está formada por dos switch SWA1 y SWB1, tal como se indica en el plano P-03 del anexo C, donde se conectan:

- En forma redundante los relés a través de cable de fibra óptica multimodo.
- En forma redundante los servidores SCADA a través de cables par trenzado de cobre apantallado.
- En forma simple los medidores, terminal server y reloj sincronizador GPS a través de cables par trenzado de cobre apantallado.

La red LAN Guadalupe está formada por dos switch SWA2 y SWB2, tal como se indica en el plano P-03 del anexo C, donde se conectan:

- En forma redundante los relés a través de cable de fibra óptica multimodo.
- En forma simple los medidores y reloj sincronizador GPS a través de cables par trenzado de cobre apantallado.
- La velocidad de transmisión y recepción de datos en la red LAN SCADA CPSAA es de 10 y 100 Mbps (Megabits por segundo).

La red LAN para la transmisión y recepción de datos entre los servidores SCADA/ICCP y los IEDs usan el conjunto de protocolos denominados TCP/IP.

Los protocolos TCP/IP se organizan en cuatro capas, llamados pila de protocolos TCP/IP estos son capa de aplicación, capa de transporte, capa de interred y capa host a red. [6]

En la figura 3.1 se muestra las capas de la pila de protocolos TCP/IP. Cuando el servidor SCADA/ICCP interroga al IED, en la capa de aplicación se genera un mensaje ya sea en protocolo DNP 3.0 o Modbus y baja a través del resto de capas de la pila de protocolos TCP/IP, pasando por la capa de transporte donde se encapsula el mensaje en forma de segmento, luego pasa a la capa de interred donde se encapsula el segmento en forma de datagrama y llega a la capa de host a red donde el datagrama se encapsula en forma de trama y se envía a través del medio físico al IED; cuando llega al IED la trama ingresa a la pila de protocolos TCP/IP comenzando de la capa de host a red y sube a través del resto de capas de la pila de protocolos TCP/IP, pasando por la capa de interred

donde se desencapsula y se muestra como datagrama, luego pasa a la capa de transporte donde se desencapsula mostrándose como segmento hasta llegar a la capa de aplicación desencapsulándose y se muestra como mensaje ya sea del protocolo Modbus o DNP 3.0. Para la respuesta el IED genera un mensaje ya sea en protocolo Modbus o DNP 3.0 y lo envía al servidor SCADA a través de la pila de protocolos TCP/IP de manera análoga pero en sentido inverso.

A continuación se detalla cada una de las capas:

➤ **Capa de Aplicación:**

En esta capa TCP/IP se ubican las entidades de software o protocolos que soportan comunicación remota tales como los protocolos DNP 3.0, Modbus e ICCP.

Las unidades de datos manejadas por cualquier entidad del nivel de aplicación se denominan mensajes y constan de una cabecera de información de control propia de la aplicación correspondiente y datos de usuario.

➤ **Capa de Transporte:**

Es el nivel responsable del transporte de los mensajes entre entidades del nivel de aplicación. Aquí se sitúan la entidad de software o protocolo denominado TCP (Transmission Control Protocol). La entidad del nivel de transporte TCP, acepta los mensajes de la capa de aplicación y los segmenta en unidades más pequeñas a las cuales añade unas cabeceras de información de control que incluyen entre otras informaciones el número de puerto TCP que identifican los procesos de aplicación extremo a extremo. La unidad de datos resultante se denomina segmento TCP. El protocolo TCP establece una conexión extremo a extremo entre dos entidades TCP entre un servidor SCADA/ICCP o IED origen y un servidor SCADA/ICCP o IED destino por donde fluyen posteriormente de manera ordenada todos los segmentos de información.

➤ **Capa de Interred:**

Es el nivel responsable del encaminamiento de los segmentos TCP del nivel de transporte. Fundamentalmente aquí se ejecuta una entidad o protocolo que se denomina IP (Internet Protocol). La entidad del nivel de Interred o entidad IP acepta segmentos TCP del nivel de transporte y les añade una cabecera. A la unidad de datos resultante se denomina datagrama IP o datagrama; el datagrama contiene la dirección IP de origen del servidor SCADA/ICCP o IED que envía el datagrama y la dirección IP de destino del servidor SCADA/ICCP o IED que recibe el datagrama.

Posteriormente, este nivel encamina estos datagramas usando un algoritmo y una tabla de encaminamiento para saber si el datagrama lo envía directamente a su propia red LAN o lo pasa al router.

➤ **Capa host a red:**

También se le conoce como capa de acceso a la red, es el nivel responsable del intercambio de datagramas IP entre dos entidades contiguas del nivel de acceso a red en el camino origen-destino. Fundamentalmente, aquí se ejecuta un software denominado ethernet, este es el nivel de software más bajo del modelo TCP/IP, el cual acepta datagramas IP proveniente de la capa de interred y les añade una cabecera de información. A la unidad de datos resultante se le denomina trama.

La información que contiene la trama entre otras es la dirección física del adaptador de red (tarjeta de red del servidor SCADA/ICCP o del IED) que va a recibir la trama y la dirección física del adaptador de red que está enviando la trama.

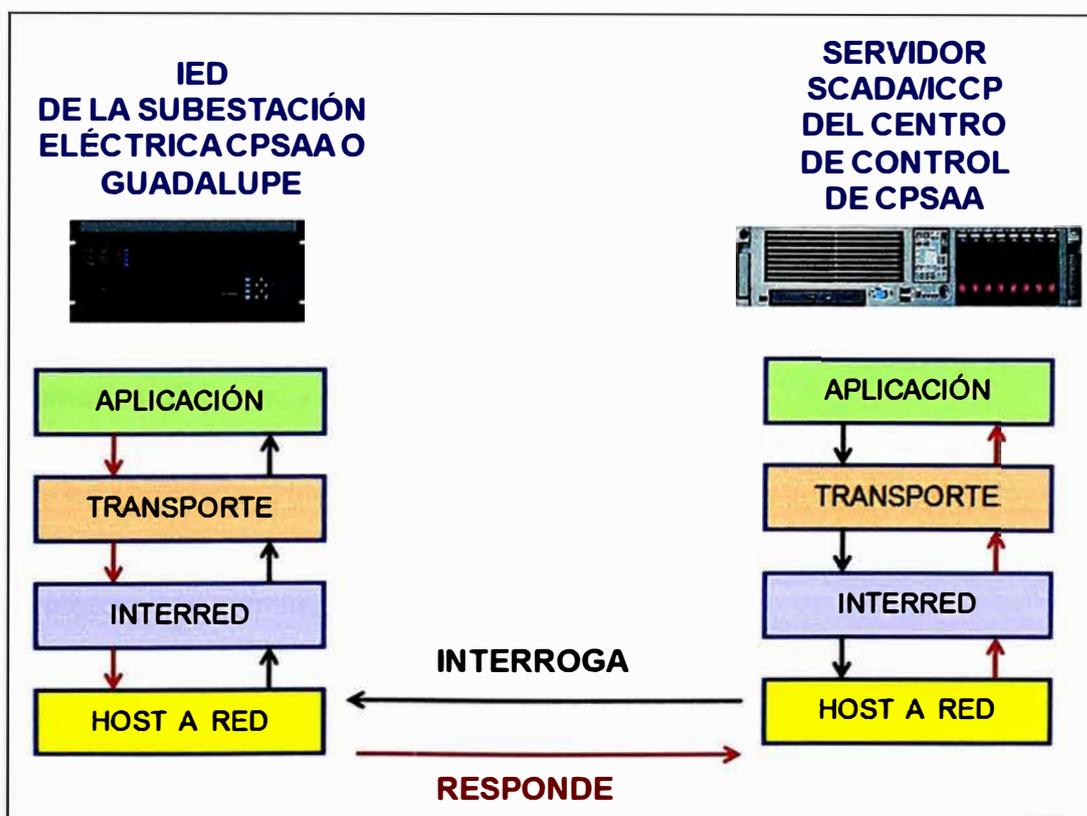


Figura 3.1: Capas de la pila de protocolos TCP/IP

a) Configuración TCP/IP de la comunicación local

La configuración TCP/IP de los servidores SCADA/ICCP e IEDs que se conectan a la red LAN SCADA CPSAA incluye los siguientes parámetros:

Puerto TCP: Es el puerto lógico de entrada a la aplicación DNP 3.0 o Modbus; para el protocolo DNP 3.0 se apertura el puerto lógico TCP 20000 y para el protocolo Modbus se apertura el puerto lógico TCP 502.

Dirección IP: Es la dirección lógica que identifica a un equipo (servidor SCADA o IED) y a la red LAN a la cual pertenece este equipo. En la tabla N° 5 del anexo A se muestra la

dirección IP asignada a los servidores SCADA/ICCP e IEDs.

Máscara de red: Determina que parte de la dirección IP corresponde a la red LAN y que parte corresponde al equipo.

b) Integración de señales de los relés y medidores al servidor SCADA/ICCP

En los relés GE L90, GE D60, GE F60 y GE T60 así como en los medidores GE EPM9450 de la S.E. CPSAA y S.E. Guadalupe, cada una de las señales de estado, alarmas y medidas se encuentran en un área de memoria llamado registro y cada uno de ellos identificado por un único número al cual se le denomina dirección de registro. En la base de datos del servidor SCADA/ICCP a cada punto o señal se le debe indicar la dirección de registro respectivo de acuerdo al IED, para que el SCADA pueda acceder a la lectura de la señal en el IED correspondiente, además se debe indicar el tipo de dato que contiene la dirección de registro mencionada, que es del tipo analógico para la señales de medida y del tipo de estado para las señales de alarmas y estados.

En las tablas N° 2 y 3 del anexo A se muestra las señales con sus direcciones de registros correspondientes de estos IEDs.

3.1.3 Protocolos de comunicación local

a) Protocolo DNP (Distributed Network Protocol) 3.0

DNP 3.0 es un protocolo para transmisión de datos desde un punto A a un punto B usando comunicación serial y comunicación IP. [7]

Para el caso del proyecto el protocolo DNP 3.0 es utilizado para la comunicación entre el servidor SCADA/ICCP y los relés GE L90, GE D60, GE F60 y GE T60, así como con los indicadores de posición de tap TAPCON 240.

Este protocolo nos permite:

- Configurar a cada IED su SLAVE (número de esclavo) DNP 3.0, que es el número con el cual se identifica cada IED ante el servidor SCADA/ICCP.
- Definir en el servidor SCADA/ICCP cada que tiempo se realiza la interrogación general y la interrogación por excepción a los IEDs.
- Identificar las direcciones de registros y tipo de datos en DNP 3.0 a ser leídos.

Los datos de los indicadores de posición de tap se envían al terminal server en protocolo de comunicación DNP 3.0 encapsulado en comunicación serial y se dice que la comunicación es DNP 3.0 sobre serial. El terminal server luego envía los datos al servidor SCADA/ICCP a través de la red LAN.

Los datos de los relés se envían al servidor SCADA/ICCP en protocolo de comunicación DNP 3.0 encapsulado en TCP/IP y se dice que la comunicación es DNP 3.0 sobre TCP/IP.

b) Protocolo Modbus

El protocolo Modbus es un protocolo de mensajes de la capa de aplicación para

comunicaciones clientes/servidor entre dispositivos conectados en diferentes tipos de redes. [8]

Para el caso del proyecto el servidor SCADA/ICCP actúa como un cliente Modbus o maestro Modbus con respecto a los medidores GE EPM9450. En cuanto a los medidores EPM9450 estos actúan como servidores Modbus o esclavos Modbus respecto al servidor SCADA/ICCP.

Este protocolo nos permite:

- Configurar a cada IED su SLAVE (número de esclavo) Modbus, que es el número con el cual se identifica cada IED ante el servidor SCADA/ICCP.
- Definir en el servidor SCADA/ICCP cada que tiempo se realiza la interrogación general y la interrogación por excepción a los IEDs.
- Identificar las direcciones de registros y tipo de datos en Modbus a ser leídos.

Los datos de los medidores se envían al servidor SCADA/ICCP en protocolo de comunicación Modbus encapsulado en TCP/IP y se dice que la comunicación es Modbus sobre TCP/IP.

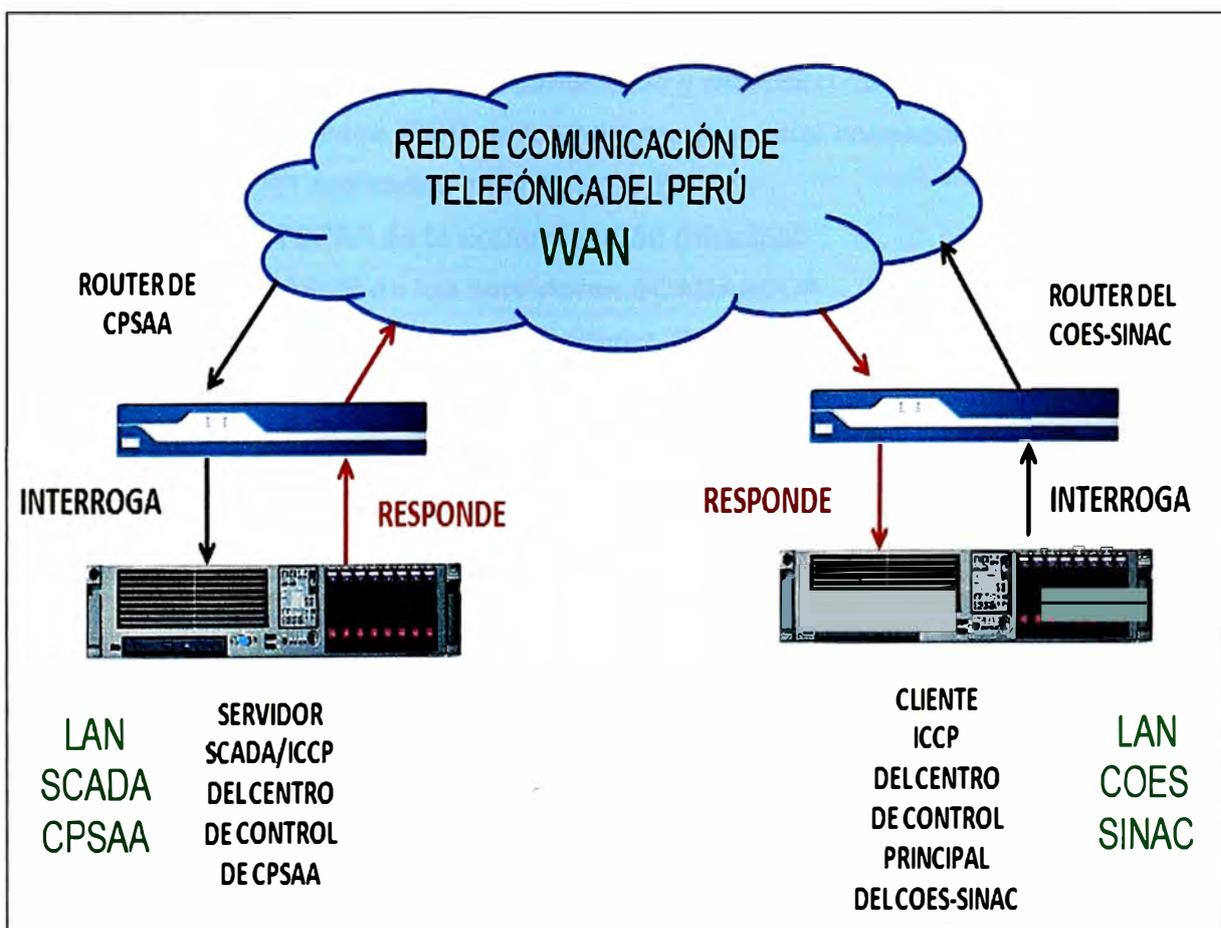


Figura 3.2: Comunicación entre los centros de control de CPSAA y el COES-SINAC

3.2 Sistema de comunicación principal

El sistema de comunicación principal está relacionado a la comunicación entre los servidores SCADA/ICCP del Centro de Control de CPSAA y las computadoras denominadas clientes ICCP del Centro de Control Principal del COES-SINAC, tal como se muestra en la figura 3.2.

3.2.1 Enlace de comunicación

En el Centro de Control de CPSAA se instaló dos router para enlazar los dos servidores SCADA/ICCP con los clientes ICCP del Centro de Control Principal del COES-SINAC donde también tiene un router a la llegada.

Los routers son los encargados de encaminar la información entre dos o más LANs; en este sentido los dos routers instalados en la red LAN SCADA CPSAA se encargan de enlazar dicha red en forma redundante con la red LAN del Centro de Control Principal del COES-SINAC a través de la red WAN (red de área amplia) de Telefónica del Perú.

Es importante indicar que sólo uno de los dos routers instalados se encuentra en estado activo es decir enviando la información al Centro de Control Principal del COES-SINAC, el otro router se encuentra en estado de espera, el cual tomará el control del encaminamiento y envío de la información en caso de falla del router activo.

La red WAN y la red LAN para la transmisión y recepción de datos entre los servidores SCADA/ICCP y los clientes ICCP de los centros de control correspondientes usan la pila de protocolos TCP/IP explicados en el ítem 3.1.2.

a) Configuración TCP/IP de la comunicación principal

La configuración TCP/IP de los servidores SCADA/ICCP

La configuración TCP/IP de los servidores SCADA/ICCP del Centro de Control de CPSAA y los clientes ICCP del Centro de Control Principal del COES-SINAC incluye los siguientes parámetros

Puerto TCP: Es el puerto lógico de entrada a la aplicación ICCP; se apertura el puerto lógico 102.

Puerta de enlace: Es la dirección IP de los router, que se debe indicar a los servidores SCADA/ICCP y a los clientes ICCP respectivo, para que puedan salir de la red LAN y enlazarse con la red WAN de telefónica del Perú.

Las direcciones IP y las respectivas máscaras de red ya se indicarán en la parte de configuración TCP/IP de la comunicación local.

La configuración de los parámetros mencionados se muestra en la tabla N° 5 del anexo A.

La configuración TCP/IP de los routers

La configuración de los routers de ambos centros de control incluye los siguientes parámetros:

Dirección IP LAN: Es la dirección IP del router con la que es identificada en la red LAN.

Dirección IP WAN: Es la dirección IP del router con la que es identificada en la red WAN.

Es necesario indicar que el router encamina la data de su red LAN a través de la red WAN hasta llegar a la red LAN destino. La tabla N° 5 del anexo A muestra la configuración de estos parámetros.

b) Envío de señales al COES-SINAC

Las señales de estado, alarmas y medidas que el Centro de Control de CPSAA envía al Centro de Control Principal del COES-SINAC son las señales integradas desde los relés GE L90, GE D60, GE F60, GE T60 y desde los medidores GE EPM9450 de las S.E. CPSAA y S.E. Guadalupe a los servidores SCADA/ICCP. Las señales a enviar al COES-SINAC se indica en la tabla N° 1 del anexo A.

Para el envío de las señales al Centro de Control Principal del COES-SINAC se han tomado las siguientes consideraciones:

Señales de medida

La señal de medida correspondiente a la tensión de barra de 60 kV de la S.E. CPSAA que se indica en la tabla N° 1 del anexo A, es tomada a partir de la tensión de la línea de transmisión LT-6669 de la respectiva subestación eléctrica esto debido a que la barra no tiene medidor.

En cuanto a las señales de medida correspondientes a los indicadores de posición de tap de los transformadores de potencia TRF2-T2 y TRF3-T3, el COES-SINAC no los solicita.

Señales de alarma

Las señales de alarma para el envío al Centro de Control Principal del COES-SINAC se han agrupado en señales de alarmas graves y señales de alarmas leves.

Las señales de alarmas graves son las señales de disparo por protección o cualquier otra alarma que produzca disparo o bloqueo.

Las señales de alarmas leves son las señales de alertas del sistema eléctrico pero no produce ni disparo, ni bloqueo.

Las señales de alarmas para su envío al Centro de Control Principal del COES-SINAC se agrupan en:

- Señales de alarmas graves por cada línea de transmisión.
- Señales de alarmas graves por cada interruptor de línea.
- Señales de alarmas graves por cada interruptor de transformador.
- Señal de alarma leve de la Subestación Eléctrica CPSAA.

En la tabla N° 3 del anexo A, se muestran las señales de alarmas y su agrupación respectiva. Esto quiere decir por ejemplo que si la señal alarma grave de línea LT-6652

correspondiente a la S.E. Guadalupe que se envía al COES-SINAC se activa, es porque cualquiera de las señales que agrupa esta señal se encuentra activada.

Envío de señales

En la base de datos del servidor SCADA/ICCP cada señal o punto de estado, alarma y medida se asocia a un punto llamado "external name" generándose una tabla de puntos "external name".

En la base de datos del cliente ICCP del Centro de Control Principal del COES-SINAC tiene la misma tabla de puntos "external name".

Por lo tanto cuando el cliente ICCP interroga por un determinado "external name" al servidor SCADA/ICCP, este recibe la petición y busca en su base de datos ese mismo "external name" que a su vez toma el valor de la señal o punto de estado, alarma o medida con la que está asociada respondiendo de esta manera a lo solicitado.

3.2.2 Protocolo ICCP

El ICCP (Inter-Control Center Communications Protocol) o IEC 60870-6/TASE.2 es un protocolo utilizado para intercambio de datos entre centros de control y se basa en el principio cliente/servidor.

Para la comunicación entre los servidores SCADA/ICCP del Centro de Control de CPSAA y los clientes ICCP del Centro de Control Principal del COES-SINAC se utiliza el protocolo de comunicación ICCP.

El protocolo ICCP del sistema tiene las siguientes características:

- Transferencia de datos en modo bidireccional.
- Activación y desactivación de la comunicación con otros centros de control.
- Definición por el usuario de la forma de comunicación con otros centros de control.
- Número ilimitado de servidores y clientes; es decir se puede implementar una gran cantidad de nuevos enlaces ICCP.
- ICCP es un protocolo modular de bloques. Cada bloque representa una función o conjunto de funciones que están a disposición del usuario; el protocolo ICCP tiene nueve bloques, sin embargo para la transferencia de información al Centro de Control del COES-SINAC sólo requiere los bloques 1 y 2.
 - Bloque 1: Corresponde al intercambio de datos. Permite intercambiar los siguientes datos: Señales de estado, señales de alarmas, señales analógicas y estampa de tiempo.
 - Bloque 2: Corresponde al reporte por excepción de cada uno de los datos; permite al cliente ICCP definir los puntos que deberán ser reportados únicamente cuando se detecte un cambio.

CAPÍTULO IV DISEÑO DEL SISTEMA SCADA

El diseño de la base de datos del sistema SCADA se efectúa a través del editor interactivo denominado explorador de la base de datos.

Para el diseño de la base de datos se han considerado dos partes; estas son el diseño de la base de datos para la integración y el diseño de la base de datos para la transferencia de datos al COES-SINAC.

4.1 Diseño de la base de datos para la integración

Este diseño se realiza para la integración de las señales de los relés, medidores e indicadores de posición de tap provenientes de campo al servidor SCADA/ICCP del Centro de Control de CPSAA.

4.1.1 Estructura para la integración

El diseño de la base de datos de los servidores SCADA/ICCP para la integración de las señales de los IEDs está estructurada en elementos tales como usuarios, zonas, grupos de zonas, estaciones, líneas de comunicación, RTUs, puntos de estado y puntos analógicos.

Las zonas y grupos zonas tienen la finalidad de asignar responsabilidades o derechos a los usuarios. La figura 4.1 muestra un esquema de la relación entre zonas, grupos de zonas y usuarios.

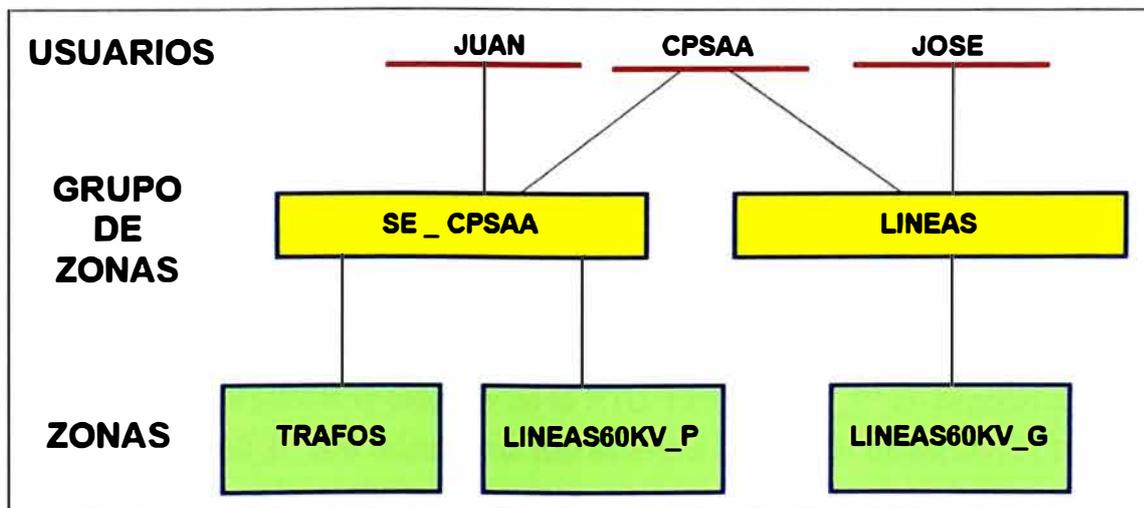


Figura 4.1: Esquema usuarios, zonas y grupos de zonas

De la figura 4.1 podemos ver que el grupo de zona "SE_CPSAA" está asignada a la

responsabilidad del usuario "JUAN" y agrupa a dos zona, estas son "TRAFOS" y "LINEAS60KV_P". Es decir que el usuario "JUAN" con una clave puede acceder y tiene responsabilidad sobre los puntos o señales asignados a este grupo de zonas.

Es importante indicar que los usuarios "JUAN" y "JOSE" que se muestra en la figura 4.1 son solamente ilustrativos ya que en la base de datos del servidor SCADA/ICCP solamente se ha creado un usuario de nombre "CPSAA" que tiene derecho o responsabilidad sobre todas las zonas y grupos de zonas, asignándole como clave "SCADA".

En cuanto a los elementos tales como estaciones, líneas de comunicación, RTUs, puntos de estado y puntos analógicos, estos se relacionan de la siguiente manera. La línea de comunicación representa la comunicación del servidor SCADA/ICCP a la RTU, por lo tanto una línea se asocia a una o más RTU. En los RTUs se crean los puntos de estado y analógicos de la base de datos. Finalmente los puntos que pertenecen a un mismo equipo o que físicamente están relacionados se agrupan en estaciones. La figura 4.2 muestra un esquema de la relación entre los elementos para la integración.

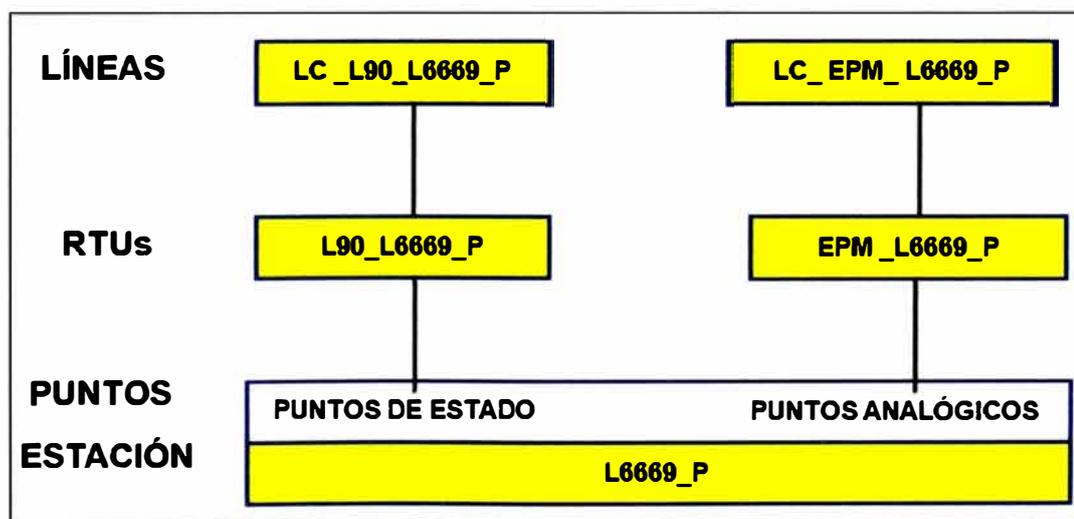


Figura 4.2: Esquema líneas, RTUs, estaciones y puntos

De la figura 4.2 podemos ver que la línea de comunicación "LC_L90_L6669_P" se comunica con la RTU "L90_L6669_P" y la línea de comunicación "LC_EPM_L6669_P" se comunica con la RTU "EPM_L6669_P"; sin embargo los puntos de estado de la RTU "L90_L6669_P" y los puntos analógicos de la RTU "EPM_L6669_P" se asocian o agrupan en la estación "L6669_P" que físicamente representa a la línea de transmisión LT-6669 de la S.E. CPSAA.

En la tabla N° 6 del anexo A presenta la estructura para la integración de las señales de los IEDs.

4.1.2 Elementos de la base de datos para la integración

a) Usuario

La base de datos SCADA permite crear usuarios que tendrán responsabilidades sobre determinados puntos de la base de datos de acuerdo a los grupos de zonas que se les asigne. A cada usuario se le asigna una clave para el acceso respectivo.

b) Zonas

Las zonas son áreas lógicas de responsabilidad creadas en la base de datos de acuerdo a nuestra necesidad. La base de datos permite asociar determinados puntos de estado y analógicos a determinadas zonas de responsabilidad de acuerdo a nuestro criterio.

c) Grupos de zonas

Las zonas se organizan en grupos de zonas y son utilizadas para diferenciar el área de acción o de responsabilidad de un usuario sobre el sistema SCADA.

d) Estaciones

Las estaciones son agrupaciones lógicas de puntos de estado y/o analógicos que están físicamente relacionados. Las estaciones sirven para que el operador pueda interactuar con grupos de puntos que desea analizar o acceder a la vez.

Por ejemplo una estación creada es "TRF1_T1_P" agrupa los puntos de estado y analógicos del transformador de potencia TRF1-T1 de la S.E. CPSAA.

e) Líneas de comunicación

Son elementos que representan el medio de comunicación entre el servidor SCADA/ICCP y las RTUs (Unidades Terminales Remotas) o IEDs (Dispositivos Electrónicos Inteligentes) distribuidos en las S.E. CPSAA y S.E. Guadalupe.

En la línea de comunicación se configura:

- El protocolo de comunicación, por ejemplo si la línea de comunicación creada representa al medio de comunicación con el relé o indicador de posición de tap entonces se selecciona el protocolo DNP 3.0 y si la línea de comunicación creada representa al medio de comunicación con el medidor entonces se selecciona el protocolo Modbus.
- La dirección IP del IED con el que se enlaza la línea de comunicación creada.
- La interrogación general y la interrogación por excepción.

f) RTU-Unidades terminales remotas

Son elementos de la base de datos que representan en forma lógica RTUs o IEDs conectados directamente al servidor SCADA/ICCP.

En la base de datos se configuran RTUs que representan a los relés, medidores e indicadores de posición de tap.

En la RTU de la base de datos se configura el SLAVE DNP 3.0 o SLAVE Modbus que

son los números con los que se identifican los IEDs ante el servidor SCADA/ICCP.

g) Puntos de estado

Los puntos de estado representan el estado de los seccionadores, el estado de los interruptores y alarmas del sistema eléctrico; son las variables de la base de datos que se actualizan frecuentemente. En el punto de estado de la base de datos se indica la dirección de registro a leer y el tipo de dato que contiene esa dirección de registro del IED correspondiente.

h) Puntos analógicos

Los puntos analógicos representan las variables como corriente, potencia, tensión, etc del sistema eléctrico; son las variables de la base de datos que se actualizan frecuentemente. En el punto analógico de la base de datos se indica la dirección de registro a leer y el tipo de dato que contiene esa dirección de registro del IED correspondiente.

4.2 Diseño de la base de datos para la transferencia

Este diseño se realiza para el envío de las señales de los servidores SCADA/ICCP del Centro de Control de CPSAA hacia los clientes ICCP del Centro de Control Principal del COES-SINAC.

4.2.1 Estructura para la transferencia

La base de datos de los servidores SCADA/ICCP para la transferencia o envío de señales al Centro de Control Principal del COES-SINAC está estructurada por los elemento Servers, VRTU (Virtual RTU), DataSets, Nodos ICCP, puntos de estado ICCP y puntos analógicos ICCP.

La VRTU se encarga de asignar un DataSet a un Server. Los DataSet contiene los puntos de estados ICCP y puntos analógicos ICCP a ser accedidos por el cliente ICCP del COES-SINAC. En el Server se define el protocolo de comunicación con el cual el servidor SCADA/ICCP responde al cliente ICCP. Los Nodos ICCP que se crean en la base de datos definen los direccionamientos del protocolo de comunicación ICCP definido en el Server.

La figura 4.3 muestra un esquema de la relación entre los elementos para la transferencia.

De la figura 4.3 podemos ver que la VRTU "VRTU_CPSAA" se encarga de asignar el DataSet "DS_CPSAA" al Server "CPSAA". El DataSet "DS_CPSAA" agrupa los puntos analógicos ICCP y los puntos de estado ICCP que son transferidos a los clientes ICCP.

El nodo ICCP "N_CPSAA" define los direccionamientos del protocolo ICCP definido en el Server "CPSAA".

La tabla N° 7 del anexo A presenta la estructura para la transferencia de las señales al Centro de Control Principal del COES-SINAC.

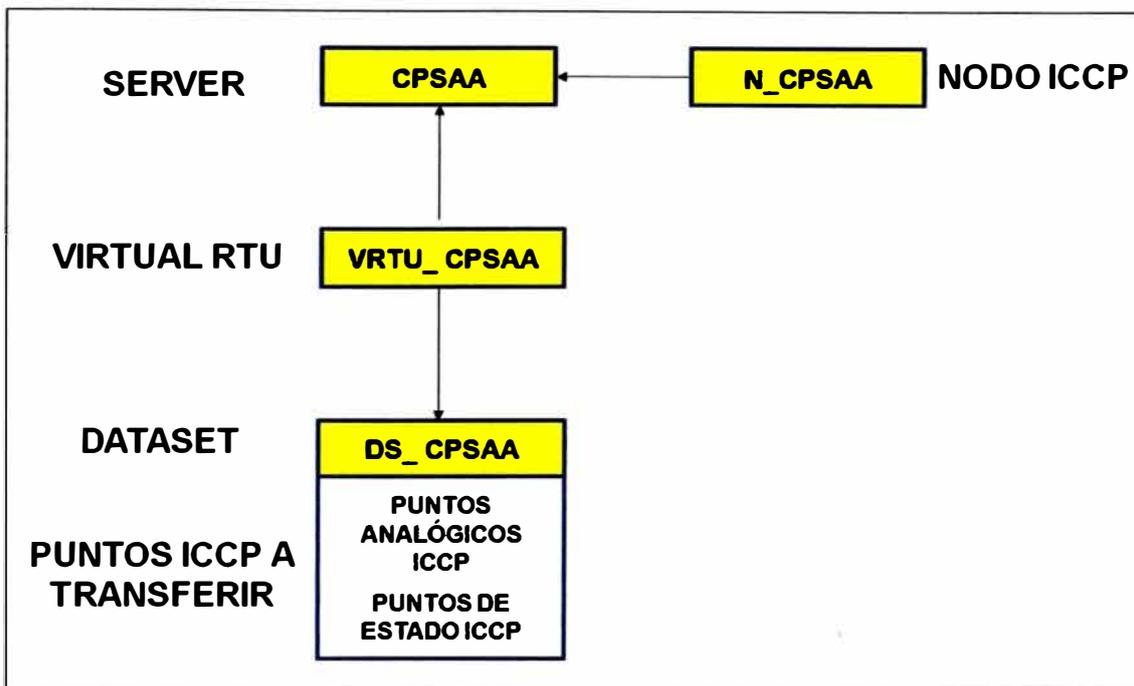


Figura 4.3: Esquema Server, Virtual RTU, Nodos ICCP, DataSet y puntos ICCP

4.2.2 Elementos de la base de datos para la transferencia

a) Server

Un Server es el principal elemento y puede tener una o múltiples VRTUs asignadas a él. [9]

Para el Server que hemos creado en la base de datos se le ha asignado solamente un VRTU.

El Server es usado para definir el protocolo en el servidor SCADA/ICCP, con este protocolo responde al requerimiento del cliente ICCP. [9]

En la base de datos creamos el Server con el nombre "CPSAA" y en él se define el protocolo de comunicación ICCP que usa el servidor SCADA/ICCP del Centro de Control de CPSAA para enlazarse con el cliente ICCP del Centro de Control Principal del COES-SINAC.

b) VRTU (Virtual RTU)

El VRTU es el elemento de la base de datos que se encarga de asignar un DataSet a un Server.[9]

En la base de datos del servidor SCADA/ICCP se define el VRTU con el nombre "VRTU_CPSAA".

c) DataSet

El DataSet define la agrupación de puntos de estado ICCP y puntos analógicos ICCP de la base de datos del servidor SCADA/ICCP, que son accedidos por los clientes

ICCP. [9]

En la base de datos del servidor SCADA/ICCP se define el DataSet con el nombre "DS_CPSAA".

d) Nodos ICCP

Los Nodos ICCP definen los direccionamientos ICCP para el cliente ICCP y el servidor SCADA/ICCP. [9]

Los direccionamientos ICCP son parámetros que sirven para acceder al protocolo de comunicación ICCP entre servidores SCADA/ICCP del Centro de Control de CPSAA y los clientes ICCP del Centro de Control Principal del COES-SINAC.

En la base de datos del servidor SCADA/ICCP se define el nodo ICCP con el nombre "N_CPSAA".

e) Puntos de estado ICCP

Son los puntos de estado del servidor SCADA/ICCP que pueden ser accedidos por el cliente ICCP del Centro de Control Principal del COES-SINAC. Los puntos de estado ICCP son creadas en el VRTU y a cada uno se le asigna un nombre llamado "external name". En las tablas N° 2 y 3 del anexo A se muestra la lista de "external name" creados.

f) Puntos analógicos ICCP

Son los puntos analógicos del servidor SCADA/ICCP que pueden ser accedidos por el cliente ICCP del Centro de Control Principal del COES-SINAC. Los puntos analógicos ICCP son creadas en el VRTU y a cada uno se le asigna un nombre llamado "external name". En la tabla N° 4 del anexo A se muestra la lista de "external name" creados.

CAPÍTULO V ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

5.1 Especificaciones técnicas del suministro

A continuación se detalla las especificaciones técnicas del software SCADA, equipos de comunicación y servidores SCADA/ICCP que forman el Centro de Control de CPSAA.

5.1.1 Software SCADA

- Es escalable, es decir preparado para crecer modularmente.
- Base de datos para manejo de puntos o señales y líneas de comunicación a IEDs de manera ilimitada.
- Capacidad de editar su base de datos en línea.
- Posee protocolos de comunicación ICCP, Modbus Serial/TCP/IP, DNP 3.0 Serial/TCP/IP y otros.
- Sincronización de tiempo con un sistema estándar de tiempo.
- El sistema acepta diversos medios de comunicación.
- Tiene explorador de base de datos para crear la estructura de la base de datos de acuerdo al sistema a controlar y supervisar.

5.1.2 Servidor SCADA/ICCP

- Procesadores de 2.53 GHz con cuatro núcleos.
- Memoria RAM 2X4 GB.
- Disco duro 2 x 300 GB 10000 RPM.
- Posee DVD/RW.
- Cuatro puertos RJ45 Gigabit Ethernet 10/100/1000TX.
- Cuatro puertos USB, un puerto serial, un interfaz PS2 para Mouse, un interfaz PS2 para keyboard y un interfaz de video.
- Consumo de potencia máxima 460 W.
- Montaje en rack.
- Sistema Operativo Microsoft Windows 2003 Server Standard Edition.

5.1.3 Monitor para servidor

- Display de pantalla plana TFT de diagonal 17".
- Tamaño del pixel 0.264 mm.
- Resolución máxima de 1280 x 1024.
- Fuente universal con detección automática, 100 a 240 Vca, 50 a 60 Hz.
- Consumo de 30 W como máximo.

- Temperatura de operación 5 a 35 °C.

5.1.4 Conmutador KVM

- Permita controlar hasta cuatro servidores.
- Conector para teclado; 6-pin Mini-DIN hembra PS-2.
- Conector para mouse; 6-pin Mini-DIN hembra PS-2.
- Conector para monitor; HDDB 15-pin hembra VGA, SVGA, XGA.
- Alimentación vía puerto PS2.
- Consumo máximo de 10 W
- Temperatura de operación 0°C a 50°C.

5.1.5 Terminal server industrial

- Posee alta inmunidad a la interferencia electromagnética.
- Tres puertos ethernet de cobre 10/100 Base TX.
- Dos puertos seriales configurables por software en RS485/RS422/RS232.
- Alimentación universal de 88-300 VDC, 85-264 VAC, 0.1 A.
- Consumo de potencia 10 W (máximo).
- Montaje en panel.

5.1.6 Switch industrial

- Posee alta inmunidad a la interferencia electromagnética.
- Seis puertos ethernet de cobre 10/100 Base TX.
- Alimentación universal de 88-300 VDC, 85-264 VAC, 0.1 A.
- Consumo de potencia 10 W (máximo).
- Montaje en panel.

5.1.7 Sistema de alimentación ininterrumpida (UPS)

- UPS on line.
- Tensión de entrada 230 Vac, 60Hz.
- Tensión de salida 230 Vac, 60Hz.
- Potencia aparente 3 kVA.
- Potencia activa 2.1 kW.
- Factor de potencia 70%.
- Dos gabinetes de baterías externas.
- Autonomía a plena carga (2100 W) con dos baterías 108 minutos.
- Montaje en rack.

5.1.8 Tablero SCADA

- Tipo autosoportado de 2000x800x1100 mm.
- Rieles de montaje para equipos en rack.
- Puerta frontal con vidrio transparente templado de 3.0 mm y marco de lámina de acero de 2 mm.

- Puerta posterior de lámina de acero de 2 mm.
- Paneles laterales de lámina de acero de 1.5 mm.
- Techo y piso de lámina de acero de 2 mm.
- Manijas con llave en puerta frontal y posterior.
- Grado de protección IP54.
- Sistema de climatización ventilador, rejilla y termostato.
- Sistema de iluminación con interruptor de encendido automático.

5.2 Especificaciones técnicas de montaje

5.2.1 Instalación del tablero SCADA

- El tablero se fija firmemente al piso de las instalaciones, con pernos de anclaje.
- Se deja una luz de por lo menos 2 mm entre tableros, de manera que permita su reemplazo posteriormente.
- Las puertas del tablero deben abrirse hasta un ángulo de 90° libre de obstáculos.
- El tablero se instala de modo que resulten accesibles tanto por su parte frontal como por su parte posterior.
- La disposición del tablero se efectúa de modo que se facilite la disipación del calor.

5.2.2 Instalación de materiales

- Previo al montaje de los equipos se instalan los materiales y accesorios internos, incluyendo: Canaletas, rieles DIN, interruptores termomagnéticos, borneras de energía, borneras de tierra, regleta de energía y barra de cobre para puesta a tierra.
- A continuación se procede a instalar el sistema de iluminación y ventilación llevando los cables por las canaletas.
- Finalmente rotular las borneras e interruptores termomagnéticos con los códigos que se indica en la tabla N° 5.1.

TABLA N° 5.1 Código de interruptores termomagnéticos y borneras

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
1	Qx	Interruptor termomagnético de 220VAC; siendo "x" la designación del interruptor termomagnético de acuerdo al plano P-08
2	XA	Borneras de alimentación 220 VAC
3	XT	Borneras de tierra

5.2.3 Montaje de equipos

- El montaje de los equipos dentro del tablero SCADA, sigue el siguiente orden: El UPS con las dos baterías externas, el transformador de aislamiento, los servidores

SCADA/ICCP, el terminal server industrial, el switch industrial, el teclado, el mouse, el monitor y el TVSS.

- Se deja una luz de por lo menos 2 mm, entre cada equipo, de manera que se permita su reemplazo posterior.
- El UPS con las baterías externas y el servidor SCADA/ICCP se instalan con su kit de montaje en rack.
- Finalmente rotular los equipos con los códigos que se indican a continuación en la tabla N° 5.2:

Tabla N° 5.2 Código de los equipos

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
1	TABLERO SCADA	Tablero de los equipos del sistema SCADA
2	SRVA, SRVB	Servidores SCADA/ICCP
3	MON	Monitor TFT de 17 pulgadas
4	KVM	Conmutador KVM
5	SWA1, SWB1, SWA2, SWB2	Switch de la red LAN SCADA CPSAA
6	TS	Terminal server industrial
7	SW	Switch industrial
8	PRJ	Panel RJ45
9	UPS	Sistema de alimentación ininterrumpida UPS
10	BAT1, BAT2	Baterías del UPS
11	TA	Transformador de aislamiento
12	TVSS	Supresor de transitorios de sobretensión

5.2.4 Cableado interno del tablero

- Los cables se instalan en las canaletas de modo que corran libres de obstáculos sujetos y organizados con cinta de amarre plástico.
- El cable de alimentación general de llegada al tablero SCADA es vulcanizado, 2x4mm². Este mismo cable se utiliza para alimentar los equipos de energía en 220VAC: Transformador de aislamiento, TVSS y UPS.
- Cada uno de los equipos de comunicación y servidores SCADA/ICCP se alimentan de la salida del UPS con cables de alimentación de 0.75mm².
- Los cables de comunicaciones se instalan fijados mediante sujetadores adhesivos y cinta de amarre.
- Se verifica la continuidad de todo el cableado.
- Al finalizar el cableado, se debe comprobar el adecuado orden y “peinado” del

cableado, verificando el buen estado del aislamiento.

5.2.5 Conexión externo del tablero SCADA

- Se procede al tendido del cable de alimentación entre el tablero de servicios auxiliares 220 VAC y el tablero SCADA, aislando las punta en ambos extremos.
- El tendido de los cables de comunicación serial y cable de comunicación ethernet (cable para la red LAN) desde los tableros de protección y panel de regulación hacia el tablero SCADA se realiza aislando las puntas y evitando el deterioro por fricción.

5.2.6 Puesta a tierra

- Todas las partes susceptibles de conducir la corriente y que puedan llegar a ser tocadas, como por ejemplo: carcasas, tableros, soportes, tapas metálicas, etc., son conectadas a la red de tierra local de protección de manera firme y con la longitud más corta posible de conducir.
- Todos los equipos y servidores SCADA/ICCP se conectan a la barra de tierra del tablero SCADA y luego esta barra se conecta a tierra.
- En los cables de comunicación, un extremo de la pantalla metálica se conecta a tierra.

CAPÍTULO VI PRUEBAS EN CAMPO

Culminada la instalación, conexionado, integración y configuración de los equipos de comunicación y servidores SCADA/ICCP que forman el sistema SCADA se procede a realizar las pruebas en campo, con el objetivo de probar la funcionalidad y desempeño de todo el sistema SCADA.

Para el desarrollo de las pruebas en campo, estas se han dividido en 02 etapas:

- Pruebas internas.
- Pruebas con el COES-SINAC.

6.1 Pruebas internas

En estas pruebas se verifica que el hardware y el software SCADA se encuentren instalados en el Centro de Control de CPSAA, se verifica la sincronización de los servidores SCADA/ICCP y se prueba la integración de los IEDs a los servidores SCADA/ICCP en protocolo DNP 3.0 y Modbus.

En el anexo B se adjunta los protocolos de prueba en campo PR-01, PR-02, PR-03, PR-04, PR-05, PR-06, PR-07, PR-08 y PR-09 correspondientes a las pruebas internas.

6.1.1 Pruebas del hardware y software SCADA

Estas pruebas comprenden:

a) Verificación del hardware instalado

Consiste en hacer un inventario de todo el equipamiento instalado en el tablero SCADA.

b) Prueba de funcionamiento del hardware instalado

En esta prueba se realiza lo siguiente:

- Inspección visual del cableado interno.
- Prueba de alimentación del tablero y funcionamiento del sistema de respaldo UPS.
- Prueba de la conectividad de los equipos de comunicación con los servidores SCADA/ICCP.

c) Verificación del software instalado

La verificación del software SCADA se realiza en los servidores SCADA/ICCP SRVA y SRVB.

6.1.2 Pruebas de sincronización de los servidores SCADA/ICCP

Estas pruebas verifican la sincronización de los servidores SCADA/ICCP mediante el

el reloj sincronizador GPS.

La verificación se realiza comparando la fecha y hora en los servidores SCADA/ICCP con la fecha y hora del reloj sincronizador GPS que muestra en el display frontal del mismo equipo.

6.1.3 Pruebas de protocolo DNP 3.0 y Modbus

Estas pruebas verifican la integración y lectura de las señales en los servidores SCADA/ICCP en protocolo DNP 3.0 y Modbus provenientes de los IEDs.

Para realizar las pruebas de estos protocolos se realizan los siguientes pasos:

a) Verificación de conectividad con IEDs

Realizar la prueba de conectividad usando el comando ping desde la ventana de comando de cada uno de los servidores SCADA/ICCP a cada uno de los IEDs que integra.

El comando ping consiste en enviar un mensaje desde un equipo origen a un equipo destino y esperar su respuesta; en caso de haber respuesta desde el equipo destino se dice que existe conectividad con el equipo origen, en caso contrario no existe conectividad.

b) Verificación de conexión DNP 3.0 y Modbus con IEDs

Esta prueba comprende lo siguiente:

- Verificación de arranque del software SCADA en los servidores SCADA/ICCP.
- Ingresar al programa explorador de la base de datos SCADA.
- Activación de las líneas de comunicación asociada a los IEDs en el software explorador de la base de datos del servidor SCADA/ICCP.
- Verificación el flujo de información con el módulo de monitoreo y diagnóstico SCADA.

c) Integración y lectura de señales en los servidores SCADA/ICCP

Se verifica la actualización de los puntos de estado, alarmas y analógicas en la base de datos de los servidores SCADA/ICCP a través de los módulos visor de puntos analógicos y visor de puntos de estados.

6.2 Pruebas con el COES-SINAC

Luego de haber culminado las pruebas internas se realizan las pruebas con el COES-SINAC. Estas pruebas verifican la comunicación ICCP y desempeño del sistema SCADA para la transferencia de información de los servidores SCADA/ICCP del Centro de Control de CPSAA hacia los clientes ICCP del Centro de Control Principal del COES-SINAC.

En el anexo B se adjunta los protocolos de prueba en campo PR-10 y PR-11 correspondientes a las pruebas con el COES-SINAC.

6.2.1 Pruebas del protocolo ICCP

Con estas pruebas se verifica el enlace ICCP entre los servidores SCADA/ICCP y los clientes ICCP.

Los clientes ICCP representado por el cliente ICCP primario y el cliente ICCP secundario del COES-SINAC que realizan la interrogación y los servidores SCADA/ICCP representado por el servidor SCADA/ICCP principal (SRVA) y el servidor SCADA/ICCP de respaldo (SRVB) de CPSAA que son los que responden a la interrogación.

Para la pruebas del protocolo ICCP se siguen los siguientes pasos:

a) Verificación de conectividad entre los servidores SCADA/ICCP y los clientes ICCP.

Realizar prueba de conectividad usando el comando ping desde la ventana de comandos de cada uno de los servidores SCADA/ICCP hacia los clientes ICCP.

b) Verificación del enlace ICCP servidor-cliente

- Verificación de arranque del software SCADA en los servidores SCADA/ICCP.
- Ingresar al programa explorador SCADA.
- Activación de la comunicación del Server "CPSAA" en el software explorador de la base de datos del servidor SCADA/ICCP.
- Verificación del flujo de información mediante el módulo de monitoreo y diagnóstico SCADA.

6.2.2 Pruebas funcionales y de disponibilidad

Después de haber establecido el enlace ICCP, se realizan las pruebas funcionales y de disponibilidad; estas pruebas se realizan de acuerdo a la Norma Técnica para el Intercambio de Información en Tiempo Real para la Operación del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional.

a) Pruebas funcionales

Las pruebas funcionales del sistema SCADA son las siguientes:

➤ **Verificación de señales**

Corresponde al COES-SINAC verificar que las señales se actualizan en los clientes ICCP del COES-SINAC.

Para la generación del valor de las señales, en la S.E. CPSAA y S.E. Guadalupe, se realizan cambios de estado (abierto, cerrado), generación de alarmas (activación, desactivación) y cambios para la medida de los parámetros eléctricos.

El envío de las señales de los servidores SCADA/ICCP a los clientes ICCP se verifica a través del módulo monitoreo y diagnóstico SCADA.

➤ **Estampado de tiempo**

Los servidores SCADA/ICCP añaden a cada señal analógica o digital la fecha y hora de ocurrido dicho evento con una resolución del orden de los milisegundo de segundo; para esto los servidores SCADA/ICCP deben estar sincronizados con referencia del tiempo UTC a través del reloj sincronizador GPS.

Se verifica en los servidores SCADA/ICCP el envío de las señales estampadas a través

del módulo de monitoreo y diagnóstico SCADA; las que son confirmadas a la llegada en los clientes ICCP del COES-SINAC.

➤ **Reconexión automática**

Ante una caída del doble enlace ICCP, el cual se simula desconectando los cables de comunicación que van de la red LAN al router A activo y router B en espera; luego se vuelve a reconectar inmediatamente (en un tiempo de 1 segundo aproximadamente), se verifica que los servidores SCADA/ICCP se reconectan automáticamente y en un tiempo no mayor de 10 segundos. La figura 6.1 muestra el doble enlaces ICCP.

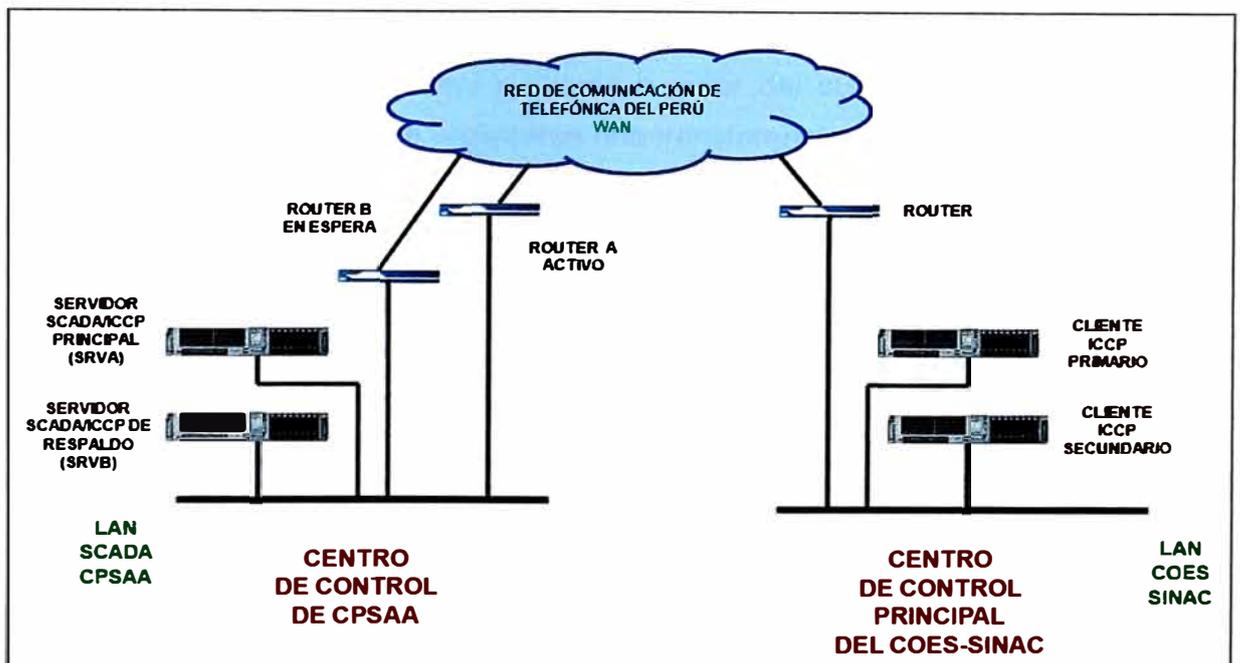


Figura 6.1: Enlace de servidores y clientes entre centros de control

➤ **Conmutación del enlace ICCP**

Ante una caída de uno de los enlace ICCP, el cual se simula desconectando el cable de comunicación del router A activo, se verifica que el router B que está en estado de espera toma el control de la comunicación estableciéndose la conmutación del enlace ICCP. La figura 6.1 muestra los enlaces ICCP activo y en espera.

➤ **Conmutación de servidores y clientes**

• **Conmutación al cliente ICCP secundario del COES-SINAC**

Para verificar la conmutación al cliente ICCP secundario del COES-SINAC, en el cliente primario del COES-SINAC se detiene el servicio ICCP, entonces se verifica la conexión de los servidores SCADA/ICCP de CPSAA al cliente ICCP secundario del COES-SINAC.

La detención del servicio ICCP se realiza en el software SCADA del cliente ICCP primario del COES-SINAC. La figura 6.1 muestra el cliente ICCP primario y el cliente ICCP secundario.

- **Conmutación al servidor SCADA/ICCP de respaldo de CPSAA**

Para verificar la conmutación al servidor SCADA/ICCP de respaldo de CPSAA (SRVB), en el servidor SCADA/ICCP principal de CPSAA (SRVA) se detiene el servicio ICCP, entonces se verifica la conexión de los clientes ICCP del COES-SINAC al servidor SCADA/ICCP de respaldo de CPSAA (SRVB).

La detención del servicio ICCP se realiza en el software SCADA del servidor SCADA/ICCP principal de CPSAA. La figura 6.1 muestra el servidor SCADA/ICCP principal y el servidor SCADA/ICCP de respaldo.

b) Pruebas de disponibilidad

En esta prueba el COES-SINAC evalúa la transferencia ICCP por un lapso de 21 días continuos de operación (504 horas) y cuenta a partir del cumplimiento de las pruebas funcionales, durante el cual debe registrarse una transferencia efectiva continua del 98.5% del periodo evaluado, medido en el cliente ICCP del COES-SINAC.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. El sistema SCADA implementado permite monitorear y supervisar remotamente, en tiempo real y de forma eficiente las señales en 60 kV tales como las medidas eléctricas, posiciones de interruptores, posiciones de seccionadores, posiciones de tap y alarmas de las subestaciones eléctricas CPSAA y Guadalupe desde el Centro de Control de CPSAA.
2. El funcionamiento de los dos servidores SCADA/ICCP hace que el Centro de Control de CPSAA tenga mayor disponibilidad del sistema SCADA.
3. El envío de información del Centro de Control de CPSAA al Centro de Control Principal del COES-SINAC en tiempo real permita que el COES-SINAC coordine el respectivo rechazo o ingreso de carga al SEIN de manera eficiente para mantener la calidad del servicio eléctrico.
4. La redundancia de conexión de los relés de protección y servidores SCADA/ICCP a los switch de la red LAN SCADA CPSAA da mayor confiabilidad en la comunicación de los relés de protección con los servidores SCADA/ICCP.
5. El doble enlace entre el Centro de Control de CPSAA y el Centro de Control Principal del COES-SINAC aumenta la confiabilidad del envío de información al COES-SINAC.
6. La sincronización con referencia de tiempo UTC realizado por los relojes sincronizadores GPS asegura que los servidores SCADA/ICCP del Centro de Control de CPSAA y los clientes ICCP del Centro de Control Principal del COES-SINAC se encuentren sincronizados en el mismo tiempo, evitando confusiones por desfase horario.

RECOMENDACIONES

7. Se recomienda que el Centro de Control de CPSAA sea cuádruple redundante con la finalidad de aumentar la confiabilidad de las señales recibidas por los IEDs y aumentar también la confiabilidad para comunicarse con otros centros de control.
8. El Centro de control de CPSAA debe enlazarse al Centro de Control de respaldo del COES-SINAC; para que en caso falla del enlace principal, el COES-SINAC recopile la información a través del enlace de respaldo.
9. Este sistema SCADA implementado en Cementos Pacasmayo S.A.A. se debe aplicar

a todos los sistemas eléctricos a fin de monitorear, supervisar y controlar sus sistemas eléctricos remotamente, esto beneficiará en costos de operación a las empresas.

10. Es importante que todos los IEDs tengan por lo menos dos puertos de red para comunicarse en forma redundante con los servidores SCADA/ICCP.
11. Es conveniente implementar el software para interfaz gráfica en los sistemas SCADA debido a que es muy amigable para la operación de los sistemas SCADA que se desea monitorear, supervisar y controlar.

ANEXOS

ANEXO A
TABLAS DE ESTRUCTURAS, SEÑALES Y CONFIGURACIÓN

TABLA N° 1 LISTA DE SEÑALES SOLICITADAS POR EL COES-SINAC

ITEM	S.E.	ELEMENTO ELÉCTRICO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TIPO
1	Guadalupe	LT-6652	Potencia activa de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA	MW	Medida
2	Guadalupe	LT-6652	Potencia reactiva de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA	MVAR	Medida
3	Guadalupe	LT-6652	Corriente de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA	A	Medida
4	Guadalupe	LT-6652	Tensión de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA	KV	Medida
5	Guadalupe	LT-6652	Alarma grave de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA	ALG	Alarma
6	Guadalupe	LT-6652	Seccionador de barra de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA	SEC	Estado
7	Guadalupe	LT-6652	Seccionador de línea de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA	SEC	Estado
8	Guadalupe	LT-6652	Seccionador de tierra de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA	SEC	Estado
9	Guadalupe	LT-6652	Interruptor de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA	INT	Estado
10	Guadalupe	LT-6652	Alarma grave del interruptor de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA	ALG	Alarma
11	Guadalupe	LT-6669	Potencia activa de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA	MW	Medida
12	Guadalupe	LT-6669	Potencia reactiva de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA	MVAR	Medida
13	Guadalupe	LT-6669	Corriente de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA	A	Medida
14	Guadalupe	LT-6669	Tensión de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA	KV	Medida
15	Guadalupe	LT-6669	Alarma grave de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA	ALG	Alarma
16	Guadalupe	LT-6669	Seccionador de barra de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA	SEC	Estado
17	Guadalupe	LT-6669	Seccionador de línea de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA	SEC	Estado
18	Guadalupe	LT-6669	Seccionador de tierra de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA	SEC	Estado
19	Guadalupe	LT-6669	Interruptor de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA	INT	Estado
20	Guadalupe	LT-6669	Alarma grave del Interruptor de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA	ALG	Alarma
21	CPSAA	LT-6652	Potencia activa de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA	MW	Medida
22	CPSAA	LT-6652	Potencia reactiva de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA	MVAR	Medida
23	CPSAA	LT-6652	Corriente de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA	A	Medida
24	CPSAA	LT-6652	Tensión de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA	KV	Medida
25	CPSAA	LT-6652	Alarma grave de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA	ALG	Alarma
26	CPSAA	LT-6652	Seccionador de barra de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA	SEC	Estado
27	CPSAA	LT-6652	Seccionador de línea de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA	SEC	Estado
28	CPSAA	LT-6652	Seccionador de tierra de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA	SEC	Estado
29	CPSAA	LT-6652	Interruptor de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA	INT	Estado
30	CPSAA	LT-6652	Alarma grave del Interruptor de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA	ALG	Alarma
31	CPSAA	LT-6669	Potencia activa de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA	MW	Medida
32	CPSAA	LT-6669	Potencia reactiva de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA	MVAR	Medida
33	CPSAA	LT-6669	Corriente de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA	A	Medida
34	CPSAA	LT-6669	Tensión de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA	KV	Medida
35	CPSAA	LT-6669	Alarma grave de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA	ALG	Alarma
36	CPSAA	LT-6669	Seccionador de barra de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA	SEC	Estado
37	CPSAA	LT-6669	Seccionador de línea de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA	SEC	Estado
38	CPSAA	LT-6669	Seccionador de tierra de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA	SEC	Estado
39	CPSAA	LT-6669	Interruptor de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA	INT	Estado
40	CPSAA	LT-6669	Alarma grave del Interruptor de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA	ALG	Alarma
41	CPSAA	BARRA 60	Tensión de la barra de 60 kV de la SE	KV	Medida
42	CPSAA	TRF2-T2	Potencia activa del transformador TRF2-T2 60/6.3/10 kV, 37.5 MVA	MW	Medida
43	CPSAA	TRF2-T2	Potencia reactiva del transformador TRF2-T2 60/6.3/10 kV, 37.5 MVA	MVAR	Medida
44	CPSAA	TRF2-T2	Corriente del transformador TRF2-T2 60/6.3/10 kV, 37.5 MVA	A	Medida
45	CPSAA	TRF2-T2	Alarma grave del transformador TRF2-T2 60/6.3/10 kV, 37.5 MVA	ALG	Alarma
46	CPSAA	TRF2-T2	Seccionador de barra del transformador TRF2-T2 60/6.3/10 kV, 37.5 MVA	SEC	Estado
47	CPSAA	TRF2-T2	Interruptor del transformador TRF2-T2 60/6.3/10 kV, 37.5 MVA	INT	Estado
48	CPSAA	TRF2-T2	MVA	ALG	Alarma
49	CPSAA	TRF3-T3	Potencia activa del transformador TRF3-T3 60/6.3/10 kV, 37.5 MVA	MW	Medida
50	CPSAA	TRF3-T3	Potencia reactiva del transformador TRF3-T3 60/6.3/10 kV, 37.5 MVA	MVAR	Medida
51	CPSAA	TRF3-T3	Corriente del transformador TRF3-T3 60/6.3/10 kV, 37.5 MVA	A	Medida
52	CPSAA	TRF3-T3	Alarma grave del transformador TRF3-T3 60/6.3/10 kV, 37.5 MVA	ALG	Alarma
53	CPSAA	TRF3-T3	Seccionador de barra del Transformador TRF3-T3 60/6.3/10 kV, 37.5 MVA	SEC	Estado
54	CPSAA	TRF3-T3	Interruptor del transformador TRF3-T3 60/6.3/10 kV, 37.5 MVA	INT	Estado
55	CPSAA	TRF3-T3	MVA	ALG	Alarma
56	CPSAA	TRF1-T1	Potencia activa del transformador TRF1-T1 60/6.3 kV, 30 MVA	MW	Medida
57	CPSAA	TRF1-T1	Potencia reactiva del transformador TRF1-T1 60/6.3 kV, 30 MVA	MVAR	Medida
58	CPSAA	TRF1-T1	Corriente del transformador TRF1-T1 60/6.3 kV, 30 MVA	A	Medida
59	CPSAA	TRF1-T1	Alarma grave del transformador TRF1-T1 60/6.3 kV, 30 MVA	ALG	Alarma
60	CPSAA	TRF1-T1	Seccionador de barra del transformador TRF1-T1 60/6.3 kV, 30 MVA	SEC	Estado
61	CPSAA	TRF1-T1	Interruptor del transformador TRF1-T1 60/6.3 kV, 30 MVA	INT	Estado
62	CPSAA	TRF1-T1	Alarma grave del interruptor del transformador TRF1-T1 60/6.3 kV, 30 MVA	ALG	Alarma
63	CPSAA	S.E. CPSAA	Alarma leve centralizada de la S.E. CPSAA	ALL	Alarma

NOTA:

SE :Subestación eléctrica

Las señales de medida, estado y alarmas solicitadas de los transformadores corresponden al lado de nivel 60 kV

TABLA N° 2 LISTA DE SEÑALES DE ESTADO INTEGRADAS Y ENVIADAS AL COES-SINAC

ITEM	S.E.	DESCRIPCIÓN DE LA SEÑAL	CÓDIGO	IED	ELEMENTO ELÉCTRICO	DR	EXTERNAL NAME
1	Guadalupe	Estado seccionador SA-6233	SA-6233	L90	LT-6652	0	CPSAGUADALUP60_SA6233_SEC
2	Guadalupe		SA-6233	L90	LT-6652	1	
3	Guadalupe	Estado interruptor IN-6122	IN-6122	L90	LT-6652	2	CPSAGUADALUP60_IN6122_INT
4	Guadalupe		IN-6122	L90	LT-6652	3	
5	Guadalupe	Estado seccionador SA-6235	SA-6235	L90	LT-6652	4	CPSAGUADALUP60_SA6235_SEC
6	Guadalupe		SA-6235	L90	LT-6652	5	
7	Guadalupe	Estado seccionador ST-6235	ST-6235	L90	LT-6652	6	CPSAGUADALUP60_ST6235_SEC
8	Guadalupe		ST-6235	L90	LT-6652	7	
9	Guadalupe	Estado seccionador SA-B1	SA-B1	L90	LT-6669	0	CPSAGUADALUP60_SAB1_SEC
10	Guadalupe		SA-B1	L90	LT-6669	1	
11	Guadalupe	Estado interruptor IN-B	IN-B	L90	LT-6669	2	CPSAGUADALUP60_INB_INT
12	Guadalupe		IN-B	L90	LT-6669	3	
13	Guadalupe	Estado seccionador SA-B2	SA-B2	L90	LT-6669	4	CPSAGUADALUP60_SAB2_SEC
14	Guadalupe		SA-B2	L90	LT-6669	5	
15	Guadalupe	Estado seccionador ST-B	ST-B	L90	LT-6669	6	CPSAGUADALUP60_STB_SEC
16	Guadalupe		ST-B	L90	LT-6669	7	
17	CPSAA	Estado seccionador SA-A2	SA-A2	L90	LT-6652	0	CPSACPSAA_60_SAA2_SEC
18	CPSAA		SA-A2	L90	LT-6652	1	
19	CPSAA	Estado interruptor IN-A	IN-A	L90	LT-6652	2	CPSACPSAA_60_INA_INT
20	CPSAA		IN-A	L90	LT-6652	3	
21	CPSAA	Estado seccionador SA-A1	SA-A1	L90	LT-6652	4	CPSACPSAA_60_SAA1_SEC
22	CPSAA		SA-A1	L90	LT-6652	5	
23	CPSAA	Estado seccionador ST-A	ST-A	L90	LT-6652	6	CPSACPSAA_60_STA_SEC
24	CPSAA		ST-A	L90	LT-6652	7	
25	CPSAA	Estado seccionador SA-C2	SA-C2	L90	LT-6669	0	CPSACPSAA_60_SAC2_SEC
26	CPSAA		SA-C2	L90	LT-6669	1	
27	CPSAA	Estado interruptor IN-C	IN-C	L90	LT-6669	2	CPSACPSAA_60_INC_INT
28	CPSAA		IN-C	L90	LT-6669	3	
29	CPSAA	Estado seccionador SA-C1	SA-C1	L90	LT-6669	4	CPSACPSAA_60_SAC1_SEC
30	CPSAA		SA-C1	L90	LT-6669	5	
31	CPSAA	Estado seccionador ST-C	ST-C	L90	LT-6669	6	CPSACPSAA_60_STC_SEC
32	CPSAA		ST-C	L90	LT-6669	7	
33	CPSAA	Estado seccionador SE-TR1	SE-TR1	F60	TRF1-T1	0	CPSACPSAA_60_SETR1_SEC
34	CPSAA		SE-TR1	F60	TRF1-T1	1	
35	CPSAA	Estado interruptor IN-TR1	IN-TR1	F60	TRF1-T1	2	CPSACPSAA_60_INTR1_INT
36	CPSAA		IN-TR1	F60	TRF1-T1	3	
37	CPSAA	Estado seccionador SE-TR2	SE-TR2	F60	TRF2-T2	0	CPSACPSAA_60_SETR2_SEC
38	CPSAA		SE-TR2	F60	TRF2-T2	1	
39	CPSAA	Estado interruptor IN-TR2	IN-TR2	F60	TRF2-T2	2	CPSACPSAA_60_INTR2_INT
40	CPSAA		IN-TR2	F60	TRF2-T2	3	
41	CPSAA	Estado seccionador SE-TR3	SE-TR3	F60	TRF3-T3	0	CPSACPSAA_60_SETR3_SEC
42	CPSAA		SE-TR3	F60	TRF3-T3	1	
43	CPSAA	Estado interruptor IN-TR3	IN-TR3	F60	TRF3-T3	2	CPSACPSAA_60_INTR3_INT
44	CPSAA		IN-TR3	F60	TRF3-T3	3	

NOTA:

S.E. :Subestación eléctrica

IED :Dispositivo electrónico inteligente

DR :Dirección de registro

CÓDIGO :Es el código SCADA de la señal ó punto de estado

EXTERNAL NAME :Es el nombre de la señal ó punto de estado a enviar al COES-SINAC

TABLA N° 3 LISTA DE SEÑALES DE ALARMA INTEGRADAS Y ENVIADAS AL COES-SINAC

ITEM	SE	DESCRIPCIÓN DE LA SEÑAL	CÓDIGO	IED	ELEMENTO ELÉCTRICO	DR	EXTERNAL NAME
1	Guadalupe	Alarma grave línea LT-6652	AGL6652				CPSAGUADALUP60_L6652_AL
1.1	Guadalupe	Alarma grave línea LT-6652 disparo 87L	AGL6652-87L	L90	LT-6652	8	
1.2	Guadalupe	Alarma grave línea LT-6652 disparo 50N	AGL6652-50N	D60	LT-6652	0	
1.3	Guadalupe	Alarma grave línea LT-6652 disparo 51N	AGL6652-51N	D60	LT-6652	1	
1.4	Guadalupe	Alarma grave línea LT-6652 disparo 67	AGL6652-67	D60	LT-6652	2	
1.5	Guadalupe	Alarma grave línea LT-6652 disparo 67N	AGL6652-67N	D60	LT-6652	3	
2	Guadalupe	Alarma grave IN-6122	AGIN-6122				CPSAGUADALUP60_IN6122_AL
2.1	Guadalupe	Alarma grave IN-6122 FALTA CC	AGIN-6122-FCC	D60	LT-6652	4	
3	Guadalupe	Alarma grave línea LT-6669	AGL6669				CPSAGUADALUP60_L6669_AL
3.1	Guadalupe	Alarma grave línea LT-6669 disparo 87L	AGL6669-87L	L90	LT-6669	8	
3.2	Guadalupe	Alarma grave línea LT-6669 disparo 50N	AGL6669-50N	D60	LT-6669	0	
3.3	Guadalupe	Alarma grave línea LT-6669 disparo 51N	AGL6669-51N	D60	LT-6669	1	
3.4	Guadalupe	Alarma grave línea LT-6669 disparo 67	AGL6669-67	D60	LT-6669	2	
3.5	Guadalupe	Alarma grave línea LT-6669 disparo 67N	AGL6669-67N	D60	LT-6669	3	
4	Guadalupe	Alarma grave IN-B	AGIN-B				CPSAGUADALUP60_INB_AL
4.1	Guadalupe	Alarma grave IN-B FALTA CC	AGIN-B-FCC	D60	LT-6669	4	
5	CPSAA	Alarma grave línea LT-6652	AGL6652				CPSACPSAA_60_L6652_AL
5.1	CPSAA	Alarma grave línea LT-6652 disparo 87L	AGL6652-87L	L90	LT-6652	8	
5.2	CPSAA	Alarma grave línea LT-6652 disparo 50N	AGL6652-50N	D60	LT-6652	0	
5.3	CPSAA	Alarma grave línea LT-6652 disparo 51N	AGL6652-51N	D60	LT-6652	1	
5.4	CPSAA	Alarma grave línea LT-6652 disparo 67	AGL6652-67	D60	LT-6652	2	
5.5	CPSAA	Alarma grave línea LT-6652 disparo 67N	AGL6652-67N	D60	LT-6652	3	
6	CPSAA	Alarma grave IN-A	AGIN-A				CPSACPSAA_60_INA_AL
6.1	CPSAA	Alarma grave IN-A falta cc	AGIN-A-FCC	D60	LT-6652	4	
7	CPSAA	Alarma grave línea LT-6669	AGL6669				CPSACPSAA_60_L6669_AL
7.1	CPSAA	Alarma grave línea LT-6669 disparo 87L	AGL6669-87L	L90	LT-6669	8	
7.2	CPSAA	Alarma grave línea LT-6669 disparo 50N	AGL6669-50N	D60	LT-6669	0	
7.3	CPSAA	Alarma grave línea LT-6669 disparo 51N	AGL6669-51N	D60	LT-6669	1	
7.4	CPSAA	Alarma grave línea LT-6669 disparo 67	AGL6669-67	D60	LT-6669	2	
7.5	CPSAA	Alarma grave línea LT-6669 disparo 67N	AGL6669-67N	D60	LT-6669	3	
8	CPSAA	Alarma grave IN-C	AGIN-C				CPSACPSAA_60_INC_AL
8.1	CPSAA	Alarma grave IN-C falta cc	AGIN-C-FCC	D60	LT-6669	4	
9	CPSAA	Alarma grave TRF1-T1	AGTRF1-T1				CPSACPSAA_60_TRF1T1_AL
9.1	CPSAA	Alarma grave TRF1-T1 disparo 87T	AGTRF1-T1-87T	T60	TRF1-T1	0	
9.2	CPSAA	Alarma grave TRF1-T1 disparo 50	AGTRF1-T1-50	T60	TRF1-T1	1	
9.3	CPSAA	Alarma grave TRF1-T1 disparo 51	AGTRF1-T1-51	T60	TRF1-T1	2	
9.4	CPSAA	Alarma grave TRF1-T1 disparo 51G	AGTRF1-T1-51G	T60	TRF1-T1	3	
9.5	CPSAA	Alarma grave TRF1-T1 disparo temp aceite	AGTRF1-T1-TA	T60	TRF1-T1	4	
9.6	CPSAA	Alarma grave TRF1-T1 disparo relé buchholz	AGTRF1-T1-BUCHHOLZ	T60	TRF1-T1	5	
9.7	CPSAA	Alarma grave TRF1-T1 disparo válvula seguridad	AGTRF1-T1-VS	T60	TRF1-T1	6	
9.8	CPSAA	Alarma grave TRF1-T1 disparo presión súbita	AGTRF1-T1-PS	T60	TRF1-T1	7	
10	CPSAA	Alarma grave IN-TR1	AGIN-TR1				CPSACPSAA_60_INTR1_AL
10.1	CPSAA	Alarma grave IN-TR1 falta cc	AGIN-TR1-FCC	F60	TRF1-T1	4	
11	CPSAA	Alarma grave TRF2-T2	AGTRF2-T2				CPSACPSAA_60_TRF2T2_AL
11.1	CPSAA	Alarma grave TRF2-T2 disparo 87T	AGTRF2-T2-87T	T60	TRF2-T2	0	
11.2	CPSAA	Alarma grave TRF2-T2 disparo 50	AGTRF2-T2-50	T60	TRF2-T2	1	
11.3	CPSAA	Alarma grave TRF2-T2 disparo 51	AGTRF2-T2-51	T60	TRF2-T2	2	
11.4	CPSAA	Alarma grave TRF2-T2 disparo 51G	AGTRF2-T2-51G	T60	TRF2-T2	3	
11.5	CPSAA	Alarma grave TRF2-T2 disparo temp aceite	AGTRF2-T2-TA	T60	TRF2-T2	4	
11.6	CPSAA	Alarma grave TRF2-T2 disparo relé buchholz	AGTRF2-T2-BUCHHOLZ	T60	TRF2-T2	5	
11.7	CPSAA	Alarma grave TRF2-T2 disparo válvula seguridad	AGTRF2-T2-VS	T60	TRF2-T2	6	
11.8	CPSAA	Alarma grave TRF2-T2 disparo presión súbita	AGTRF2-T2-PS	T60	TRF2-T2	7	
12	CPSAA	Alarma grave IN-TR2	AGIN-TR2				CPSACPSAA_60_INTR2_AL
12.1	CPSAA	Alarma grave IN-TR2 falta cc	AGIN-TR2-FCC	F60	TRF2-T2	4	
13	CPSAA	Alarma grave TRF3-T3	AGTRF3-T3				CPSACPSAA_60_TRF3T3_AL
13.1	CPSAA	Alarma grave TRF3-T3 disparo 87T	AGTRF3-T3-87T	T60	TRF3-T3	0	
13.2	CPSAA	Alarma grave TRF3-T3 disparo 50	AGTRF3-T3-50	T60	TRF3-T3	1	
13.3	CPSAA	Alarma grave TRF3-T3 disparo 51	AGTRF3-T3-51	T60	TRF3-T3	2	
13.4	CPSAA	Alarma grave TRF3-T3 disparo 51G	AGTRF3-T3-51G	T60	TRF3-T3	3	
13.5	CPSAA	Alarma grave TRF3-T3 disparo temp aceite	AGTRF3-T3-TA	T60	TRF3-T3	4	
13.6	CPSAA	Alarma grave TRF3-T3 disparo relé buchholz	AGTRF3-T3-BUCHHOLZ	T60	TRF3-T3	5	
13.7	CPSAA	Alarma grave TRF3-T3 disparo válvula seguridad	AGTRF3-T3-VS	T60	TRF3-T3	6	
13.8	CPSAA	Alarma grave TRF3-T3 disparo presión súbita	AGTRF3-T3-PS	T60	TRF3-T3	7	
14	CPSAA	Alarma grave IN-TR3	AGIN-TR3				CPSACPSAA_60_INTR3_AL
14.1	CPSAA	Alarma grave IN-TR3 falta cc	AGIN-TR3-FCC	F60	TRF3-T3	4	
15	CPSAA	Alarma leve CENTRALIZA	ALCENTRAL				CPSACPSAA_60_SECPASAA_AL
15.1	CPSAA	Alarma leve falla relé D60 línea LT-6652	ALL90L6652-F	L90	LT-6652	9	
15.2	CPSAA	Alarma leve falla relé D60 línea LT-6669	ALL90L6669-F	L90	LT-6669	9	
15.3	CPSAA	Alarma leve falla relé L90 línea LT-6652	ALD60L6652-F	D60	LT-6652	5	
15.4	CPSAA	Alarma leve falla relé L90 línea LT-6669	ALD60L6669-F	D60	LT-6669	5	
15.5	CPSAA	Alarma leve falla relé T60 trafo TRF1-T1	ALF60TRF1-T1-F	F60	TRF1-T1	5	
15.6	CPSAA	Alarma leve falla relé T60 trafo TRF2-T2	ALF60TRF2-T2-F	F60	TRF2-T2	5	
15.7	CPSAA	Alarma leve falla relé T60 trafo TRF3-T3	ALF60TRF3-T3-F	F60	TRF3-T3	5	
15.8	CPSAA	Alarma leve falla relé F60 trafo TRF1-T1	ALT60TRF1-T1-F	T60	TRF1-T1	8	
15.9	CPSAA	Alarma leve falla relé F60 trafo TRF2-T2	ALT60TRF2-T2-F	T60	TRF2-T2	8	
15.10	CPSAA	Alarma leve falla relé F60 trafo TRF3-T3	ALT60TRF3-T3-F	T60	TRF3-T3	8	
15.11	CPSAA	Alarma leve IN-C baja presión SF6	ALIN-C-SF6	D60	LT-6669	6	
15.12	CPSAA	Alarma leve IN-C resorte descargado	ALIN-C-RD	D60	LT-6669	7	
15.13	CPSAA	Alarma leve IN-A baja presión SF6	ALIN-A-SF6	D60	LT-6652	6	

TABLA N° 3 LISTA DE SEÑALES DE ALARMA INTEGRADAS Y ENVIADAS AL COES-SINAC

ITEM	SE	DESCRIPCIÓN DE LA SEÑAL	CÓDIGO	IED	ELEMENTO ELÉCTRICO	DR	EXTERNAL NAME
15.14	CPSAA	Alarma leve IN-A resorte descargado	ALIN-A-RD	D60	LT-6652	7	
15.15	CPSAA	Alarma leve IN-TR1 baja presión SF6	ALIN-TR1-SF6	F60	TRF1-T1	6	
15.16	CPSAA	Alarma leve IN-TR1 resorte descargado	ALIN-TR1-RD	F60	TRF1-T1	7	
15.17	CPSAA	Alarma leve IN-TR2 baja presión SF6	ALIN-TR2-SF6	F60	TRF2-T2	6	
15.18	CPSAA	Alarma leve IN-TR2 resorte descargado	ALIN-TR2-RD	F60	TRF2-T2	7	
15.19	CPSAA	Alarma leve IN-TR3 baja presión SF6	ALIN-TR3-SF6	F60	TRF3-T3	6	
15.20	CPSAA	Alarma leve IN-TR3 resorte descargado	ALIN-TR3-RD	F60	TRF3-T3	7	

NOTA:

S.E. :Subestación eléctrica

IED :Dispositivo electrónico inteligente

DR :Dirección de registro

CÓDIGO :Es el código SCADA de la señal ó punto de estado

EXTERNAL NAME :Es el nombre de la señal ó punto de estado a enviar al COES-SINAC

TABLA N° 4 LISTA DE SEÑALES DE MEDIDAS INTEGRADAS Y ENVIADAS AL COES-SINAC

ITEM	S.E.	DESCRIPCIÓN DE LA SEÑAL	CÓDIGO	IED	ELEMENTO ELÉCTRICO	DR	EXTERNAL NAME
1	Guadalupe	Potencia activa línea LT-6652	MW	EPM9450	LT-6652	167	CPSAGUADALUP60_L6652_MW
2	Guadalupe	Potencia reactiva línea LT-6652	MVAR	EPM9450	LT-6652	159	CPSAGUADALUP60_L6652_MVAR
3	Guadalupe	Tensión R-S línea LT-6652	KV-RS	EPM9450	LT-6652	139	CPSAGUADALUP60_L6652_KV
4	Guadalupe	Tensión S-T línea LT-6652	KV-ST	EPM9450	LT-6652	141	
5	Guadalupe	Tensión R-T línea LT-6652	KV-RT	EPM9450	LT-6652	143	
6	Guadalupe	Corriente fase R línea LT-6652	AMP_FASE_R	EPM9450	LT-6652	131	CPSAGUADALUP60_L6652_AMP
7	Guadalupe	Corriente fase S línea LT-6652	AMP_FASE_S	EPM9450	LT-6652	133	
8	Guadalupe	Corriente fase T línea LT-6652	AMP_FASE_T	EPM9450	LT-6652	135	
9	Guadalupe	Potencia activa línea LT-6669	MW	EPM9450	LT-6669	167	CPSAGUADALUP60_L6669_MW
10	Guadalupe	Potencia reactiva línea LT-6669	MVAR	EPM9450	LT-6669	159	CPSAGUADALUP60_L6669_MVAR
11	Guadalupe	Tensión R-S línea LT-6669	KV-RS	EPM9450	LT-6669	139	CPSAGUADALUP60_L6669_KV
12	Guadalupe	Tensión S-T línea LT-6669	KV-ST	EPM9450	LT-6669	141	
13	Guadalupe	Tensión R-T línea LT-6669	KV-RT	EPM9450	LT-6669	143	
14	Guadalupe	Corriente fase R línea LT-6669	AMP_FASE_R	EPM9450	LT-6669	131	CPSAGUADALUP60_L6669_AMP
15	Guadalupe	Corriente fase S línea LT-6669	AMP_FASE_S	EPM9450	LT-6669	133	
16	Guadalupe	Corriente fase T línea LT-6669	AMP_FASE_T	EPM9450	LT-6669	135	
17	CPSAA	Potencia activa línea LT-6652	MW	EPM9450	LT-6652	167	CPSACPSAA_60_L6652_MW
18	CPSAA	Potencia reactiva línea LT-6652	MVAR	EPM9450	LT-6652	159	CPSACPSAA_60_L6652_MVAR
19	CPSAA	Tensión R-S línea LT-6652	KV-RS	EPM9450	LT-6652	139	CPSACPSAA_60_L6652_KV
20	CPSAA	Tensión S-T línea LT-6652	KV-ST	EPM9450	LT-6652	141	
21	CPSAA	Tensión R-T línea LT-6652	KV-RT	EPM9450	LT-6652	143	
22	CPSAA	Corriente fase R línea LT-6652	AMP_FASE_R	EPM9450	LT-6652	131	CPSACPSAA_60_L6652_AMP
23	CPSAA	Corriente fase S línea LT-6652	AMP_FASE_S	EPM9450	LT-6652	133	
24	CPSAA	Corriente fase T línea LT-6652	AMP_FASE_T	EPM9450	LT-6652	135	
25	CPSAA	Potencia activa línea LT-6669	MW	EPM9450	LT-6669	167	CPSACPSAA_60_L6669_MW
26	CPSAA	Potencia reactiva línea LT-6669	MVAR	EPM9450	LT-6669	159	CPSACPSAA_60_L6669_MVAR
27	CPSAA	Tensión R-S línea LT-6669	KV-RS	EPM9450	LT-6669	139	CPSACPSAA_60_L6669_KV
28	CPSAA	Tensión S-T línea LT-6669	KV-ST	EPM9450	LT-6669	141	
29	CPSAA	Tensión R-T línea LT-6669	KV-RT	EPM9450	LT-6669	143	
30	CPSAA	Corriente fase R línea LT-6669	AMP_FASE_R	EPM9450	LT-6669	131	CPSACPSAA_60_L6669_AMP
31	CPSAA	Corriente fase S línea LT-6669	AMP_FASE_S	EPM9450	LT-6669	133	
32	CPSAA	Corriente fase T línea LT-6669	AMP_FASE_T	EPM9450	LT-6669	135	
33	CPSAA	Potencia activa trafo TRF1-T1	MW	F60	TRF1-T1	0	CPSACPSAA_60_TRF1_T1_MW
34	CPSAA	Potencia reactiva trafo TRF1-T1	MVAR	F60	TRF1-T1	1	CPSACPSAA_60_TRF1_T1_MVAR
35	CPSAA	Corriente fase R trafo TRF1-T1	AMP_FASE_R	T60	TRF1-T1	0	CPSACPSAA_60_TRF1_T1_AMP
36	CPSAA	Corriente fase S trafo TRF1-T1	AMP_FASE_S	T60	TRF1-T1	1	
37	CPSAA	Corriente fase T trafo TRF1-T1	AMP_FASE_T	T60	TRF1-T1	2	
38	CPSAA	Potencia activa trafo TRF2-T2	MW	F60	TRF2-T2	0	CPSACPSAA_60_TRF2_T2_MW
39	CPSAA	Potencia reactiva trafo TRF2-T2	MVAR	F60	TRF2-T2	1	CPSACPSAA_60_TRF2_T2_MVAR
40	CPSAA	Corriente fase R trafo TRF2-T2	AMP_FASE_R	T60	TRF2-T2	0	CPSACPSAA_60_TRF2_T2_AMP
41	CPSAA	Corriente fase S trafo TRF2-T2	AMP_FASE_S	T60	TRF2-T2	1	
42	CPSAA	Corriente fase T trafo TRF2-T2	AMP_FASE_T	T60	TRF2-T2	2	
43	CPSAA	Posición de tap trafo TRF2-T2	PTAP	TAPCON 240	TRF2-T2	0	
44	CPSAA	Potencia activa trafo TRF3-T3	MW	F60	TRF3-T3	0	CPSACPSAA_60_TRF3_T3_MW
45	CPSAA	Potencia reactiva trafo TRF3-T3	MVAR	F60	TRF3-T3	1	CPSACPSAA_60_TRF3_T3_MVAR
46	CPSAA	Corriente fase R trafo TRF3-T3	AMP_FASE_R	T60	TRF3-T3	0	CPSACPSAA_60_TRF3_T3_AMP
47	CPSAA	Corriente fase S trafo TRF3-T3	AMP_FASE_S	T60	TRF3-T3	1	
48	CPSAA	Corriente fase T trafo TRF3-T3	AMP_FASE_T	T60	TRF3-T3	2	
49	CPSAA	Posición de tap trafo TRF3-T3	PTAP	TAPCON 240	TRF3-T3	0	
50	CPSAA	Tensión R-S barra 60 kV S.E. CPSAA	KV-RS	EPM9450	LT-6669	139	CPSACPSAA_60_BARRA60_KV
51	CPSAA	Tensión S-T barra 60 kV S.E. CPSAA	KV-ST	EPM9450	LT-6669	141	
52	CPSAA	Tensión R-T barra 60 kV S.E. CPSAA	KV-RT	EPM9450	LT-6669	143	

NOTA:

- S.E. :Subestación eléctrica
- IED :Dispositivo electrónico inteligente
- DR :Dirección de registro
- CÓDIGO :Es el código SCADA de la señal ó punto analógico
- EXTERNAL NAME :Es el nombre de la señal ó punto analógico a enviar al COES-SINAC

TABLA N° 5 PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN DE IEDs Y SERVIDORES SCADA/ICCP

ITEM	S.E.	EQUIPO	ELEMENTO ELÉCTRICO	TIPO DE COMUNICACIÓN	SLAVE	PROTOCOL O	DIRECCIÓN IP	MASCARA
1	CPSAA	TAPCON 240	TRF2-T2	Serial RS232	1	DNP 3.0	–	–
2	CPSAA	TAPCON 240	TRF3-T3	Serial RS232	2	DNP 3.0	–	–
3	CPSAA	Relé L90	LT-6669	Ethernet	3	DNP 3.0	77.121.10.37	255.255.0.0
4	CPSAA	Relé D60	LT-6669	Ethernet	4	DNP 3.0	77.121.10.39	255.255.0.0
5	CPSAA	Medidor EPM9450	LT-6669	Ethernet	5	MODBUS	77.121.10.27	255.255.0.0
6	CPSAA	Sincronizador GPS	S.E. CPSAA	Ethernet	–	NTP	77.121.10.23	255.255.0.0
7	CPSAA	Switch SWA1	S.E. CPSAA	Ethernet	–	–	77.121.10.4	255.255.0.0
8	CPSAA	Relé L90	LT-6652	Ethernet	6	DNP 3.0	77.121.10.36	255.255.0.0
9	CPSAA	Relé D60	LT-6652	Ethernet	7	DNP 3.0	77.121.10.38	255.255.0.0
10	CPSAA	Medidor EPM9450	LT-6652	Ethernet	8	MODBUS	77.121.10.26	255.255.0.0
11	CPSAA	Switch SWB1	S.E. CPSAA	Ethernet	–	–	77.121.10.3	255.255.0.0
12	CPSAA	Relé F60	TRF1-T1	Ethernet	9	DNP 3.0	77.121.10.40	255.255.0.0
13	CPSAA	Relé T60	TRF1-T1	Ethernet	10	DNP 3.0	77.121.10.41	255.255.0.0
14	CPSAA	Relé F60	TRF2-T2	Ethernet	11	DNP 3.0	77.121.10.43	255.255.0.0
15	CPSAA	Relé T60	TRF2-T2	Ethernet	12	DNP 3.0	77.121.10.42	255.255.0.0
16	CPSAA	Relé F60	TRF3-T3	Ethernet	13	DNP 3.0	77.121.10.45	255.255.0.0
17	CPSAA	Relé T60	TRF3-T3	Ethernet	14	DNP 3.0	77.121.10.44	255.255.0.0
18	CPSAA	industrial	S.E. CPSAA	Ethernet	–	–	77.121.15.40	255.255.0.0
19	CPSAA	Switch industrial	S.E. CPSAA	Ethernet	–	–	77.121.15.41	255.255.0.0
20	CPSAA	Servidor SCADA/ICCP (SRVA)	S.E. CPSAA	Ethernet	–	DNP 3.0 MODBUS ICCP	192.168.83.38	255.255.255.0
							77.121.15.38	255.255.0.0
							P.E. 192.168.83.9	–
21	CPSAA	Servidor SCADA/ICCP (SRVB)	S.E. CPSAA	Ethernet	–	DNP 3.0 MODBUS ICCP	192.168.83.39	255.255.255.0
							77.121.15.39	255.255.0.0
							P.E. 192.168.83.9	–
22	CPSAA	Router A	S.E. Guadalupe	Ethernet	–	–	LAN: 192.168.83.9	255.255.255.0
							WAN: 10.0.83.2	255.255.255.252
							LAN: 192.168.83.9	255.255.255.0
23	CPSAA	Router B	S.E. Guadalupe	Ethernet	–	–	WAN: 10.0.83.3	255.255.255.252
							LAN: 192.168.83.9	255.255.255.0
							WAN: 10.0.83.3	255.255.255.252
24	Guadalupe	Relé L90	LT-6669	Ethernet	15	DNP 3.0	77.121.10.33	255.255.0.0
25	Guadalupe	Relé D60	LT-6669	Ethernet	16	DNP 3.0	77.121.10.35	255.255.0.0
26	Guadalupe	Medidor EPM9450	LT-6669	Ethernet	17	MODBUS	77.121.10.25	255.255.0.0
27	Guadalupe	Sincronizador GPS	Guadalupe	Ethernet	–	NTP	77.121.10.22	255.255.0.0
28	Guadalupe	Switch SWA2	Guadalupe	Ethernet	–	–	77.121.10.21	255.255.0.0
29	Guadalupe	Relé L90	LT-6652	Ethernet	18	DNP 3.0	77.121.10.32	255.255.0.0
30	Guadalupe	Relé D60	LT-6652	Ethernet	19	DNP 3.0	77.121.10.34	255.255.0.0
31	Guadalupe	Medidor EPM9450	LT-6652	Ethernet	20	MODBUS	77.121.10.24	255.255.0.0
32	Guadalupe	Switch SWB2	Guadalupe	Ethernet	–	–	77.121.10.20	255.255.0.0

NOTA:

SLAVE :Es el número de esclavo
S.E. :Subestación eléctrica
LT-6652 :Linea de transmisión LT-6652
LT-6669 :Linea de transmisión LT-6669
TRF1-T1 :Transformador de potencia TRF1-T1
TRF2-T2 :Transformador de potencia TRF2-T2
TRF3-T3 :Transformador de potencia TRF3-T3

TABLA N° 6 ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS SCADA PARA INTEGRACIÓN

ITEM	NOMBRE ELEMENTO BD	ELEMENTO BD	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO
1	USUARIO	CPSAA	Usuario con derecho a todas las zonas y grupos de zonas
2	ZONAS	LINEAS60KV_G	Línea LT-6652 y LT-6669 Guadalupe-CPSAA
		LINEAS60KV_P	Línea LT-6652 y LT-6669 CPSAA-Guadalupe
		transformador	Transformadores de 60/6.3KV
		BARRA60KV_P	Barra 60 kV S.E. CPSAA
		COMUNICACIONES	Estados de las líneas de comunicación hacia IEDs
3	GRUPOS DE ZONAS	SE_GUADALUPE	S.E. Guadalupe
		SE_CPSAA	S.E. CPSAA
		LINEAS	Línea 60 kV
		transformador	Transformadores
		BARRAS	Barra 60 kV
4	ESTACIONES	COMUNICACIONES	Comunicaciones
		SE_GUADALUPE	Estación que incluye las estaciones de Guadalupe
		L6669_G	Agrupar los puntos de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA
		L6652_G	Agrupar los puntos de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA
		SE_CPSAA	Estación que incluye las estaciones de CPSAA
		L6669_P	Agrupar los puntos de la línea LT-6669 CPSAA-Guadalupe
		L6652_P	Agrupar los puntos de la línea LT-6652 CPSAA-Guadalupe
		TRF1_T1_P	Agrupar los puntos del transformador TRF1-T1 de la S.E. CPSAA
		TRF2_T2_P	Agrupar los puntos del transformador TRF2-T2 de la S.E. CPSAA
		TRF3_T3_P	Agrupar los puntos del transformador TRF3-T3 de la S.E. CPSAA
		BARRA60_P	Agrupar los puntos de la Barra 60 kV de la S.E. CPSAA
5	LINEAS DE COMUNICACIÓN	COMUNICACIONES	Punto de estado de comunicaciones de IEDs y líneas de comunicación
		LC_L90_L6669_P	Línea de comunicación hacia el relé L90 de la línea LT-6669 CPSAA-Guadalupe
		LC_D60_L6669_P	Línea de comunicación hacia el relé D60 de la línea LT-6669 CPSAA-Guadalupe
		LC_EPM_L6669_P	Línea de comunicación hacia el medidor EPM9450 de la línea LT-6669 CPSAA-Guadalupe
		LC_L90_L6652_P	Línea de comunicación hacia el relé L90 de la línea LT-6652 CPSAA-Guadalupe
		LC_D60_L6652_P	Línea de comunicación hacia el relé D60 de la línea LT-6652 CPSAA-Guadalupe
		LC_EPM_L6652_P	Línea de comunicación hacia el medidor EPM9450 de la línea LT-6652 CPSAA-Guadalupe
		LC_F60_TRF1_T1_P	Línea de comunicación hacia el relé F60 del transformador TRF1-T1 de la S.E. CPSAA
		LC_T60_TRF1_T1_P	Línea de comunicación hacia el relé T60 del transformador TRF1-T1 de la S.E. CPSAA
		LC_F60_TRF2_T2_P	Línea de comunicación hacia el relé F60 del transformador TRF2-T2 de la S.E. CPSAA
		LC_T60_TRF2_T2_P	Línea de comunicación hacia el relé T60 del transformador TRF2-T2 de la S.E. CPSAA
		LC_F60_TRF3_T3_P	Línea de comunicación hacia el relé F60 del transformador TRF3-T3 de la S.E. CPSAA
		LC_T60_TRF3_T3_P	Línea de comunicación hacia el relé T60 del transformador TRF3-T3 de la S.E. CPSAA
		LC_TAPCON_P	Línea de comunicación hacia los indicadores de posición de tap TAPCON de la S.E. CPSAA
		LC_L90_L6669_G	Línea de comunicación hacia el relé L90 de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA
		LC_D60_L6669_G	Línea de comunicación hacia el relé D60 de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA
		LC_EPM_L6669_G	Línea de comunicación hacia el medidor EPM9450 de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA
		LC_L90_L6652_G	Línea de comunicación hacia el relé L90 de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA
		LC_D60_L6652_G	Línea de comunicación hacia el relé D60 de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA
		LC_EPM_L6652_G	Línea de comunicación hacia el medidor EPM9450 de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA

TABLA N° 6 ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS SCADA PARA INTEGRACIÓN

ITEM	NOMBRE ELEMENTO BD	ELEMENTO BD	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO
6	RTUs	L90_L6669_P	Relé L90 de la línea LT-6669 CPSAA-Guadalupe. Contiene los puntos de estado y alarmas de la línea LT-6669 CPSAA-Guadalupe.
		D60_L6669_P	Relé D60 de la línea LT-6669 CPSAA-Guadalupe. Contiene los puntos de estado y alarmas de la línea LT-6669 CPSAA-Guadalupe.
		EPM_L6669_P	Medidor EPM9450 de la línea LT-6669 CPSAA-Guadalupe. Contiene los puntos de medidas de la línea LT-6669 CPSAA-Guadalupe.
		L90_L6652_P	Relé L90 de la línea LT-6652 CPSAA-Guadalupe. Contiene los puntos estado y alarmas de la línea LT-6652 CPSAA-Guadalupe.
		D60_L6652_P	Relé D60 de la línea LT-6652 CPSAA-Guadalupe. Contiene los puntos de estado y alarmas de la línea LT-6652 CPSAA-Guadalupe.
		EPM_L6652_P	Medidor EPM9450 de la línea LT-6652 CPSAA-Guadalupe. Contiene los puntos de medidas de la línea LT-6652 CPSAA-Guadalupe.
		F60_TRF1_T1_P	Relé F60 del transformador TRF1-T1 de la S.E. CPSAA. Contiene los puntos de estado, medidas y alarmas del transformador TRF1-T1 de la S.E. CPSAA.
		T60_TRF1_T1_P	Relé T60 del transformador TRF1-T1 de la S.E. CPSAA. Contiene los puntos de estado, medidas y alarmas del transformador TRF1-T1 de la S.E. CPSAA.
		F60_TRF2_T2_P	Relé F60 del transformador TRF2-T2 de la S.E. CPSAA. Contiene los puntos de estado, medidas y alarmas del transformador TRF2-T2 de la S.E. CPSAA.
		T60_TRF2_T2_P	Relé T60 del transformador TRF2-T2 de la S.E. CPSAA. Contiene los puntos de estado, medidas y alarmas del transformador TRF2-T2 de la S.E. CPSAA.
		F60_TRF3_T3_P	Relé F60 del transformador TRF3-T3 de la S.E. CPSAA. Contiene los puntos de estado, medidas y alarmas del transformador TRF3-T3 de la S.E. CPSAA.
		T60_TRF3_T3_P	Relé T60 del transformador TRF3-T3 de la S.E. CPSAA. Contiene los puntos de medidas, estados y alarmas del transformador TRF3-T3 de la S.E. CPSAA.
		TAPCON_2_P	TAPCON 240 del transformador TRF2-T2 de la S.E. CPSAA. Contiene los puntos de la posición de tap del transformador TRF2-T2 de la S.E. CPSAA.
		TAPCON_3_P	TAPCON 240 del transformador TRF3-T3 de la S.E. CPSAA. Contiene los puntos de la posición de tap del transformador TRF3-T3 de la S.E. CPSAA.
		L90_L6669_G	Relé L90 de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA. Contiene los puntos de estado y alarmas de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA.
		D60_L6669_G	Relé D60 de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA. Contiene los puntos de estado y alarmas de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA.
		EPM_L6669_G	Medidor EPM9450 de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA. Contiene los puntos de medidas de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA.
		L90_L6652_G	Relé L90 de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA. Contiene los puntos de estado y alarmas de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA.
		D60_L6652_G	Relé D60 de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA. Contiene los puntos de estado y alarmas de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA.
		EPM_L6652_G	Medidor EPM9450 de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA. Contiene los puntos de medidas de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA.
7	PUNTOS DE ESTADO Y	Status	Son los puntos de estado y alarmas de la base de datos, que se integra de los IEDs
		Analog	Son los puntos analógicos de la base de datos, que se integra de los IEDs

TABLA N° 7 ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS SCADA PARA TRANSFERENCIA

ITEM	NOMBRE ELEMENTO BD	ELEMENTO BD	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO
1	SERVER		
1.1		CPSAA	Servidor ICCP Cementos Pacasmayo
2	VIRTUAL RTU		
2.1		VRTU_CPSAA	RTU Virtual de Cementos Pacasmayo
3	DATASETS		
3.1		DS_CPSAA	Dataset de Cementos Pacasmayo
4	NODOS		
4.1		N_CPSAA	Nodo Local ICCP Cementos Pacasmayo
5	PUNTOS DE ESTADO ICCP Y ANALÓGICOS		
5.1		Status ICCP	Son los puntos de estado, identificados por el "external name"
5.2		Analog ICCP	Son los puntos analógicos, identificados por el "external name"

ANEXO B
PROTOCOLOS DE PRUEBAS EN CAMPO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN EN TIEMPO REAL DE LAS
SUBESTACIONES ELÉCTRICAS CPSAA Y GUADALUPE AL
COES-SINAC**

PROTOCOLO DE PRUEBAS EN CAMPO		PR-01	
VERIFICACIÓN DEL HARDWARE INSTALADO			
Ubicación _____			
Descripción General: Inventario del equipamiento del tablero SCADA.			
ITEM	DESCRIPCIÓN	CONFORMIDAD	
		SI	NO
1	Dos (02) servidores SCADA/ICCP, teclado y mouse		
2	Un (01) monitor TFT, 17 pulg		
3	Un (01) conmutador KVM para alternar el control del monitor, mouse y teclado desde los dos servidores		
4	Un (01) switch industrial		
5	Un (01) terminal server industrial		
6	Un (01) UPS con dos (02) baterías, un (01) transformador de aislamiento y un (01) TVSS		
7	Un (01) tablero autosoportado de 2000x800x1100mm, puerta frontal con vidrio y rack 19"		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN EN TIEMPO REAL DE LAS
SUBESTACIONES ELÉCTRICAS CPSAA Y GUADALUPE AL
COES-SINAC**

PROTOCOLO DE PRUEBAS EN CAMPO		PR-02	
PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL HARDWARE INSTALADO			
Ubicación _____			
Descripción General: Realizar la inspección visual del cableado interno, alimentación del tablero y funcionamiento del equipamiento, incluyendo el sistema de respaldo (UPS).			
ITEM	DESCRIPCIÓN	CONFORMIDAD	
		SI	NO
1	Inspección visual del montaje de equipos y cableado interno. Se incluye verificación del tendido de cables de comunicación y etiquetado de código en cada equipo conforme a la tabla N° 5.1, tabla N° 5.2 y los planos P-03, P-04, P-05, P-06, P-07 y P-08		
2	Prueba de alimentación del tablero y funcionamiento del sistema de respaldo UPS (01 UPS + Baterías+TVSS)		
3	Prueba de encendido y funcionamiento de un (01) switch industrial y un (01) terminal server industrial		
4	Prueba de encendido y funcionamiento de los dos (02) servidores SCADA/ICCP		
5	Prueba de encendido y funcionamiento de un (01) monitor TFT 17pulg		
6	Prueba de enlace de comunicaciones de los dos (02) servidores SCADA/ICCP hacia el switch industrial y terminal server industrial de dos formas: 1. Verificación de encendido de led de los puertos del switch industrial y terminal server industrial 2. Usando el comando ping desde cada servidor SCADA/ICCP hacia el switch industrial y terminal server industrial		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN EN TIEMPO REAL DE LAS
SUBESTACIONES ELÉCTRICAS CPSAA Y GUADALUPE AL
COES-SINAC**

PROTOCOLO DE PRUEBAS EN CAMPO		PR-03	
VERIFICACIÓN DE SOFTWARE SCADA INSTALADO			
Ubicación _____			
Descripción General: Se verifica el software SCADA suministrado en el servidor SCADA/ICCP SRVA.			
ITEM	DESCRIPCIÓN	CONFORMIDAD	
		SI	NO
1	Software SCADA servidor		
2	Software explorador de la base de datos		
3	Módulos		
3.1	Monitoreo y diagnóstico SCADA		
3.2	Visor de puntos de estado		
3.3	Visor de puntos analógicos		
4	Módulos licenciados		
4.1	SCADA maestro/en espera		
4.2	Secuencia de comandos		
4.3	Protocolo de comunicación DNP 3.0		
4.4	Protocolo de comunicación Modbus		
4.5	Protocolo de comunicación ICCP		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN EN TIEMPO REAL DE LAS
SUBESTACIONES ELÉCTRICAS CPSAA Y GUADALUPE AL
COES-SINAC**

PROTOCOLO DE PRUEBAS EN CAMPO		PR-04	
VERIFICACIÓN DE SOFTWARE SCADA INSTALADO			
Ubicación _____			
Descripción General: Se verifica el software SCADA suministrado en el servidor SCADA/ICCP SRVB.			
ITEM	DESCRIPCIÓN	CONFORMIDAD	
		SI	NO
1	Software SCADA servidor		
2	Software explorador de la base de datos		
3	Módulos		
3.1	Monitoreo y diagnóstico SCADA		
3.2	Visor de puntos de estado		
3.3	Visor de puntos analógicos		
4	Módulos licenciados		
4.1	SCADA maestro/en espera		
4.2	Secuencia de comandos		
4.3	Protocolo de comunicación DNP 3.0		
4.4	Protocolo de comunicación Modbus		
4.5	Protocolo de comunicación ICCP		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN EN TIEMPO REAL DE LAS
SUBESTACIONES ELÉCTRICAS CPSAA Y GUADALUPE AL
COES-SINAC**

PROTOCOLO DE PRUEBAS EN CAMPO		PR-05	
SINCRONIZACIÓN DE LOS SERVIDORES SCADA/ICCP			
Ubicación _____			
Descripción General: Se verifica la sincronización de los servidores SCADA/ICCP con el reloj sincronizador GPS.			
ITEM	DESCRIPCIÓN	CONFORMIDAD	
		SI	NO
1	Verificación de sincronismo de tiempo del servidor SCADA/ICCP SRVA		
2	Verificación de sincronismo de tiempo del servidor SCADA/ICCP SRVB		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN EN TIEMPO REAL DE LAS
SUBESTACIONES ELÉCTRICAS CPSAA Y GUADALUPE AL
COES-SINAC**

PROTOCOLO DE PRUEBAS EN CAMPO		PR-06	
PRUEBAS DE VERIFICACIÓN DE CONECTIVIDAD			
Ubicación _____			
Descripción General: Se verifica la conectividad entre los servidores SCADA/ICCP y los IEDs.			
ITEM	DESCRIPCIÓN	CONFORMIDAD	
		SI	NO
	Conectividad de los servidores SCADA/ICCP con el:		
1	Indicador de posición de tap TAPCON 240 del transformador TRF2-T2		
2	Indicador de posición de tap TAPCON 240 del transformador TRF3-T3		
3	Relé L90 de la línea LT-6669 CPSAA-Guadalupe		
4	Relé D60 de la línea LT-6669 CPSAA-Guadalupe		
5	Medidor EPM9450 de la línea LT-6669 CPSAA-Guadalupe		
6	Relé L90 de la línea LT-6652 CPSAA-Guadalupe		
7	Relé D60 de la línea LT-6652 CPSAA-Guadalupe		
8	Medidor EPM9450 de la línea LT-6652 CPSAA-Guadalupe		
9	Relé F60 del transformador TRF1-T1		
10	Relé T60 del transformador TRF1-T1		
11	Relé F60 del transformador TRF2-T2		
12	Relé T60 del transformador TRF2-T2		
13	Relé F60 del transformador TRF3-T3		
14	Relé T60 del transformador TRF3-T3		
15	Relé L90 de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA		
16	Relé D60 de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA		
17	Medidor EPM9450 de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA		
18	Relé L90 de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA		
19	Relé D60 de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA		
20	Medidor EPM9450 de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN EN TIEMPO REAL DE LAS
 SUBESTACIONES ELÉCTRICAS CPSAA Y GUADALUPE AL
 COES-SINAC**

PROTOCOLO DE PRUEBAS EN CAMPO		PR-07	
VERIFICACIÓN DE CONEXIÓN EN PROTOCOLO DNP 3.0 Y MODBUS			
Ubicación _____			
Descripción General: Se verifica el flujo de información entre Servidor SCADA/ICCP y los IEDs en protocolo DNP 3.0 y Modbus.			
ITEM	DESCRIPCIÓN	CONFORMIDAD SI	NO
1	Verificación del flujo de información en protocolo DNP 3.0 de los servidores SCADA/ICCP con el:		
1.1	Indicador de posición de tap TAPCON 240 del transformador TRF2-T2		
1.2	Indicador de posición de tap TAPCON 240 del transformador TRF3-T3		
1.3	Relé L90 de la línea LT-6669 CPSAA-Guadalupe		
1.4	Relé D60 de la línea LT-6669 CPSAA-Guadalupe		
1.5	Relé L90 de la línea LT-6652 CPSAA-Guadalupe		
1.6	Relé D60 de la línea LT-6652 CPSAA-Guadalupe		
1.7	Relé F60 del transformador TRF1-T1		
1.8	Relé T60 del transformador TRF1-T1		
1.9	Relé F60 del transformador TRF2-T2		
1.10	Relé T60 del transformador TRF2-T2		
1.11	Relé F60 del transformador TRF3-T3		
1.12	Relé T60 del transformador TRF3-T3		
1.13	Relé L90 de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA		
1.14	Relé D60 de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA		
1.15	Relé L90 de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA		
1.16	Relé D60 de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA		
2	Verificación del flujo de información en protocolo Modbus de los servidores SCADA/ICCP con el:		
2.1	Medidor EPM9450 de la línea LT-6669 CPSAA-Guadalupe		
2.2	Medidor EPM9450 de la línea LT-6652 CPSAA-Guadalupe		
2.3	Medidor EPM9450 de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA		
2.4	Medidor EPM9450 de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN EN TIEMPO REAL DE LAS
SUBESTACIONES ELÉCTRICAS CPSAA Y GUADALUPE AL
COES-SINAC**

PROTOCOLO DE PRUEBAS EN CAMPO		PR-08	
INTEGRACIÓN Y LECTURA DE LAS SEÑALES DE ESTADO Y ALARMAS			
Ubicación _____			
Descripción General: Se verifica la actualización de las señales de estado y alarmas en los servidores SCADA/ICCP.			
ITEM	DESCRIPCIÓN	CONFORMIDAD	
		SI	NO
	Integración y lectura de las señales de estado y alarmas en los servidores SCADA/ICCP provenientes del:		
1	Relé L90 de la línea LT-6669 CPSAA-Guadalupe		
2	Relé D60 de la línea LT-6669 CPSAA-Guadalupe		
3	Relé L90 de la línea LT-6652 CPSAA-Guadalupe		
4	Relé D60 de la línea LT-6652 CPSAA-Guadalupe		
5	Relé F60 del transformador TRF1-T1		
6	Relé T60 del transformador TRF1-T1		
7	Relé F60 del transformador TRF2-T2		
8	Relé T60 del transformador TRF2-T2		
9	Relé F60 del transformador TRF3-T3		
10	Relé T60 del transformador TRF3-T3		
11	Relé L90 de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA		
12	Relé D60 de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA		
13	Relé L90 de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA		
14	Relé D60 de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN EN TIEMPO REAL DE LAS
SUBESTACIONES ELÉCTRICAS CPSAA Y GUADALUPE AL
COES-SINAC**

PROTOCOLO DE PRUEBAS EN CAMPO		PR-09	
INTEGRACIÓN Y LECTURA DE LAS SEÑALES ANALÓGICAS			
Ubicación _____			
Descripción General: Se verifica la actualización de las señales analógicas en los servidores SCADA/ICCP.			
ITEM	DESCRIPCIÓN	CONFORMIDAD	
		SI	NO
	Integración y lectura de las señales analógicas en los servidores SCADA/ICCP provenientes del:		
1	Medidor EPM9450 de la línea LT-6669 CPSAA-Guadalupe		
2	Medidor EPM9450 de la línea LT-6652 CPSAA-Guadalupe		
3	Medidor EPM9450 de la línea LT-6669 Guadalupe-CPSAA		
4	Medidor EPM9450 de la línea LT-6652 Guadalupe-CPSAA		
5	Relé F60 del transformador TRF1-T1		
6	Relé T60 del transformador TRF1-T1		
7	Relé F60 del transformador TRF2-T2		
8	Relé T60 del transformador TRF2-T2		
9	Relé F60 del transformador TRF3-T3		
10	Relé T60 del transformador TRF3-T3		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN EN TIEMPO REAL DE LAS
SUBESTACIONES ELÉCTRICAS CPSAA Y GUADALUPE AL
COES-SINAC**

PROTOCOLO DE PRUEBAS EN CAMPO		PR-10	
PRUEBA DEL PROTOCOLO ICCP			
Ubicación _____			
Descripción General: Verificar la comunicación entre los servidores SCADA/ICCP de CPSAA y los clientes ICCP del COES-SINAC enlazados en protocolo ICCP en configuración cliente /servidor.			
ITEM	DESCRIPCIÓN	CONFORMIDAD	
		SI	NO
1	Verificación de conectividad		
1.1	Verificación de conectividad entre servidores SCADA/ICCP y clientes ICCP del COES		
2	Verificación de enlace ICCP		
2.1	Verificación de arranque del software SCADA en los servidores SCADA/ICCP		
2.2	Verificación de flujo de información entre los servidores SCADA/ICCP de CPSAA y los clientes ICCP del COES-SINAC		
2.3	Conformidad por parte del COES-SINAC de la actualización de las señales de estado en los clientes ICCP del COES-SINAC.		
2.4	Conformidad por parte del COES-SINAC de la actualización de las señales analógicas en los clientes ICCP del COES-SINAC		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

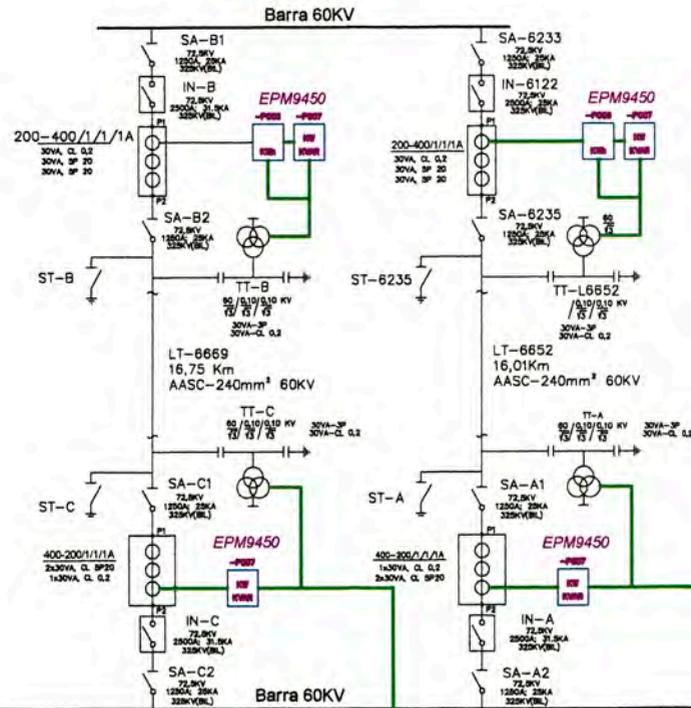
**TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN EN TIEMPO REAL DE LAS
SUBESTACIONES ELÉCTRICAS CPSAA Y GUADALUPE AL
COES-SINAC**

PROTOCOLO DE PRUEBAS EN CAMPO		PR-11	
PRUEBA FUNCIONALES			
Ubicación _____			
Descripción General: Se verifica el envío de señales al COES-SINAC, la reconexión y conmutación ICCP del sistema SCADA.			
ITEM	DESCRIPCIÓN	CONFORMIDAD SI NO	
1	Verificación de señales que están siendo actualizadas el los clientes ICCP		
2	Verificación del estampado de Tiempo de las señales en los servidores SCADA/ICCP y clientes ICCP		
3	Reconexión automática: Ante una caída (se simula para las pruebas) del doble enlace ICCP, los servidores SCADA/ICCP de CPSAA deberán reconectar automáticamente y en un tiempo no mayor de 10 segundos.		
4	Conmutación del enlace ICCP: Ante una caída de uno de los enlace ICCP, el cual se simula desconectando el cable de comunicación del router A activo, se verifica que el router B que está en estado de espera toma el control de la comunicación		
5	Conmutación al cliente ICCP del COES-SINAC: Ante una caída del cliente ICCP primario del COES-SINAC, los servidores SCADA/ICCP de CPSAA permitirán la conexión del cliente ICCP secundario del COES-SINAC		
6	Conmutación a servidor SCADA/ICCP de respaldo de CPSAA: Ante una caída del servidor SCADA/ICCP principal de CPSAA, los clientes ICCP del COES-SINAC deben conectarse sin problemas al servidor SCADA/ICCP de respaldo de CPSAA		

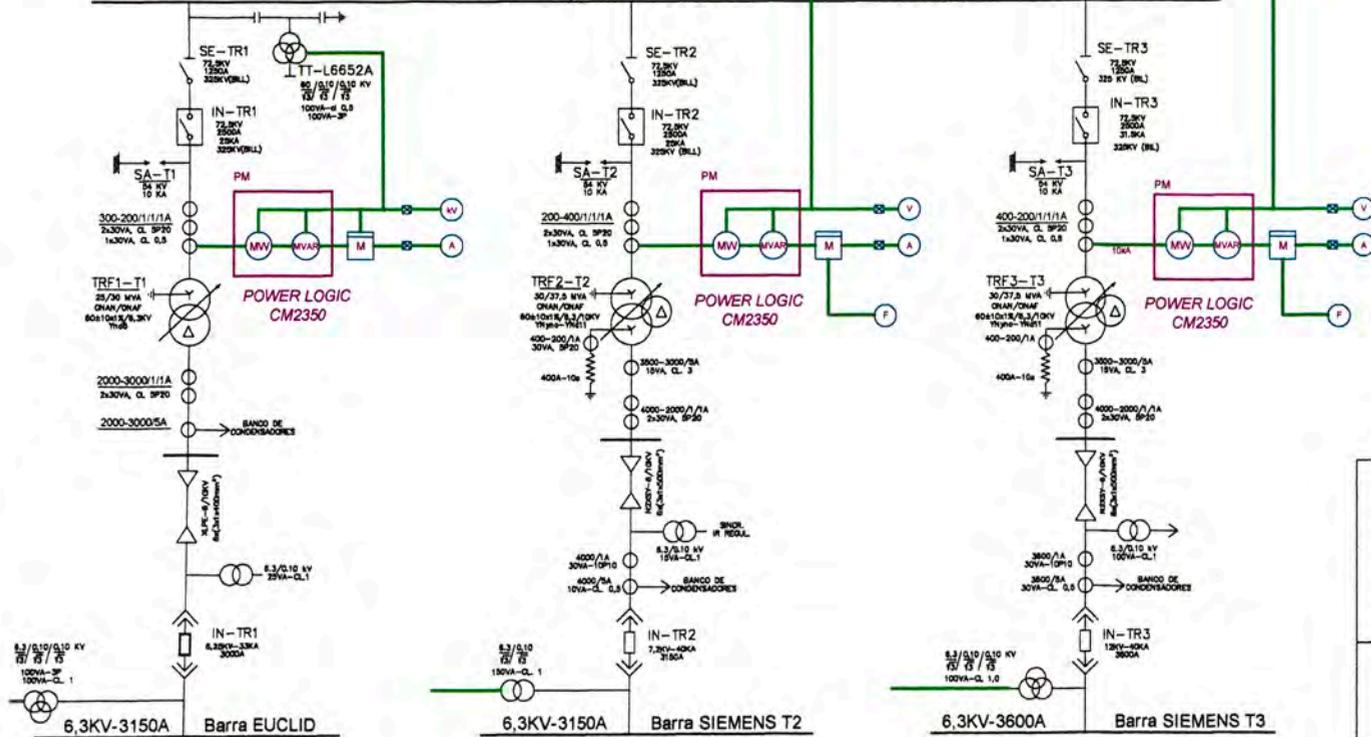
ANEXO C
PLANOS DEL PROYECTO

PLANO 01

SUBSTACIÓN ELÉCTRICA GUADALUPE



SUBSTACIÓN ELÉCTRICA CPSAA



LEYENDA		
ITEM	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
1		TRANSFORMADOR DE TRES DEVANADOS
2		TRANSFORMADOR DE DOS DEVANADOS
3		INTERRUPTOR DE POTENCIA ENCHUFABLE
4		INTERRUPTOR DE POTENCIA
5		SECCIONADOR
6		FUSIBLE
7		CONDENSADOR
8		REACTANCIA
9		MOTOR
10		PUESTA A TIERRA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

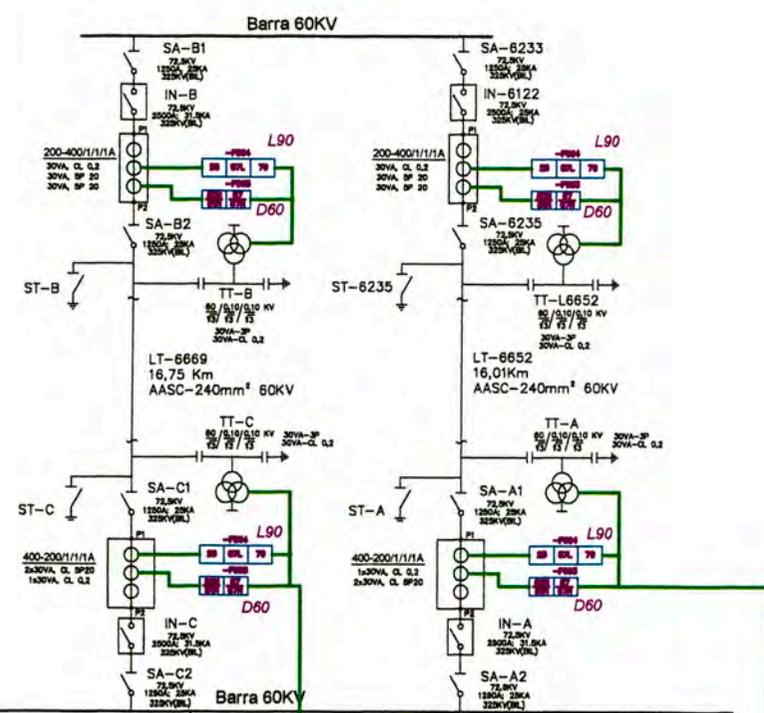
DIAGRAMA UNIFILAR-MEDICIÓN SISTEMA ELÉCTRICO 60/6,3/10KV

ELABORADO: JUAN RAMÓN RODRÍGUEZ MENDOZA

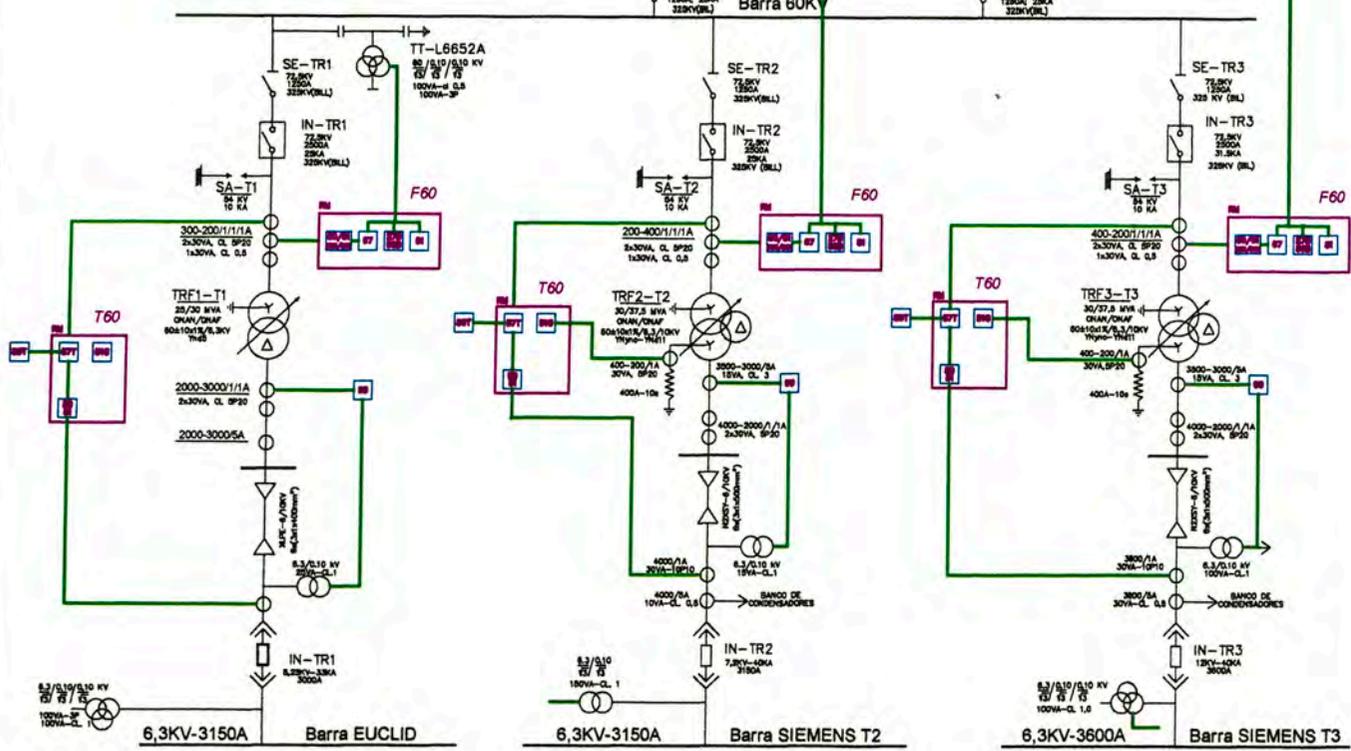
PLANO Nº: P-01
ESCALA: S/E
FECHA: Julio 2011

PLANO 02

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUADALUPE



SUBESTACIÓN ELÉCTRICA CPSAA



LEYENDA		
ITEM	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
1		TRANSFORMADOR DE TRES DEVANADOS
2		TRANSFORMADOR DE DOS DEVANADOS
3		INTERRUPTOR DE POTENCIA ENCHUFABLE
4		INTERRUPTOR DE POTENCIA
5		SECCIONADOR
6		FUSIBLE
7		CONDENSADOR
8		REACTANCIA
9		MOTOR
10		PUESTA A TIERRA



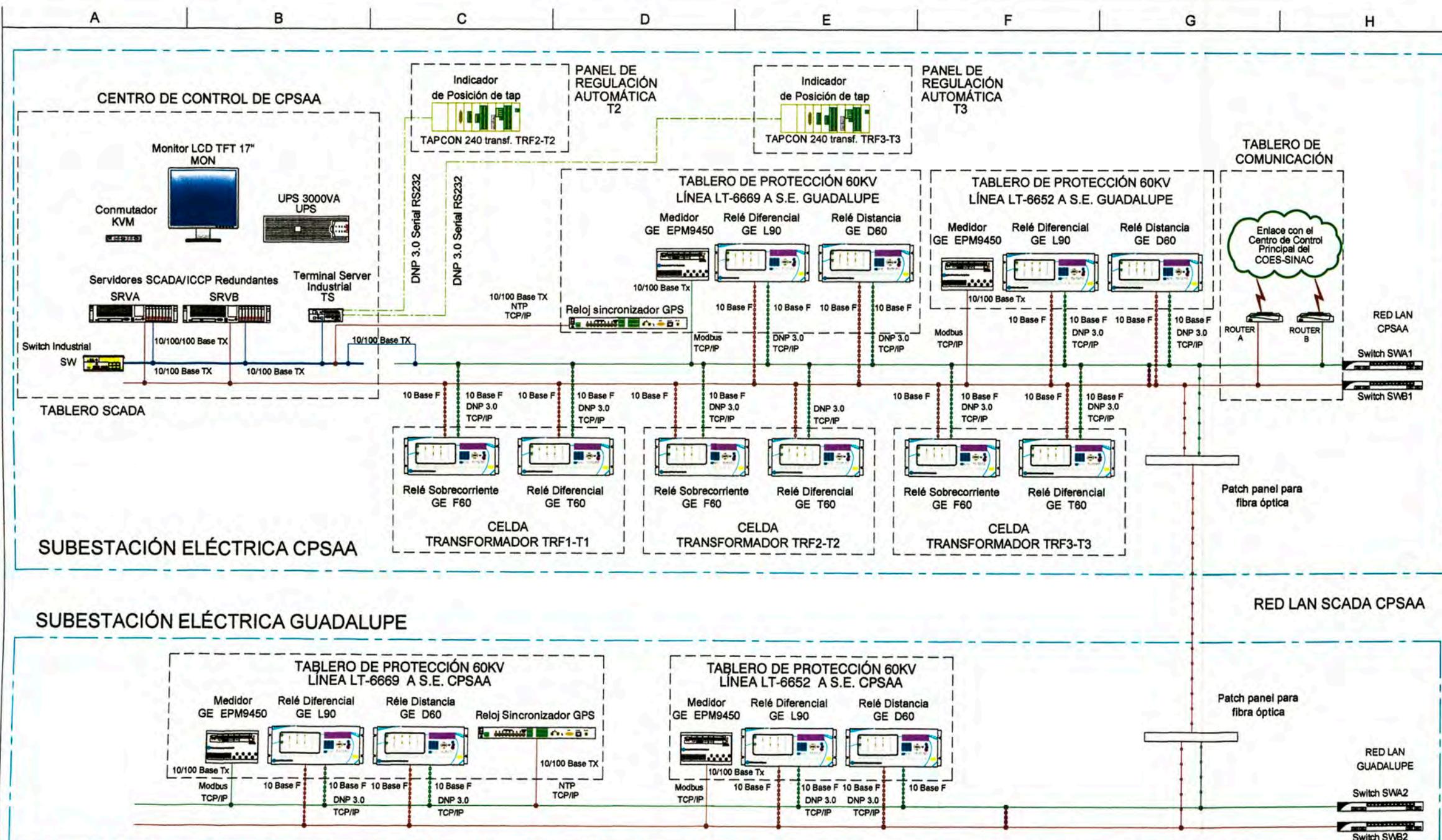
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

DIAGRAMA UNIFILAR-PROTECCIÓN
SISTEMA ELÉCTRICO 60/6,3/10KV

ELABORADO: JUAN RAMÓN RODRÍGUEZ MENDOZA

PLANO N°:	P-02
ESCALA:	S/E
FECHA:	Julio 2011

PLANO 03



LEYENDA		
ITEM	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
1		CABLE SERIAL RS232 DE COBRE
2		CABLE ETHERNET DE COBRE
3		CABLE ETHERNET DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO
4		CABLE ETHERNET DE FIBRA ÓPTICA MULTIMODO
5	SRVA, SRVB	SERVIDORES SCADA/ICCP
6	MON	MONITOR 17" LCD TFT

LEYENDA		
ITEM	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
7	TS	TERMINAL SERVER INDUSTRIAL
8	SW	SWITCH INDUSTRIAL
9	SWA1, SWB1	SWITCH DE LA RED LAN CPSAA
10	SWA2, SWB2	SWITCH DE LA RED LAN GUADALUPE
11	KVM	CONMUTADOR KVM
12	UPS	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA



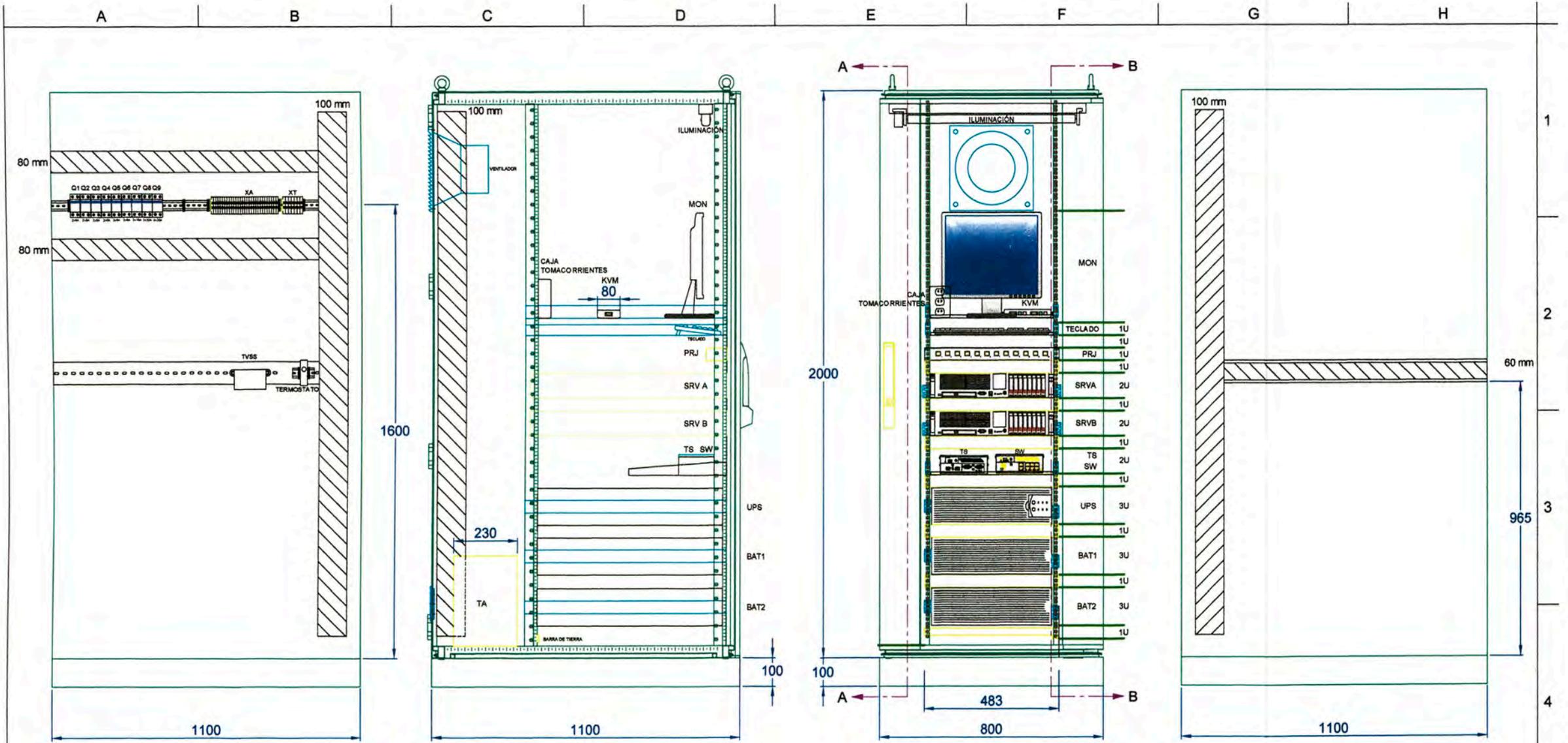
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

ARQUITECTURA SISTEMA SCADA

ELABORADO: JUAN RAMÓN RODRÍGUEZ MENDOZA

PLANO N°:	P-03
ESCALA:	S/E
FECHA:	Julio 2011

PLANO 04



CORTE A-A

VISTA LATERAL IZQUIERDA

VISTA FRONTAL

CORTE B-B

Nota: 1 U = 1.75" = 44.45mm
Dimensiones en mm

LEYENDA		
ITEM	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
1	SRVA, SRVB	SERVIDORES SCADA/ICCP
2	MON	MONITOR 17" LCD TFT
3	TS	TERMINAL SERVER INDUSTRIAL
4	SW	SWITCH INDUSTRIAL
5	KVM	CONMUTADOR KVM
6	UPS	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA
7	PRJ	PANEL RJ45
8	BAT1, BAT2	GABINETES DE BATERÍA EXTERNA

LEYENDA		
ITEM	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
9	TA	TRANSFORMADOR DE AISLAMIENTO
10	KVM	CONMUTADOR KVM
11	Q1, Q2, Q3, Q4	INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS 220 Vac
12	Q5, Q6, Q7, Q8, Q9	INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS 220 Vac
13	XA	BORNERA DE ALIMENTACIÓN 220 Vac
14	XT	BORNERA DE TIERRA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

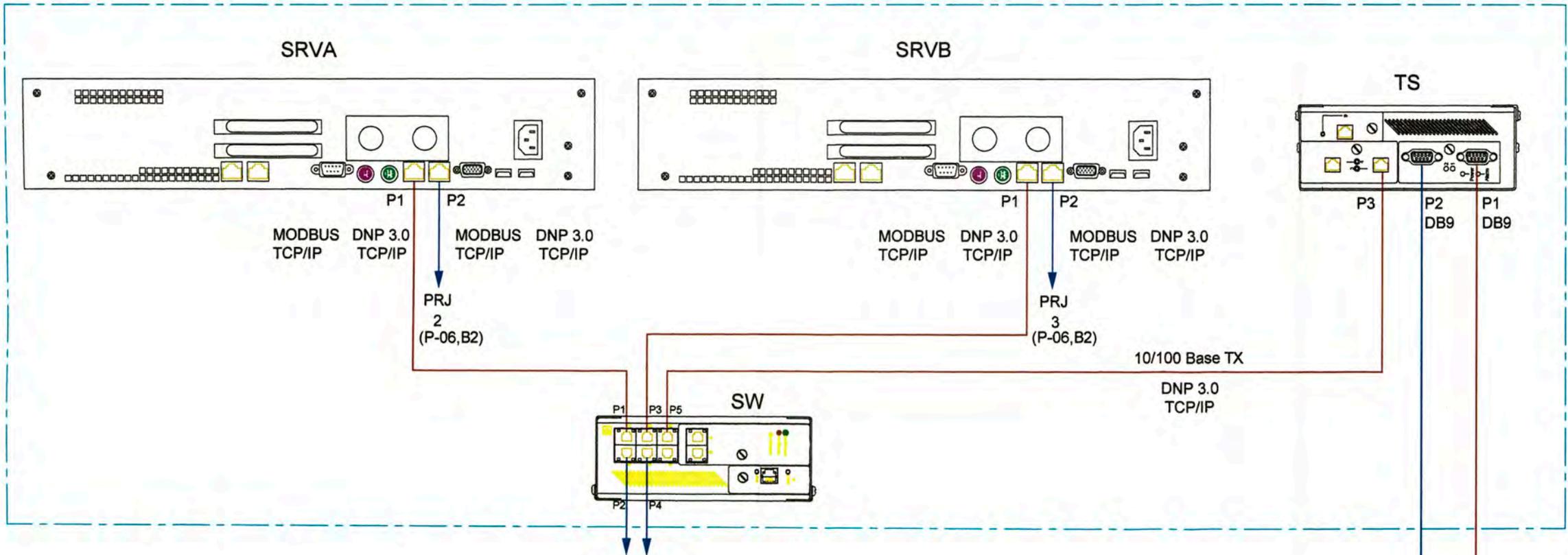
TABLERO SCADA

ELABORADO: JUAN RAMÓN RODRÍGUEZ MENDOZA

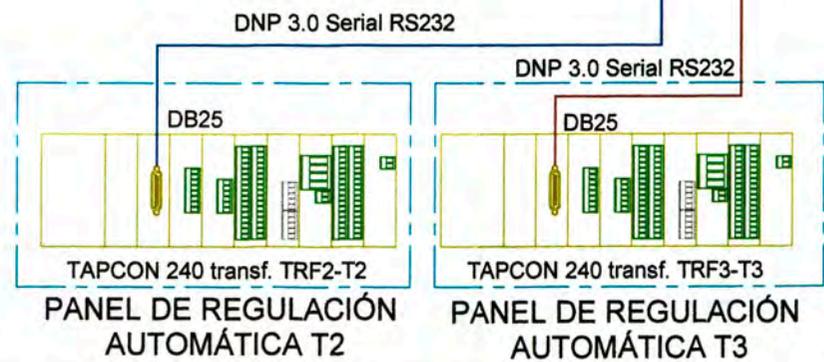
PLANO N°: P-04
ESCALA: S/E
FECHA: Julio 2011

PLANO 05

TABLERO SCADA



LEYENDA		
ITEM	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
1	SRVA, SRVB	SERVIDORES SCADA/ICCP
2	TS	TERMINAL SERVER INDUSTRIAL
3	SW	SWITCH INDUSTRIAL
4	PRJ	PANEL RJ45
5	P1, P2, P3, P4	PUERTO ETHERNET
6	P1 DB9, P2 DB9	PUERTO SERIAL RS232, CONECTOR DB9



ITEM	TABLERO / PANEL	SERVIDOR / IED	DIRECCIÓN IP - MÁSCARA	PUERTA DE ENLACE	SLAVE
1	Tablero SCADA	SRVA	IP: 192.168.83.38 MK: 255.255.255.0 IP: 77.121.15.38 MK: 255.255.0.0	PE: 192.168.83.9	--
2	Tablero SCADA	SRVB	IP: 192.168.83.39 MK: 255.255.255.0 IP: 77.121.15.39 MK: 255.255.0.0	PE: 192.168.83.9	--
3	Tablero SCADA	TS	IP: 77.121.15.40 MK: 255.255.0.0	--	--
4	Tablero SCADA	SW	IP: 77.121.15.41 MK: 255.255.0.0	--	--
5	Panel Regulación Automática T2	TAPCON TRF2-T2	--	--	1
6	Panel Regulación Automática T3	TAPCON TRF3-T3	--	--	2

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

DETALLE DE COMUNICACIÓN
SISTEMA SCADA

ELABORADO: JUAN RAMÓN RODRÍGUEZ MENDOZA

PLANO N°:
P-05

ESCALA: S/E

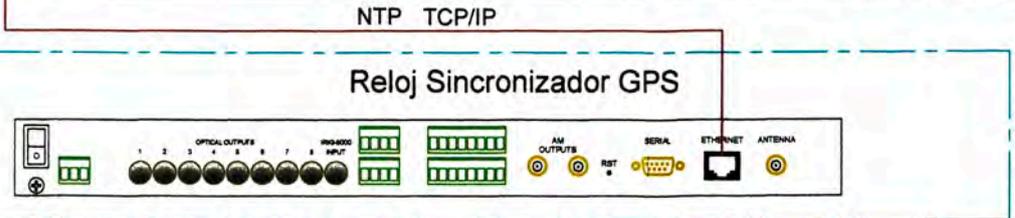
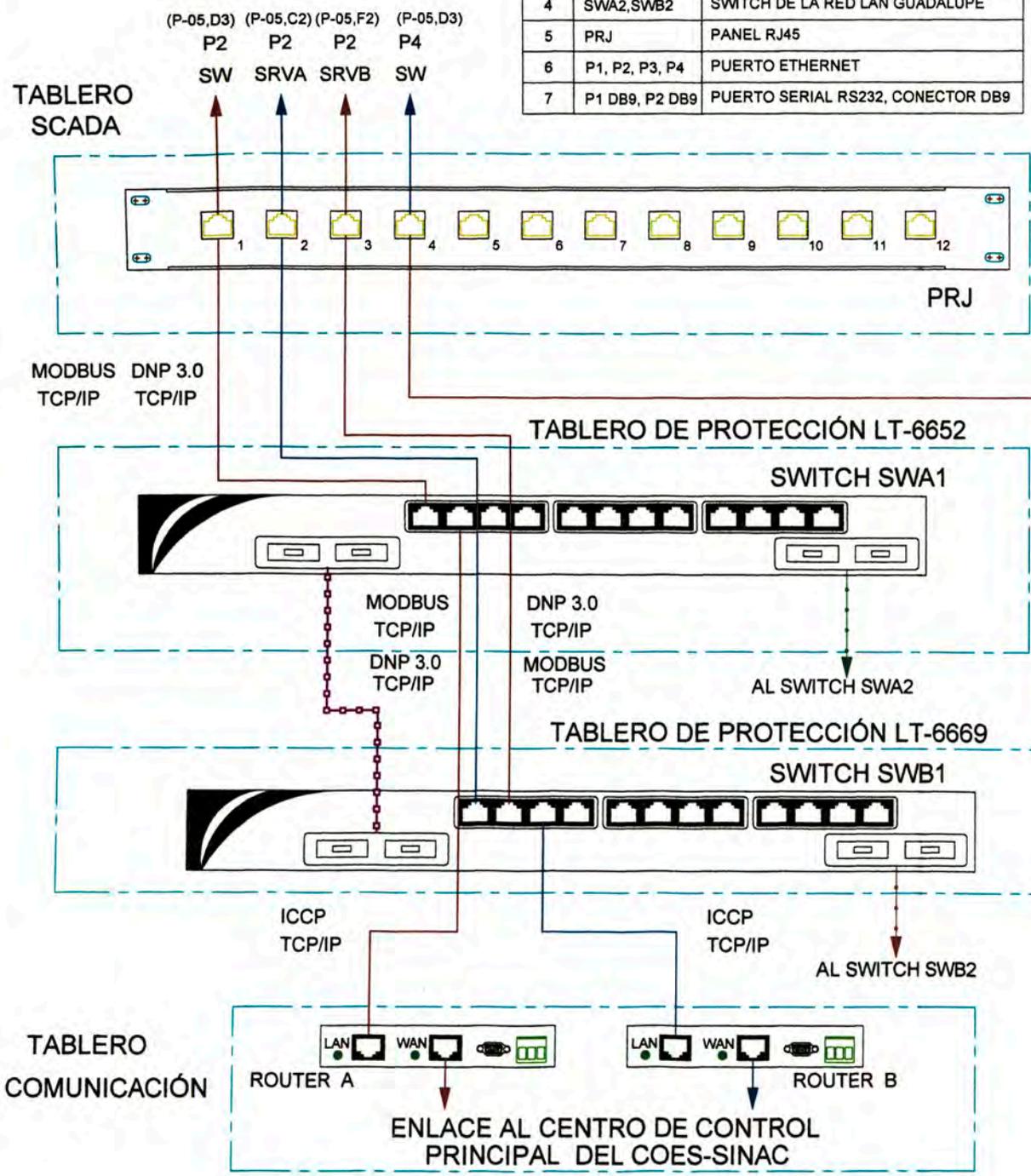
FECHA: Julio 2011

PLANO 06

A B C D E F G H

LEYENDA		
ITEM	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
1	SRVA, SRVB	SERVIDORES SCADA/ICCP
2	SW	SWITCH INDUSTRIAL
3	SWA1,SWB1	SWITCH DE LA RED LAN CPSAA
4	SWA2,SWB2	SWITCH DE LA RED LAN GUADALUPE
5	PRJ	PANEL RJ45
6	P1, P2, P3, P4	PUERTO ETHERNET
7	P1 DB9, P2 DB9	PUERTO SERIAL RS232, CONECTOR DB9

ITEM	TABLERO / CELDA	IED	DIRECCIÓN IP - MÁSCARA	SLAVE
1	Tab. Protección LT-6669 a S.E. Guadalupe	L90	IP: 77.121.10.37 MK: 255.255.0.0	3
2	Tab. Protección LT-6669 a S.E. Guadalupe	D60	IP: 77.121.10.39 MK: 255.255.0.0	4
3	Tab. Protección LT-6669 a S.E. Guadalupe	EPM9450	IP: 77.121.10.27 MK: 255.255.0.0	5
4	Tab. Protección LT-6669 a S.E. Guadalupe	RELOJ GPS	IP: 77.121.10.23 MK: 255.255.0.0	—
5	Tab. Protección LT-6669 a S.E. Guadalupe	SWA1	IP: 77.121.10.4 MK: 255.255.0.0	—
6	Tab. Protección LT-6652 a S.E. Guadalupe	L90	IP: 77.121.10.36 MK: 255.255.0.0	6
7	Tab. Protección LT-6652 a S.E. Guadalupe	D60	IP: 77.121.10.38 MK: 255.255.0.0	7
8	Tab. Protección LT-6652 a S.E. Guadalupe	EPM9450	IP: 77.121.10.26 MK: 255.255.0.0	8
9	Tab. Protección LT-6652 a S.E. Guadalupe	SWB1	IP: 77.121.10.3 MK: 255.255.0.0	—
10	Celda Transformador TRF1-T1	F60	IP: 77.121.10.40 MK: 255.255.0.0	9
11	Celda Transformador TRF1-T1	T60	IP: 77.121.10.41 MK: 255.255.0.0	10
12	Celda Transformador TRF2-T2	F60	IP: 77.121.10.43 MK: 255.255.0.0	11
13	Celda Transformador TRF2-T2	T60	IP: 77.121.10.42 MK: 255.255.0.0	12
14	Celda Transformador TRF3-T3	F60	IP: 77.121.10.45 MK: 255.255.0.0	13
15	Celda Transformador TRF3-T3	T60	IP: 77.121.10.44 MK: 255.255.0.0	14
16	Tab. Protección LT-6669 a S.E. CPSAA	L90	IP: 77.121.10.33 MK: 255.255.0.0	15
17	Tab. Protección LT-6669 a S.E. CPSAA	D60	IP: 77.121.10.35 MK: 255.255.0.0	16
18	Tab. Protección LT-6669 a S.E. CPSAA	EPM9450	IP: 77.121.10.25 MK: 255.255.0.0	17
19	Tab. Protección LT-6669 a S.E. CPSAA	RELOJ GPS	IP: 77.121.10.22 MK: 255.255.0.0	—
20	Tab. Protección LT-6669 a S.E. CPSAA	SWA2	IP: 77.121.10.21 MK: 255.255.0.0	—
21	Tab. Protección LT-6652 a S.E. CPSAA	L90	IP: 77.121.10.32 MK: 255.255.0.0	18
22	Tab. Protección LT-6652 a S.E. CPSAA	D60	IP: 77.121.10.34 MK: 255.255.0.0	19
23	Tab. Protección LT-6652 a S.E. CPSAA	EPM9450	IP: 77.121.10.24 MK: 255.255.0.0	20
24	Tab. Protección LT-6652 a S.E. CPSAA	SWB2	IP: 77.121.10.20 MK: 255.255.0.0	—
25	Tablero SCADA	ROUTER A	IP LAN: 192.168.83.9 MK: 255.255.255.0 IP WAN: 10.0.83.2 MK: 255.255.255.252	—
26	Tablero SCADA	ROUTER B	IP LAN: 192.168.83.9 MK: 255.255.255.0 IP WAN: 10.0.83.3 MK: 255.255.255.252	—



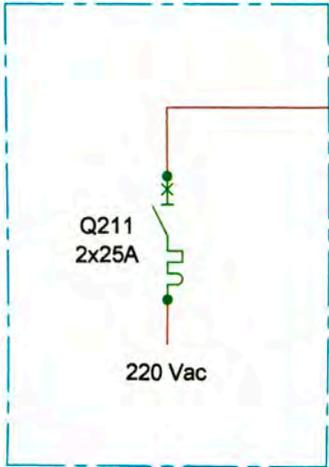


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

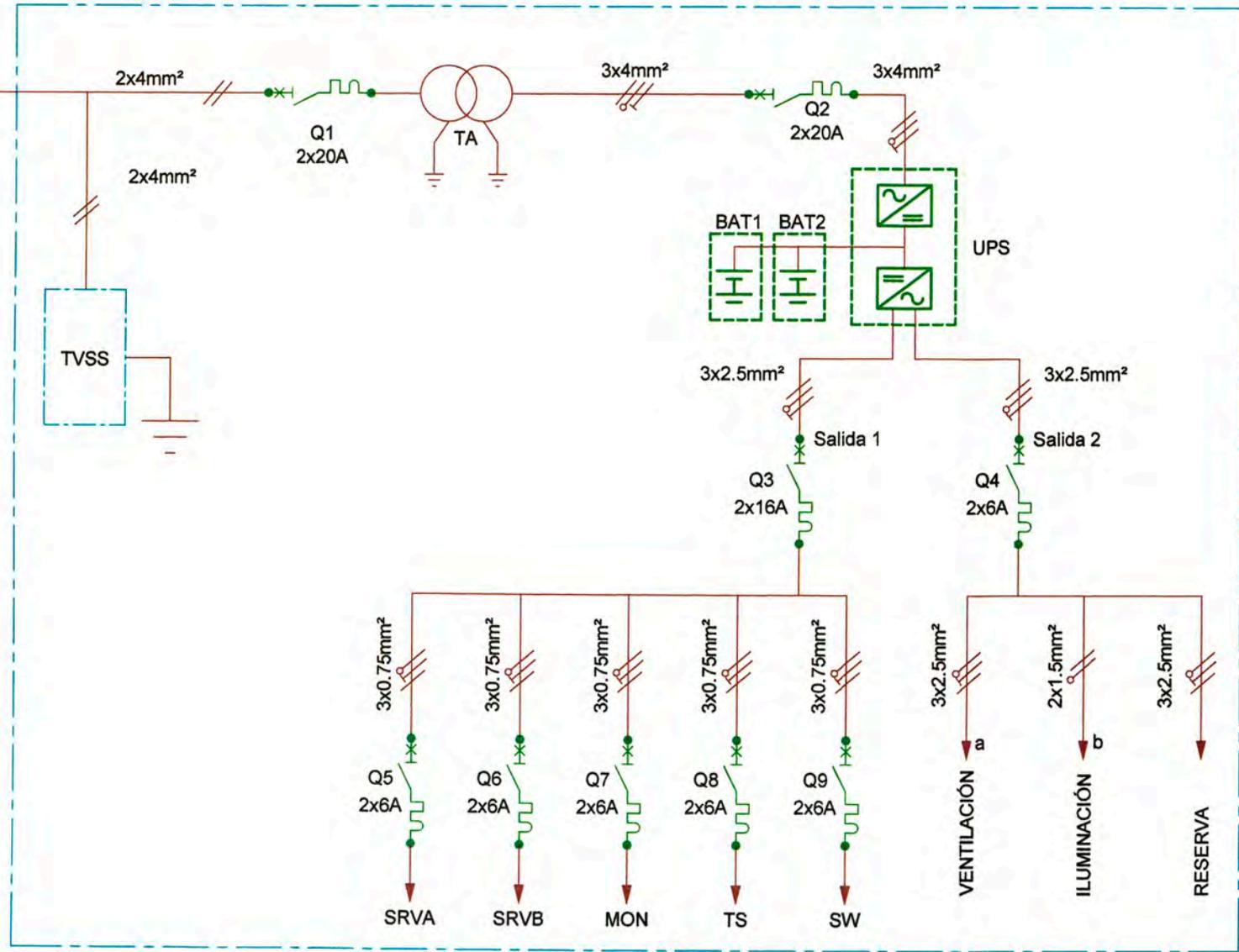
DETALLE DE COMUNICACIÓN	PLANO Nº: P-06
SISTEMA SCADA	ESCALA: S/E
ELABORADO: JUAN RAMÓN RODRÍGUEZ MENDOZA	FECHA: Julio 2011

PLANO 07

TABLERO SS.AA.



TABLERO SCADA



LEYENDA

ITEM	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
1	SRVA, SRVB	BORNERA DE ALIMENTACIÓN 220 Vac
2	MON	MONITOR 17" LCD TFT
3	TS	TERMINAL SERVER INDUSTRIAL
4	SW	SWITCH INDUSTRIAL
5	UPS	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA
6	TA	TRANSFORMADOR DE AISLAMIENTO
7	TVSS	SUPRESOR DE TRANSITORIOS DE SOBRETENSIÓN
8	L1, L2, L	LÍNEA DE CONDUCTOR ACTIVO
9	N	LÍNEA DE CONDUCTOR NEUTRO
10	GND	LÍNEA DE CONDUCTOR A TIERRA
11	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5	INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS 220 Vac
12	Q6, Q7, Q8, Q9, Q211	INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS 220 Vac
13	XA	BORNERA DE ALIMENTACIÓN 220 Vac
14	XT	BORNERA DE TIERRA
15	—	CONDUCTOR ACTIVO
16	—	CONDUCTOR NEUTRO
17	—	CONDUCTOR A TIERRA
18	—	PUESTA A TIERRA
19	—	INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS 220 Vac
20	—	TRANSFORMADOR DE AISLAMIENTO
21	—	BATERÍA DEL UPS
22	—	CONVERTIDOR AC/DC DEL UPS
23	—	INVERSOR DC/AC DEL UPS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

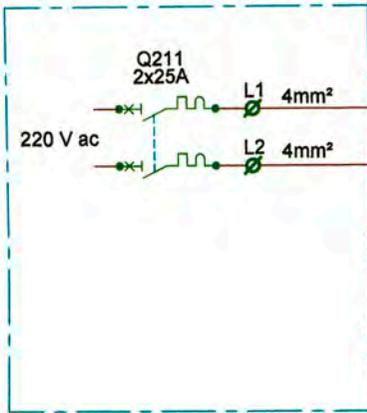
**ALIMENTACIÓN - DIGRAMA UNIFILAR
SISTEMA SCADA**

ELABORADO: JUAN RAMÓN RODRÍGUEZ MENDOZA

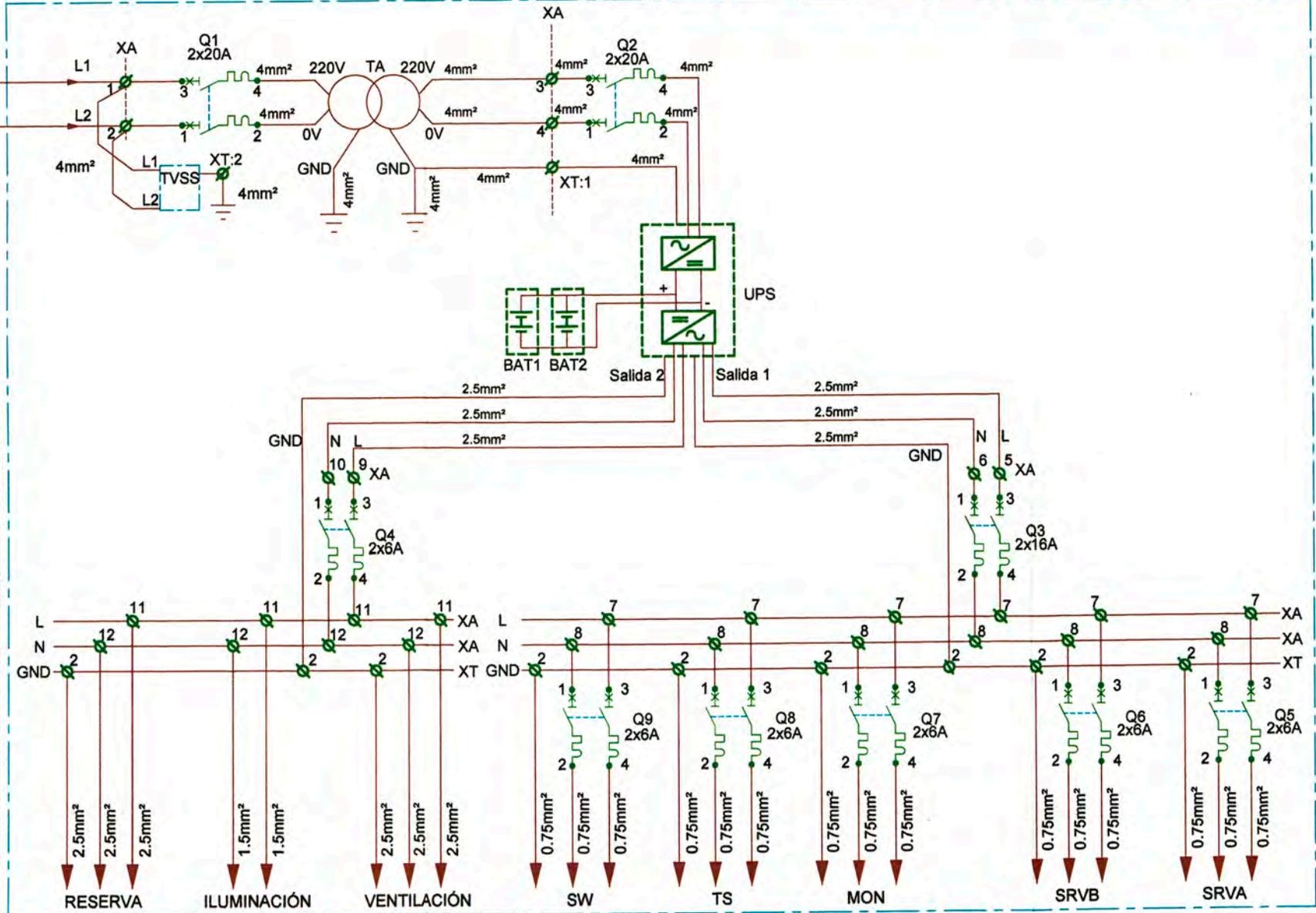
PLANO N°:
P-07
ESCALA: S/E
FECHA: Julio 2011

PLANO 08

TABLERO SS.AA.



TABLERO SCADA



LEYENDA

ITEM	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
1	SRVA, SRVB	BORNERA DE ALIMENTACIÓN 220 Vac
2	MON	MONITOR 17" LCD TFT
3	TS	TERMINAL SERVER INDUSTRIAL
4	SW	SWTCH INDUSTRIAL
5	UPS	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA
6	TA	TRANSFORMADOR DE AISLAMIENTO
7	TVSS	SUPRESOR DE TRANSITORIOS DE SOBRETENSIÓN
8	L1, L2, L	LÍNEA DE CONDUCTOR ACTIVO
9	N	LÍNEA DE CONDUCTOR NEUTRO
10	GND	LÍNEA DE CONDUCTOR A TIERRA
11	Q1,Q2,Q3,Q4,Q5	INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS 220 Vac
12	Q6,Q7,Q8,Q9,Q211	INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS 220 Vac
13	XA	BORNERA DE ALIMENTACIÓN 220 Vac
14	XT	BORNERA DE TIERRA
15	—	CONDUCTOR ACTIVO
16	—	CONDUCTOR NEUTRO
17	—	CONDUCTOR A TIERRA
18	⬇	PUESTA A TIERRA
19	⚡	INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS 220 Vac
20	⊗	TRANSFORMADOR DE AISLAMIENTO
21	🔋	BATERÍA DEL UPS
22	⚡	CONVERTIDOR AC/DC DEL UPS
23	⚡	INVERSOR DC/AC DEL UPS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**ALIMENTACIÓN - DIGRAMA MULTIFILAR
 SISTEMA SCADA**

ELABORADO: JUAN RAMÓN RODRÍGUEZ MENDOZA

PLANO Nº: P-08
 ESCALA: S/E
 FECHA: Julio 2011

PLANO 09

A

B

C

D

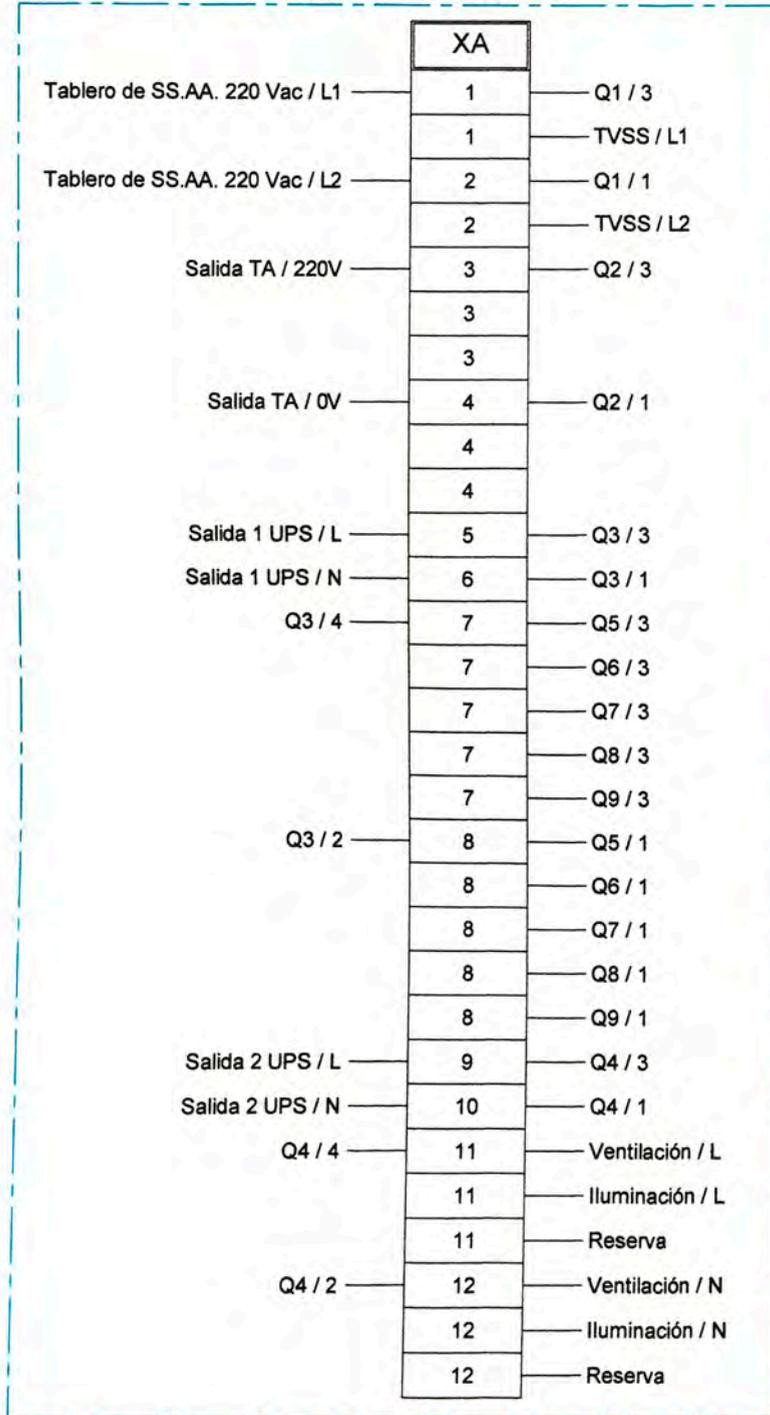
E

F

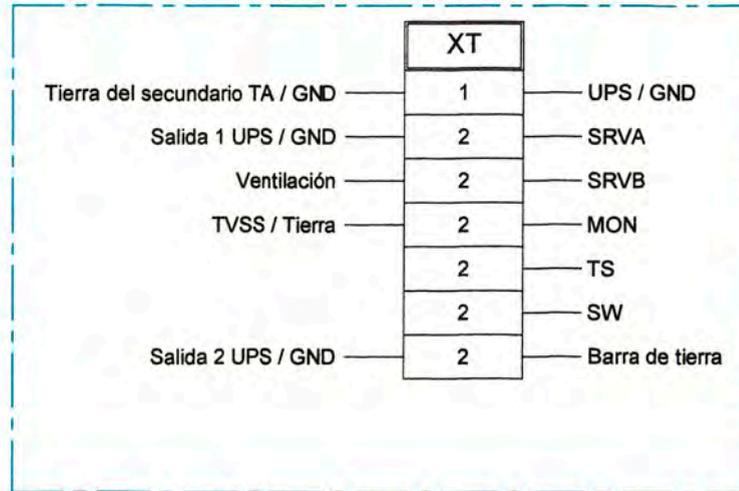
G

H

TABLERO SCADA



TABLERO SCADA



LEYENDA

ITEM	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
1	SRVA, SRVB	SERVIDORES SCADA/ICCP
2	MON	MONITOR 17" LCD TFT
3	TS	TERMINAL SERVER INDUSTRIAL
4	SW	SWTCH INDUSTRIAL
5	UPS	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA
6	TA	TRANSFORMADOR DE AISLAMIENTO
7	TVSS	SUPRESOR DE TRANSITORIOS DE SOBRETENSIÓN
8	L1, L2, L	LÍNEA DE CONDUCTOR ACTIVO
9	N	LÍNEA DE CONDUCTOR NEUTRO
10	GND	LÍNEA DE CONDUCTOR A TIERRA
11	Q1,Q2,Q3,Q4,Q5	INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS 220 Vac
12	Q6,Q7,Q8,Q9,Q211	INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS 220 Vac
13	XA	BORNERA DE ALIMENTACIÓN 220 Vac
14	XT	BORNERA DE TIERRA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

BORNERAS DEL TABLERO SCADA SISTEMA SCADA

ELABORADO: JUAN RAMÓN RODRÍGUEZ MENDOZA

PLANO N°:
P-09

ESCALA: S/E

FECHA: Julio
2011

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Aquilino Rodríguez Penin, " Sistemas SCADA", segunda edición Barcelona-España, 2007.
- [2] Manual "SCADA para windows, edición de base de datos", Survalent Technology Corporation –Canada, 2004.
- [3] Manual "Sistema Windows SCADA Survalent – especificación del software", Survalent Technology Corporation –Canada, 2003.
- [4] Louis E. Frenzel, "Electrónica aplicada a los sistemas de las comunicaciones", Tercera Edición.
- [5] Vicente Guerrero, Ramón L. Yuste y Luis Martinez, "Comunicaciones Industriales", primera edición Barcelona-España.
- [6] Andrew S. Tanenbaum, "Redes de Computadoras", cuarta edición, 2003.
- [7] "A DNP3 Protocol Primer", DNP Users Group <http://www.dnp.org/>, Marzo 2005.
- [8] "MODBUS Application Protocol Specification", MODBUS.ORG, <http://www.modbus.org/>, Diciembre 2006.
- [9] Manual "Windows SCADA ICCP Survalent – User's Guide", Survalent Technology Corporation –Canada, 2006.