

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES



**“AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ENERGÍA DC EN LA ESTACIÓN
DE CABLE SUBMARINO DE LA RED SAM-1 EN EL DISTRITO DE
LURÍN”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES

PRESENTADO POR EL BACHILLER

HUANACO MONTALVO, ZAIDA ESMINA

**Villa El Salvador
2016**

DEDICATORIA

Dedico el presente informe, de manera muy especial, a mí abuelita Valentina; debido a que ella con su cariño y amor me enseñó desde niña a tener la seguridad para recorrer los caminos que se me presentaran en la vida. Siempre me motivó a cumplir mis metas; enseñándome que las cosas buenas requieren de esfuerzo, sacrificio y que basta querer un objetivo para poder hacerlo realidad.

A mi familia (mis padres y hermanos) y a mis amigos más cercanos, por su invaluable apoyo emocional y consejos sinceros. Recibí de ellos apoyo moral por más que no estuvieron conmigo debido a la distancia; una llamada cambiaba el día en reiteradas ocasiones.

Recordar que el logro más satisfactorio es el que hace uno mismo. Todo es cuestión de decisión y seguridad. Sí uno se propone, el cielo y las estrellas son las que conspiran e iluminan el camino a seguir – Chaska Ñawi.

AGRADECIMIENTO

En la vida se presenta la oportunidad de conocer a diferentes personas con diferentes personalidades y pensamientos; la idea es aprender lo mejor de cada una de ellas.

Agradezco a mi hermano Elisban, porque estuvo conmigo en todo momento apoyándome al 100%; a mis padres Julián y Juana, sin ellos simplemente no existiría; y, lo más importante en cuestiones académicas, a mis queridos maestros quienes me brindaron su conocimiento y amistad durante el tiempo que estuve en la universidad; en especial a mi profesor favorito (E.O.D) el cual me dio su constante apoyo para poder realizar diferentes proyectos, así como el presente trabajo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	Pág. 7
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	Pág. 10
1.1. Descripción de la Realidad Problemática.....	Pág. 10
1.2. Justificación del Problema.....	Pág. 17
1.3. Delimitación del Proyecto.....	Pág. 18
1.4. Formulación del Problema.....	Pág. 18
1.5. Objetivos.....	Pág. 19
1.5.1. Objetivo General.....	Pág. 19
1.5.2. Objetivos Específicos.....	Pág. 19
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	Pág. 20
2.1 Antecedentes del proyecto.....	Pág. 20
2.2 Bases Teóricas.....	Pág. 26
2.3 Marco Conceptual.....	Pág. 47
CAPÍTULO III: DISEÑO / DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA / MODELO / SISTEMA.....	Pág. 71
3.1 ANÁLISIS DEL MODELO ACTUAL Y POSTERIOR A LA IMPLEMENTACIÓN.....	Pág. 71
3.2 CALCULO DE LA CAPACIDAD DE LA NUEVA PLANTA DE ENERGÍA DC Y PROYECCIÓN A FUTURO.....	Pág. 80
3.3 PROCEDIMIENTO DE CAMBIO DE LA PLANTA DE RECTIFICADORES.....	Pág. 82
3.4 REVISIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE RESULTADOS.....	Pág. 84
CONCLUSIONES.....	Pág. 88
RECOMENDACIONES.....	Pág. 89
BIBLIOGRAFÍA.....	Pág. 90
ANEXOS.....	Pág. 92
GLOSARIO.....	Pág. 110

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de la Red Sam-1.

Figura 2. Layout de la Sala de Transmisiones Lurín CS.

Figura 3. Layout de la Sala de Co-ubicación Lurín CS.

Figura 4. Layout de la Sala de Interconexión Lurín CS.

Figura 5. Estructura de redes de Banda Ancha para acceso al Internet.

Figura 6: Etapas de un Sistema Eléctrico.

Figura 7: Sistema Convencional de energía DC con respaldo de AC.

Figura 8. Diagrama de un Sistema de Energía DC.

Figura 9: Diagrama de energía protegida en Lurín CS.

Figura 10: Layout de la sala de baterías (planta de rectificadores).

Figura 11: Esquema frontal de la planta A de los rectificadores.

Figura 12: Esquema frontal de la planta B de los rectificadores.

Figura 13: Diagrama Unifilar del Sistema de Energía de Lurín CS.

Figura 14: Vista frontal G.E C Onan Genset

Figura 15: Vista lateral G.E C Onan Genset

Figura 16: Cuarto de bombas diésel para el G. E.

Figura 17: TTA del G.E Onan Genset

Figura 18: Celda de Salida (Futura), Celda de Medición y Celda de Recepción.

Figura 19: Celda de Transformación N°1, Celda de Protección N° 1 y Celda de Protección N° 2.

Figura 20: Bancos de baterías conectados en serie.

Figura 21. Bancos de baterías conectados en paralelo.

Figura 22: Bancos de baterías conectados en serie y paralelo.

Figura 23: Los 4 filas del Banco de baterías de la planta A conectados en serie y paralelo marca FIAMM SMG2500.

Figura 24: Inversores Emerson Entrada=-48VDC y 2500VAC.

Figura 25: Technical Specifications, R48-5800e.

Figura 26: Router Juniper MX2020

Figura 27: Router Cisco ASR9922

Figura 28: Ciena 6500

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Consumo de corriente de las cargas DC antes del cambio de la planta de rectificadores - 30 de noviembre del 2016

Tabla 2: Banda ancha en otros países}

Tabla 3: Infraestructura en los medios de transporte

Tabla 4: Redes de Acceso - Infraestructura

Tabla 5: Tendido de Fibra Óptica (km)

Tabla 6: Nodos de Fibra Óptica.

Tabla 7: Total de centrales hidroeléctricas en el Perú.

Tabla 8: Detalle del bastidor de distribución de la planta A de los rectificadores.

Tabla 9: Detalle del bastidor de distribución de la planta B de los rectificadores.

Tabla 10: Descripción general de los rectificadores R48-5800e.

Tabla 11: Cuadro de cargas del 3 de diciembre en CS Lurín.

Tabla 12: Cargas Total del mes de agosto en CS Lurín.

INTRODUCCIÓN

La creciente y continua masificación de las redes de datos, así como la convergencia de servicios y aumento de cobertura de los mismos, a través de la implementación actual de redes troncales de fibra óptica y microondas, impulsarán el desarrollo económico y social de las regiones del Perú. Según el informe de la INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) de este año, la población rural en nuestro país alcanza el 23.3%, unos 7257989 habitantes. Sin embargo, gran porcentaje de ellos aún no cuenta con conectividad integral a través de banda ancha, limitando su crecimiento. Dada esta realidad, se debe considerar como prioridad la implementación de la infraestructura de telecomunicaciones en regiones apartadas del Perú como el camino más importante para disminuir la brecha social.

La infraestructura de las telecomunicaciones para brindar accesos de banda ancha típicamente es mediante redes de transporte de fibra óptica. Estas redes se dividen en la RDFO (Red Dorsal de Fibra Óptica) y la Red de Fibra Óptica Submarina. Esta última son los enlaces internacionales de salida a Internet implementadas con Cables Submarinos de Fibra Óptica. En el país, tres empresas vienen brindando este servicio: Latin American Nautilus (LANautilus), Global Crossing y Telefónica Global Solutions (anteriormente Telefónica International Wholesale Services).

TGS (Telefónica Global Solutions) tiene la red de fibra óptica denominada “Red SAM-1” haciendo una conexión Estados Unidos, Puerto Rico, Brasil, Argentina, Chile, Perú y Guatemala. En el 2007, SAM-1 fue extendido a Ecuador y

Colombia (Figura 1). La Red SAM-1 del cable submarino es una de las principales salidas a internet de los enlaces nacionales.

Teniendo como estación de amarre o Lurín CS (Lurín Cable Station) es una estación de cable submarino correspondiente a un punto de la red SAM-1 en anillo ubicado en el distrito de Lurín correspondiente a dos segmentos de la red SAM-1 tal es el Seg. "O" con dirección a la estación de Arica en Chile y el Seg "N" con dirección a Puerto San José Guatemala.

Actualmente en Lurín CS se tiene una alta demanda de servicios de capacidad: 10G, 40G, 100G y a futuro 300G (Giga). Pero al aumento de la demanda de servicios implica contar con equipos más robustos de mayor capacidad. Lo cual implicar una la ampliación y/o renovación de los equipos instalados actualmente en CS Lurín. Considerando que la Red SAM-1 entro en funcionamiento hace más 15 años, renovar o implementar la infraestructura implica mayor consumo de energía. El sistema de energía actual no tiene la capacidad suficiente para cubrir las mejoras de la red; es por ello que se plantea en el presente proyecto el cual consiste en el incremento del Sistema de energía DC (-48 V) mediante los rectificadores. En Lurín CS se tiene actualmente dos plantas de rectificadores denominados lado A y lado B teniendo una capacidad actual de 3250 A. Se plantea cambiar ambos rectificadores por una capacidad de 6000 A.

En el presente proyecto se tratarán conceptos de la red de transporte, redes en anillo (correspondientes a la red SAM-1), así también temas de energía como el banco de baterías, planta de rectificadores, el grupo electrógeno y la sub-

estación de la Red SAM-1, todo lo relacionado con la ampliación de la energía DC en Lurín CS.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

En la actualidad el acceso y servicios provistos mediante la red internet se han masificado a niveles realmente inimaginables hasta hace unos pocos años transformando de forma acelerada la economía a nivel internacional. En el año 2000 empezó sus operaciones el cable submarino de fibra óptica de la Red Sam-1 (South America – 1) a cargo de Telefónica Global Solutions (TGS) haciendo una conexión Estados Unidos, Puerto Rico, Brasil, Argentina, Chile, Perú y Guatemala. En el 2007, SAM-1 fue extendido a Ecuador y Colombia (Figura 1).



Figura 1: Mapa de la Red Sam-1
Fuente: Telefonica Global Solutions – Telxius Cable Perú SAC.

La estación de Lurín está a cargo de Telefónica Global Solutions (TGS), se prestan múltiples servicios a nivel nacional e internacional, la red SAM-1 es variante por ello surge la necesidad de realizar renovaciones y ampliaciones en la infraestructura en telecomunicaciones para la misma compañía como también nuevos clientes en la red. Un aspecto clave es el ancho de banda mediante las redes de transporte y accesos que permitan cubrir la demanda de servicios y cobertura a nivel de la red.

En Lurín CS se tiene una Sala de Transmisiones, Sala de Interconexión, Sala de Co-ubicación, Sala de Baterías una Sub Estación, etc (Figura 2, Figura 3 & Figura 4)

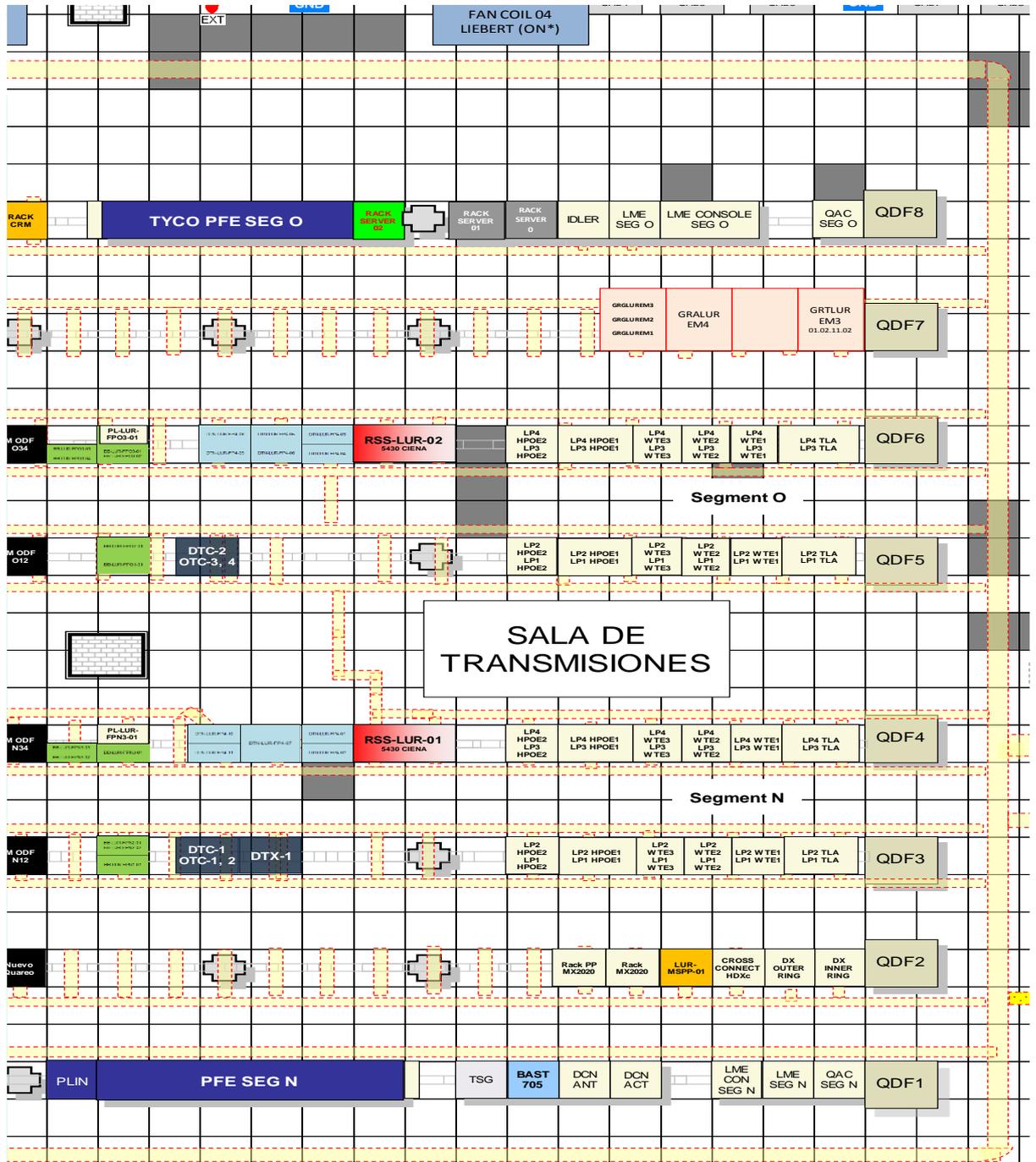


Figura 2. Layout de la Sala de Transmisiones Lurín CS.

Fuente: Telefonica Global Solutions – Telxius Cable Perú SAC.

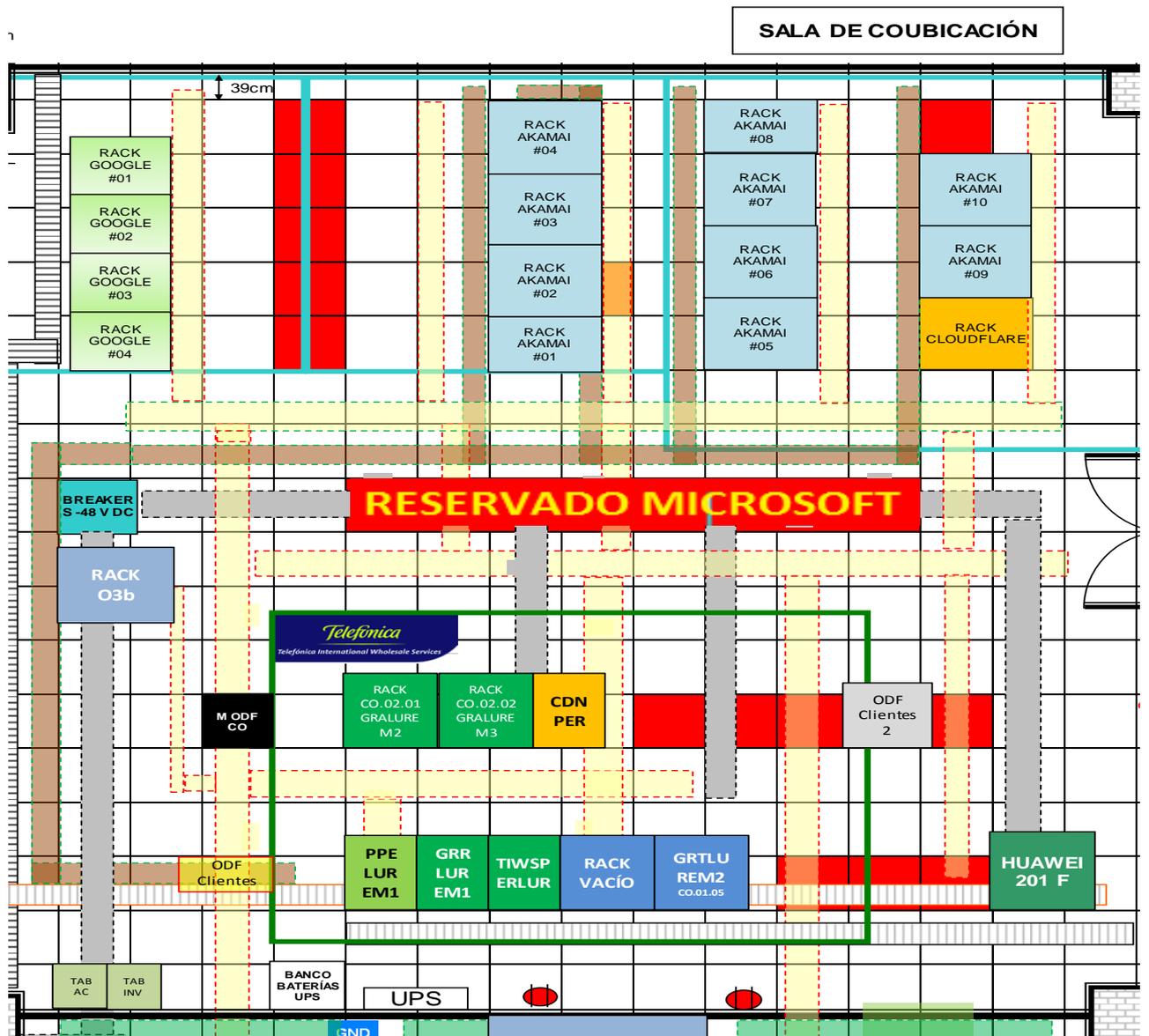


Figura 3. Layout de la Sala de Co-ubicación Lurín CS.

Fuente: Telefonica Global Solutions – Telxius Cable Perú SAC.

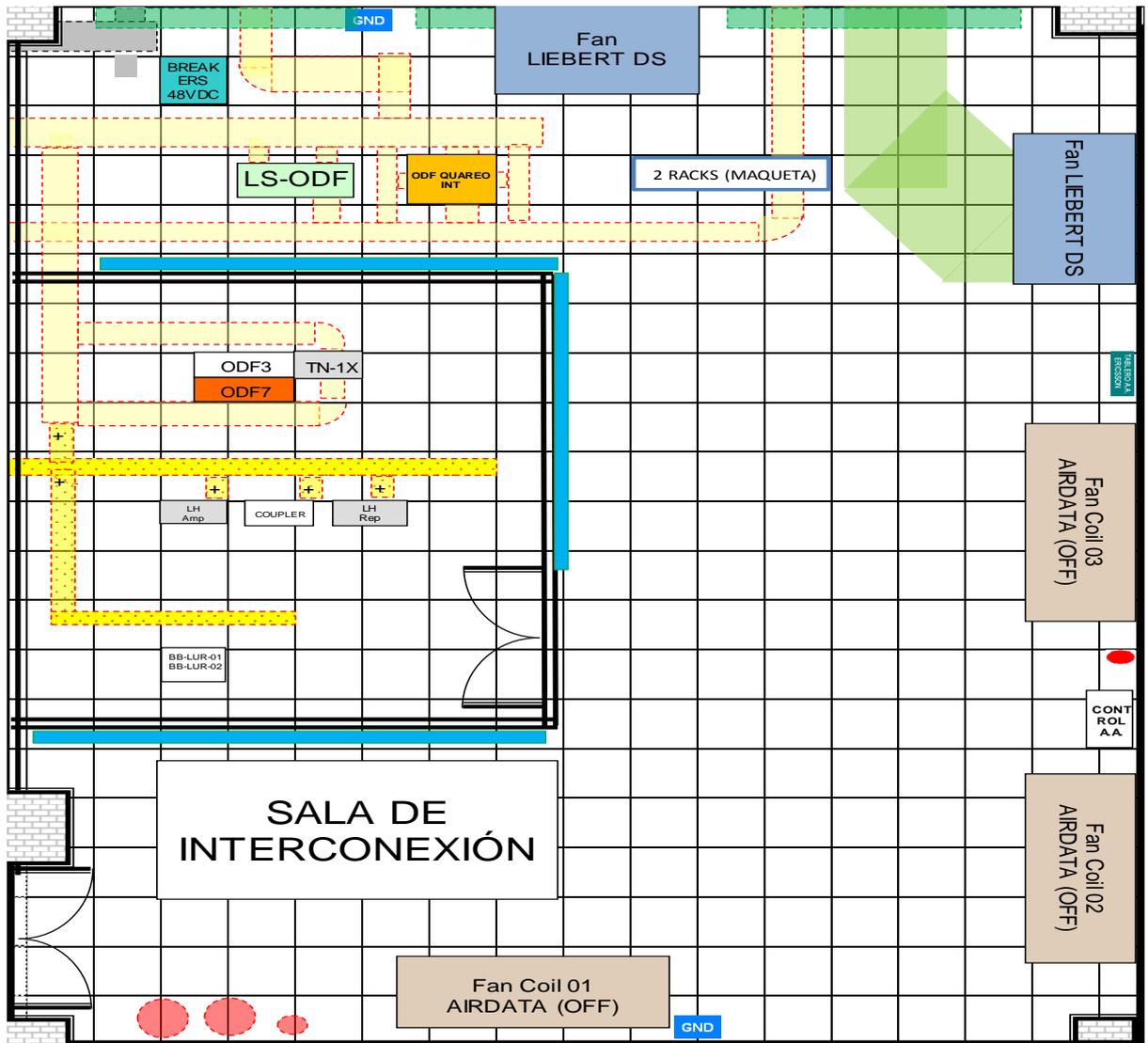


Figura 4. Layout de la Sala de Interconexión Lurín CS.

Fuente: Telefonica Global Solutions – Telxius Cable Perú SAC.

Actualmente Lurín CS ofrece servicios de capacidad 100G, 40G y 10G (Giga) para la red y diversos clientes así también se da housing el cual consiste en el alojamiento de diversos equipos de diversos clientes, con la renovación y/o ampliación por equipos más robustos en las diferentes salas como Transmisión, Interconexión y Co-ubicación en cada una de las salas están instalados los equipos transmisión, equipos de interconexión de Lima POP

(Point of Presence) corresponde a una estación terrestre lejos de la estación principal, alejada del mar y equipos de clientes respectivamente. Ante la necesidad de desarrollo de la infraestructura en la instalación de nuevos equipos de red, transporte, servidores, etc. La mayoría de los equipos operan con energía DC de -48 V actualmente dicho no tiene la capacidad suficiente para abastecer la estación con los nuevos proyectos planificados por ello se desarrollara el proyecto de ampliación y modernización del sistema de energía DC en especificó la infraestructura de las plantas de rectificadores que tienen Lado A y Lado B por el sistema de redundancia que maneja la estación.

En la Tabla 1 se detalla el consumo de corriente de cargas de los equipos instalados en Lurín CS correspondiente a los equipos de transmisión, IP y clientes corporativos. Los equipos instalados tienen un sistema de redundancia en sus fuentes de energía denominados planta del Lado A y B. Ambas plantas son distribuidos a partir de los QDF (Quadros de Distribuição para Filas) son tableros de distribución encargados de realizar la distribución directa hacia el equipo final a partir de las plantas de los rectificadores.

Tabla N° 1: Consumo de corriente de las cargas DC antes del cambio de la planta de rectificadores - 30 de noviembre del 2016

Sala	Distribuidor	Capacidad A+B	Técnica (A)	Capacidad en QDFs Disponible
Transmisión	QDF 1		53.2	546.8
	QDF 2		129.5	510.5
	QDF 3		157.9	162.1
	QDF 4		265.8	54.2
	QDF 5		40	280
	QDF 6		157.2	162.8
	QDF 7		139.1	180.9
	QDF 8		44.3	555.7
	PFE N + O		82	238
	Sub-Totales		1069	
Interconexión	QDF DC.IC-01		53.6	266.4
Co-ubicación	QDF DC.CO-01		305	15
Co-ubicación	QDF EMERSON N.11		112	528
Rectificadores	Tabla de Inversores.		236.1	83.9
Sub-Totales			706.7	
	Total		1775.7	

En la tabla 1 se muestra que el total de ambas plantas (lado A y B) tienen una capacidad total de 3250. De las cuales actualmente se viene consumiendo 1775.7 A y sin considerar que un porcentaje es designado a la carga de las baterías.

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Los rectificadores instalados actualmente tienen una carga DC total de 3250 A en ambas plantas (Lado A y lado B), el consumo actual de ambas plantas es un total de 1775.7 A.

Para la renovación y ampliación de equipos en uso e instalados en CS de Lurín se requiere una energía DC mayor al que se tiene actualmente (3250 A).

Se planifica instalar equipos más robustos lo que implica que tengan un mayor consumo lo implica un mayor consumo de energía DC (-48 V) ese incremento es generado por que los equipos a instalarse tienen mayor cantidad de fuentes de poder por ambos lados (Lado A y Lado B).

Es por ello que se plantea como solucionar realizar el cambio total de rectificadores (lado A y lado B) por otra de mayor capacidad de 6000 A por planta para renovar o instalar equipos nuevos eSure R48-5800e (ANEXO 1) de Emerson en la Red Sam-1.

1.3. DELIMITACIÓN DEL PROYECTO

Teórica: El proyecto está enfocado a electrónica de potencia en específico al funcionamiento de los rectificadores.

Temporal: La ampliación de energía DC del cable submarino se desarrollara desde Octubre del 2015 hasta Junio del 2016.

Espacial: La ampliación de energía DC del cable submarino se realizara en la estación terrena en el distrito de Lurín.

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.1. Problema General:

¿Será posible la ampliación del sistema de energía DC en la estación de Cable Submarino de la red SAM-1 en el distrito de Lurín?

1.4.2. Problemas Específicos:

1. ¿Cómo realizar el análisis del modelo actual y posterior a la implementación de los nuevos rectificadores?
2. ¿Cuáles son los cálculos para la nueva planta de los rectificadores?
3. ¿Qué procedimientos se debe seguir para realizar el cambio de la nueva planta de los rectificadores?

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo general

Ampliación del sistema de energía DC en la estación del cable submarino de la red SAM-1 en el distrito de Lurín.

1.5.2. Objetivos específicos

1. Análisis del modelo actual y posterior a la implementación de los nuevos rectificadores en el sistema de energía DC.
2. Realizar cálculos para la nueva planta de los rectificadores y capacidad total del sistema de energía DC.
3. Definición de procedimiento durante la implementación en la nueva planta de rectificadores.

2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO:

Calos Leopoldo Alvarado M. (2008). Estudio sobre diagnóstico predictivo del estado operativo de bancos de baterías para sistemas de telefonía celular mediante el control de parámetros internos de V & R. Guatemala

El autor de este trabajo de investigación llegó a las siguientes conclusiones:

“Las baterías a pesar de ser un instrumento de almacenamiento de energía del siglo pasado hoy en día están tan vigentes como en el día en que fueron concebidas, siendo la solución más ampliamente empleada por los operadores de telecomunicaciones para los emplazamientos remotos.”

“En un país como Guatemala, en donde la calidad de la energía eléctrica aún está en vías de desarrollo es necesario mantenerse a la vanguardia de la

tecnología, en cuanto a los mecanismos predictivos desarrollados para mantener sistemas de respaldo al máximo de sus capacidades.”

“La temperatura ambiental del recinto de emplazamiento de un banco de baterías es el factor más crítico a controlar para garantizar la vida útil proyectada por cada fabricante de estos elementos. Por tal razón, es que la relación banco de baterías y sistemas de climatización cada vez se ha hecho más estrecha, teniendo hoy en día sistemas de A/C que trabajan con corriente directa y conectados específicamente a los bancos a prolongar su vida útil en ambientes hostiles a su funcionamiento.”

“La relación entre el valor de resistencia interna de una batería, y la capacidad de respaldo de la misma no es directamente proporcional, pero si lo suficientemente buena como para diagnosticar problemas de degradación de forma puntual sobre cada elemento que conforma un banco.”

“Toda batería tiene degradación en su vida útil inicia con una elevación gradual en su valor de resistencia interna, con lo cual se tiene que cualquier elemento que presente esta condición tiene altas probabilidades de fallar una prueba de capacidad de respaldo bajo condiciones controlada.”

“El gran beneficio de utilizar la medición de resistencia interna como mecanismo de control de bancos de baterías radica en el hecho de poder aislar de forma puntual todos aquellos elementos que presenten degradación, sin tener la necesidad de reemplazar un banco entero como se realizaba

tradicionalmente lo cual se traduce en un ahorro a nivel financiero en la operación de una red de telecomunicaciones.”

YAGNIR RODRÍGUEZ DE ABREU (2010). Diseño de sistema DC para centrales telefónicas y estudio de solución móvil para contingencia. Bolivia.

El autor de este trabajo de investigación llegó a las siguientes conclusiones:

“En relación a la solución DC de gran capacidad se concluye que a pesar de no existir una ventaja tecnológica entre la solución desarrollada en este informe con el sistema existente ya que ambos manejan los mismos modelos de rectificadores, distribuidores y sistemas de control; se logró, por medio de una redistribución del espacio - basada en la centralización de todas las conexiones a carga en un solo gabinete - crear un sistema que elimina las barras de paralelismo y obtienen conexiones independientes entre cada gabinete de rectificación y el de distribución, de tal forma que al fallar una de las conexiones solo se pierde la energía equivalente a un gabinete pero no la interconexión entre el resto del sistema. Esto permite que, en términos de confiabilidad, el sistema desarrollado sea más robusto que el actual.”

“Para aplicaciones donde el espacio en la vertical es una limitante, el sistema desarrollado en este trabajo tiene la desventaja (en referencia al sistema actual) que las interconexiones entre gabinetes son por fuera de las estructuras, y por lo tanto se ocupa el espacio equivalente al gabinete más un aproximado al mínimo radio de curvatura del conductor utilizado. En la solución actual el diseño de barras va por dentro de los gabinetes, por tanto

sólo se tiene la altura del gabinete en la vertical. Sin embargo, hay que destacar que el sistema planteado facilitará la instalación y el mantenimiento en campo, ya que los gabinetes involucrados cuentan con barras laterales que no entorpecen el trabajo de los técnicos, a diferencia del sistema previo que utiliza barras traseras que bloquean el campo de visión y representan una fuente de peligro por contacto accidental durante la manipulación de equipos.”

“El sistema desarrollado ocupa el mismo espacio físico (si no tiene gabinete de paralelismo) y la misma capacidad de carga (4500 Amperios) que el sistema actual, pero bajo un sistema centralizado y redundante de control y supervisión, brindado de esta manera mayor confiabilidad ya que de fallar un controlador se tiene otro de respaldo, mientras que hoy día la falla de un controlador inhabilita por completo la capacidad de rectificación del gabinete involucrado.”

“Por otro lado, cada gabinete de rectificación del nuevo sistema cuenta con un interruptor de salida, permitiendo así el traspaso de carga entre gabinetes con sólo cambiar los estados de los interruptores, lo que facilita sacar por completo un gabinete para reparación o mantenimiento sin perder la carga. Actualmente se requiere cortar por completo la alimentación a las cargas antes de reconectarlas a otro gabinete. Para empresas de telecomunicaciones donde cualquier espacio de tiempo sin conexión se transforma en grandes pérdidas de dinero, el sistema desarrollado brindará un servicio más confiable.”

“En aplicaciones iguales o menores a 2000 amperios el sistema previo cubre la demanda ocupando un espacio equivalente a dos gabinetes, en cambio el sistema nuevo ocupará el espacio equivalente a tres gabinetes, dos para rectificar y uno para distribuir la energía. Por tanto, para aplicaciones iguales o menores a dicha magnitud no es viable utilizar la nueva solución por concepto de espacio, a menos que dicha demanda se proyecte para crecer.”

“Se determinó que el nuevo sistema muestra una indisponibilidad de 3,83 minutos al año, sin contar con la influencia que puede tener el respaldo de baterías sobre este indicador ya que de fallar la alimentación principal o los sistemas de rectificación todavía se tendrían energía en las baterías para suplir la carga por un tiempo finito. Partiendo de las comparaciones hechas en los párrafos previos y basados en el indicador numérico, se concluyó que se desarrolló un sistema mucho más confiable al ya existente.”

“Para la solución Móvil se diseñó una solución móvil que puede ser instalada en un espacio de 2,2 metros de ancho, 2 metros de alto y 6 metros de largo, con dos cabinas, una de 4,5 metros de largo destinada a la instalación de un motogenerador de 100 kVA a 208 V AC y 3 bancos de baterías con una capacidad equivalente a 852 amperios durante 30 minutos, y una segunda cabina de 1,5 metros de largo, destinada a la instalación de 3 gabinetes para la rectificación de 54 kW desde 208 V AC a -48 VDC, la conversión de 8,25 kW desde -48V DC a +24V DC, la inversión de 1100 W desde -48 V DC a 208 V AC; adicionalmente se tiene capacidad para entregar 23,5 Amperios

provenientes de 3 arreglos solares. Por tanto, se diseñó una solución que cumple a cabalidad con todas las premisas planteadas por la empresa.”

MIGUEL REINALDO HERNANDEZ BORRERO (2009). Diseño e implementación de un inversor DC/AC para implantar en un sistema fotovoltaico para suministrar energía eléctrica, a una finca. Bogotá

El autor de este trabajo de investigación llegó a las siguientes conclusiones:

“Se diseñó y construyó un inversor de 600w DC/AC, obteniendo un equipo de potencia, relativamente liviano, económico y con sus respectivas protecciones.”

“Desde el punto de vista ambiental, la utilización de este sistema para suplir las necesidades eléctricas de la vivienda rural, proporciona un medio de energía limpia que no contamina el medio ambiente.”

“El inversor construido se basa en la utilización de un puente H, el cual se interconecta por medio de un transformador y junto a un sistema de control que permite obtener una señal sinusoidal de tensión de treinta y un niveles (30 valores positivos, 30 negativos y el cero). El puente H se han formado empleando Mosfet`s que soportan hasta 40 amperios, como semiconductores de potencia.”

“La modulación implementada (PWM Unipolar), tiene la ventaja de que por un lado disminuye el contenido armónico y por otro permite que durante medio ciclo los Mosfet`s de cada rama permanezcan apagados, lo que ayuda a que no haya sobrecalentamiento en ellos.”

“Las redes de protección diseñadas fueron demostradas en las simulaciones, obteniéndose muy buenos resultados, especialmente en la protección de los Mosfet`s de potencia, los cuales tienen que soportar corrientes inferiores a 30 A.”

“Los resultados obtenidos en las pruebas realizadas, han sido exitosos, dado que se generó la potencia establecida para dicho trabajo. Para llevarlas a cabo fue necesario hacer una fuente de 24 voltios, que simula el banco de baterías, con el cual estará conectado el inversor. La potencia máxima suministrada por el inversor suple las necesidades básicas que tiene la vivienda en la cual se va a implementar.”

“Actualmente el inversor, opera con un filtro ubicado a la salida del transformador. En este sistema no podrán estar conectados, cargas inductivas, como neveras, lavadoras, licuadoras y motores de potencia.”

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. INTERNET Y LA BANDA ANCHA:

Internet es un conjunto descentralizado de redes de comunicación y computadores, interconectados entre sí mediante un mismo protocolo de comunicación (IP, de la arquitectura TCP/IP), formando una red internacional de alcance mundial públicamente accesible, a través de la cual se proporcionan servicios de información y comunicación de diversa índole, como son los servicios de contenido, el correo electrónico, la voz sobre IP, las redes sociales, entre otros. En los inicios del Internet, una de las tecnologías de transmisión de

datos predominante fue X.25, cuya velocidad estaba en el rango entre 1200 bps y 64 Kbps. En el transcurso del tiempo, estas tecnologías fueron evolucionando, siendo que a la fecha, las velocidades que se observan en el núcleo de las redes de los ISP están en el orden de los Gbps. Con respecto al uso del Internet, dados los altos costos de los enlaces de comunicaciones, su uso inicialmente estaba restringido a redes gubernamentales, académicas, de investigación y del sector empresarial. Es posible señalar que uno de los pilares para la masificación del acceso a Internet fue la utilización del servicio telefónico como medio de acceso, denominado “Dial-Up”, el cual permite que a través del uso de módems, los computadores puedan efectuar llamadas telefónicas (utilizando las redes y servicios de telefonía fija) y establecer comunicaciones de datos, siendo que de esta forma es posible conectarse a Internet a bajas velocidades (la máxima velocidad que se puede alcanzar en este tipo de acceso es de 56 Kbps). A las tecnologías de acceso, con velocidades comparables al “Dial-Up” también se les denomina de Banda Angosta. Posteriormente, se desarrollaron nuevas tecnologías de acceso denominadas de Banda Ancha, las cuales permiten mayores velocidades de transmisión de datos, sin necesidad de utilizar el servicio de telefonía fija. Las empresas de telecomunicaciones que prestan el servicio de acceso a Internet, son denominadas Proveedores de Servicios de Internet o ISP (por sus siglas en idioma Inglés, Internet Service Providers). Con la finalidad de brindar el acceso a Internet, los ISPs necesitan desplegar sus redes de telecomunicaciones hasta lograr conectividad con los equipos terminales de los usuarios (computadoras personales, portátiles, teléfonos, etc.), para lo cual se

diseñan las redes con diversas topologías y tecnologías. Las conexiones de Banda Ancha, permiten acceder a conocimientos, comunicaciones y servicios de diversa índole como educación, salud, trabajo, entre otros, por lo cual incrementa la productividad y contribuye al crecimiento económico y social de un país. En esa medida, desempeñan un rol central en las estrategias de desarrollo del Estado.

2.2.1.1. DEFINICIÓN DE BANDA ANCHA

La Banda Ancha puede ser entendida como una conexión a Internet en forma permanente, permitiendo al usuario estar siempre "en línea", a velocidades que le permite obtener y proporcionar información multimedia interactivamente y acceder a diversas aplicaciones y servicios. En el Perú si bien no se ha adoptado expresamente una definición de Banda Ancha, para fines estadísticos, se ha venido considerando como accesos de Banda Ancha, aquellas conexiones cuyas velocidades de transmisión de datos son superiores a las que alcanzan las comunicaciones vía dial-up, tanto de forma alámbrica como inalámbrica.

Sin embargo, en recientes informes estadísticos¹⁵, la UIT ha considerado como Banda Ancha a aquellas conexiones con acceso a velocidades de bajada iguales o mayores a 256 Kbps. A continuación se muestra un comparativo internacional (Tabla N° 2).

Tabla 2: Banda ancha en otros países

País/Organismo	Velocidad de banda ancha
UIT	256 Kbps en el Downlink, incluye banda ancha fija y banda ancha móvil.
OCDE	256 Kbps en el Downlink
Brasil: Ministerio de Comunicaciones	El acceso al flujo del tráfico que permita a los consumidores individuales o corporativos, fijos o móviles, disfrutar con calidad un conjunto de servicios y aplicaciones de voz, datos y video
Canadá: Radio-Television and Telecommunications Commission	1.5 Mbps en el Downlink, incluye Cablemodem, ADSL y banda ancha móvil.
Colombia: Comisión de Regulación	1024Kbps en el Downlink y 512Kbps en el Uplink (Velocidad Efectiva), ya sea para banda ancha alámbrica como inalámbrica
Ecuador: Consejo Nacional de Telecomunicaciones	Ecuador: Consejo Nacional de Telecomunicaciones.
Estados Unidos: Federal Communications Commission	4 Mbps en downstream 1 Mbps en upstream
India: Telecom Regulatory Authority	512Kbps en el Downlink, y 256 en el Uplink, incluye banda ancha alámbrica e inalámbrica.
Noruega: Norwegian Post and Telecommunications Authority	640Kbps de velocidad percibida en el Downlink y 128 Kbps en el Uplink

Elaboración: GPR-OSIPTEL

2.2.1.2. REDES DE TELECOMUNICACIONES DE BANDA ANCHA

La estructura actual de las redes de telecomunicaciones de Banda Ancha para el acceso a Internet, está conformada en términos generales por los elementos que se observan en el siguiente figura 5.

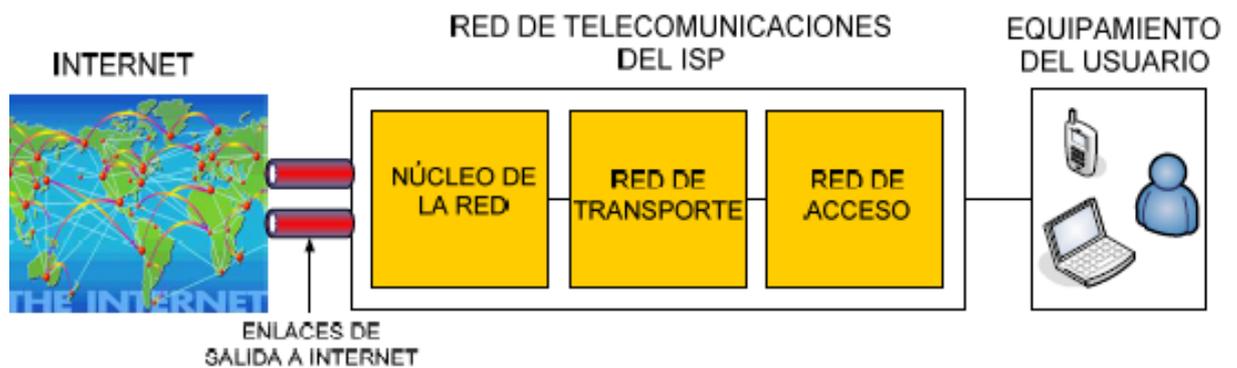


Figura 5. Estructura de redes de Banda Ancha para acceso al Internet.

Fuente: DGRIC-MTC

Estas redes para brindar acceso a Internet a los usuarios, requieren contar con una serie de elementos, entre ellos:

a. **Enlaces de Salida a Internet**

Son enlaces de comunicaciones de alta velocidad que permiten interconectar la red de telecomunicaciones del ISP con Internet. En términos generales, existen dos tipos de enlaces:

- Enlaces Internacionales

Estos enlaces unen los países y continentes a través de cables submarinos de fibra óptica.

- Enlaces Locales

Son enlaces de comunicaciones con los puntos de intercambio de tráfico local, también conocidos como puntos de acceso a la red o NAP, por sus siglas en inglés (Network Access Points). Usualmente estos enlaces son de fibra óptica.

b. Red de Telecomunicaciones del ISP

Tiene los siguientes componentes:

- Núcleo de la Red

Está compuesto principalmente por redes y equipos de conmutación de paquetes de alta capacidad y velocidad, que permiten concentrar el tráfico de todos los usuarios de la red y encaminar los datos desde y hacia Internet, a través de los enlaces internacionales.

- Red de Transporte

Consiste en la infraestructura, medios de transmisión y equipos necesarios para transportar las señales de telecomunicaciones. Esta red está constituida por enlaces que unen distintas zonas de una misma ciudad, así como las diversas regiones y provincias del país, y utiliza principalmente tres clases de medios de transporte: fibra óptica, enlaces microondas y enlaces satelitales (ver Tabla 3).

Tabla 3: Infraestructura en los medios de transporte

Tipo de Medio	Medio de Transporte	Velocidad	Infraestructura Necesaria
Alámbrico	Fibra óptica	Alta	Ductos subterráneos, postes, torres eléctricas.
Inalámbrico	Enlaces terrestres	Media	Torres de telecomunicaciones y antenas.
	Enlaces satelitales	Baja	Hub y Terminales satelitales

Fuente: Empresas Operadoras, Marzo 2010

- Red de Acceso

Consiste en la infraestructura, equipos de telecomunicaciones y medios de acceso necesarios para conectar los terminales de los usuarios con la red. Esta red tiene un alcance corto, de pocos kilómetros, generalmente dentro de un distrito, y utiliza principalmente alguna de las siguientes tecnologías: ADSL, DOCSIS, WiMAX, UMTS, HSPA, VSAT y líneas dedicadas (ver Tabla 4).

Tabla 4: Redes de Acceso - Infraestructura

Tipo de Medio	Medio de Transporte	Tecnología más usada en el Perú	Velocidades típicas en el Perú.	Velocidad	Infraestructura Necesaria
Alámbrico	Medios Ópticos: Fibra óptica	Líneas dedicadas	Hasta 1 Gbps	Alta	Ductos subterráneos, postes.
	Medios Eléctricos: par de cobre, cable coaxial, otros.	ADSL, DOCSIS (cable módem), Líneas dedicadas.	Hasta 5 Mbps		Ductos subterráneos, postes.
Inalámbrico	Redes terrestres	Líneas dedicadas, WiMax, UMTS, HSPA.	Hasta 2 Mbps	Media	Torres de telecomunicaciones y antenas.
	Redes satelitales	VSAT	Hasta 512 Kbps	Baja	No requiere.

Fuente: Empresas Operadoras, Marzo 2010

Cabe señalar, que actualmente las tecnologías ofrecidas por las empresas operadoras en el país para prestar el servicio de acceso a Internet móvil de Banda Ancha, son las tecnologías de acceso inalámbricas UMTS y HSPA.

También las tecnologías GPRS y EDGE pueden brindar acceso a Internet móvil, aunque con velocidades bastante inferiores.

2.2.1.3. INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES PARA BRINDAR ACCESO A LA BANDA ANCHA.

2.2.1.3.1. REDES DE TRANSPORTE DE FIBRA ÓPTICA.

Los sistemas de telecomunicaciones requieren no sólo de redes de acceso para la prestación de sus servicios sino que necesitan de una red de transporte (backbone) que permita transportar la información a altas velocidades entre ciudades. Es por ello que, estas redes se diseñan generalmente en base al tendido de fibra óptica, al ser un medio de comunicación de alta capacidad y velocidad.

En el Perú existen redes dorsales de gran capacidad implementadas en base a fibra óptica principalmente en la costa. Estas redes son de propiedad de empresas operadoras de telecomunicaciones tales como, Telefónica del Perú S.A.A., Telmex Perú S.A., América Móvil Perú S.A.C., Internexa S.A., Global Crossing Perú S.A. y Optical IP Servicios Multimedia S.A.

La longitud de las redes de fibra óptica desplegadas por empresa en el Perú, se detalla en el siguiente Tabla 5:

Tabla 5: Tendido de Fibra Óptica (km)

N°	EMPRESA	LONGITUD (km)
1	Telefónica del Perú	4008
	Telmex Perú / América Móvil	3225
3	Internexa	1293
4	global Crossing	252
5	Americatel Perú	92
6	Optical IP Servicios Multimedia	63
Total		8933

Fuente: Empresas Operadoras, Marzo 2010

A su vez, en esta red dorsal, cada empresa tiene instalados nodos, puntos en los cuales puede insertarse y extraerse información para que sea transportada hacia su destino final; el número de éstos alcanzan en total los 109 (Visualizar Tabla 6).

Tabla 6: Nodos de Fibra Óptica

Número de Nodos		
N°	EMPRESA	LONGITUD (km)
1	Telefónica del Perú	52
2	Telmex Perú / América Móvil	46
3	Internexa	11

Fuente: Empresas Operadoras, Marzo 2010

2.2.1.3.2. RED DE FIBRA ÓPTICA SUBMARINA.

Los enlaces internacionales de salida a Internet se realizan a través de cables submarinos de fibra óptica. En el país, tres empresas vienen brindando este servicio: Latin American Nautilus (LANautilus), Global Crossing y Telefónica International Wholesale Services (TIWS) actualmente Telxius Cable Perú S.A.C.

2.2.1.3.3. RED DE FIBRA ÓPTICA SUBMARINA SAM1.

La red SAM-1 es el sistema de fibra óptica submarina más extenso de la región, que conecta a EE. UU. con América Central y Sudamérica; con estaciones de amarre en Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Guatemala, Perú y EE. UU., incluyendo en Florida y Puerto Rico. La red ofrece más de 2 Tbps de tráfico de datos diariamente durante los horarios de máxima demanda y cada año transporta más de 20,000 millones de minutos de comunicaciones internacionales de voz. Proporciona servicios de valor agregado para clientes multinacionales y, por consiguiente, mantiene de forma permanente una capacidad de IP activa que sobrepasa un total de 6 Tbps.

En Lurín CS pertenece a la red de anillo de la red SAM-1 correspondientes a dos segmentos "O" y "N" respectivamente a Estación de Arica y Puerto San José CS (Figura 1). La Red SAM-1 es una de las principales salidas a internet de los enlaces internacionales pero para la ampliación de la capacidad de servicios de 10G, 40G, 100G y próximamente 300G. Se requiere la renovación y/o ampliación de los equipos instalados es por ello que es necesario la ampliación de la energía de DC de 48V que consiste en la renovación de las plantas de los rectificadores (lado A y lado B).

2.2.2. TERMINOLOGÍA TÉCNICA:

2.2.2.1. Etapas de un Sistema Eléctrico:

La energía producida se transporta desde las subestaciones, o barras base, a los consumidores finales vía líneas de transmisión de media tensión la cual, antes de llegar al consumidor final, se transforma a baja tensión (360 o 220 V).

En un Sistema Eléctrico está compuesto de varias "etapas" que cumplen diferentes funciones. Podemos distinguir tres etapas en la figura 6:

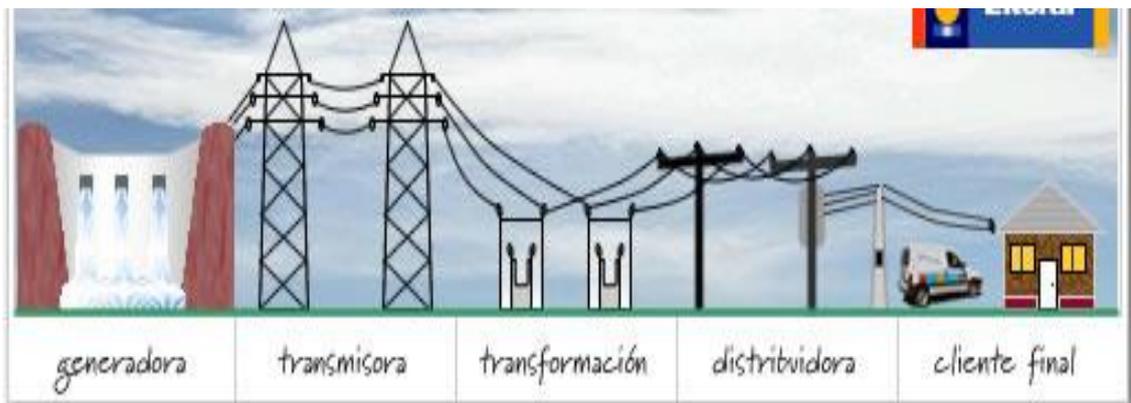


Figura 6: Etapas de un Sistema Eléctrico

Fuente: Litoral –Chile

Definición de cada uno de los sistemas:

1. Sistema de Generación

La energía eléctrica es generada en instalaciones llamadas "centrales", a partir de diferentes fuentes de energía. Esta diversidad permite clasificarlas en 3 grandes grupos: hidroeléctricas, termoeléctricas y nucleoeeléctricas.

1.1. Centrales Hidroeléctricas

En nuestro país se utiliza el gran potencial hídrico de los ríos, lagos y lagunas para generar la electricidad que utilizamos.

En estas centrales se emplea la fuerza del caudal de un río o la presión por desnivel desde un embalse hasta la planta generadora, lo que acciona una turbina cuyos álabes hacen girar al motor del generador (rotor), elemento que finalmente produce la electricidad. Las fuentes hidroeléctricas en general se encuentran lejos de los centros de consumo y la instalación de una central hidroeléctrica requiere de fuertes niveles de inversión.

1.1.1. Centrales hidroeléctricas en el Perú

Las Centrales Hidroeléctricas de nuestro país están agrupadas en dos sistemas eléctricos:

a. El Sistema Interconectado Centro Norte.

Es el de mayor capacidad, ya que genera casi 3 mil Megawatts. Abastece a las principales ciudades del país como: Piura, Chiclayo, Trujillo, Chimbote, Huaraz, Huánuco, Tingo María, Cajamarca, Huancayo y Lima.

Las principales centrales hidroeléctricas que componen este sistema son:

1. Carhuaquero: ubicada en Cajamarca, aprovecha las aguas del río Chancay y cuenta con una caída neta de 475 m para generar 75 Megawattios (Mw). Fue puesta en servicio en 1988 y pertenece a la empresa EGENOR S.A.
2. Cañón del Pato: ubicada en Ancash, a 120 Km. de Chimbote en la provincia de Huaylas, utiliza las aguas del río Santa aprovechando una caída de 395 m y generando 154 Megawatts (Mw). Fue puesta en

servicio en dos etapas: 1958 y 1981 respectivamente. Pertenece también a EGENOR S.A.

3. Gallito Ciego: ubicada en la provincia de Contumazá, en Cajamarca. Genera 34 Megawatts (Mw). Ha sido entregada en concesión definitiva a la empresa Cementos Norte Pacasmayo.
4. Central Hidroeléctrica Santiago Antúnez de Mayolo: ubicada en el departamento de Huancavelica, provincia de Tayacaja. Produce 798 Megawatts (Mw), con una caída neta de 748 m también con turbinas Pelton. Fue puesta en servicio en dos etapas 1973 y 1979 respectivamente.
5. Restitución: Esta central recibe las aguas ya utilizadas en la Central Antúnez de Mayolo a través de una caída de 258 m generando 216 Megawatts (Mw). Fue puesta en operación en 1984. Ambas componen el complejo hidroenergético más grande del país y pertenecen a Electroperú S.A.
6. Cahua: ubicado en Pativilca, al norte de Lima, aprovecha las aguas del río Pativilca a través de una caída de 215 m produciendo 41 Megawatts (Mw). Fue puesta en servicio en 1967 y abastece de electricidad a Huacho, Supe, Paramonga, Pativilca y Barranca.
7. Huinco: Es la principal central hidroeléctrica de Lima. Su producción es de 262 Megawatts (Mw) a través de 4 generadores. La cuenca hídrica que abastece a Huinco es recogida de las lagunas de Marcapomacocha

y Antacoto a 5 mil m.s.n.m. Las aguas son derivadas a través de una caída neta de 1.245 m para ser absorbidas por 8 turbinas Pelton. Fue puesta en operación en 1965. Además de Huinco, otras centrales hidroeléctricas abastecen a la ciudad de Lima. Todas ellas Pertenecen a la empresa EDEGEL S.A.:

- Central Matucana : Construida en 1971 genera 120 Megawatts (Mw) con una caída de 980 m.
- Central Moyopampa: Inaugurada en 1951 genera 63 Megawatts (Mw) con una caída de 460 m.
- Central Callahuanca: Puesta en servicio en dos etapas 1938 y 1958 respectivamente y genera 71 Megawatts (Mw) con una caída de 426 m.
- Central Huampaní: Puesta en servicio 1962, genera 31 Megawatts (Mw) con una caída de 185 m.

b. El Sistema Interconectado Sur :

Suministra energía a una población de más de millones de habitantes. Entre las principales ciudades que abastece están Arequipa, Cusco, Tacna, Moquegua, Juliaca, Ilo y Puno. En este Sistema Interconectado con 711 kilómetros de líneas de transmisión se hallan las siguientes centrales hidroeléctricas:

1. Charcani: ubicada en Arequipa, esta central es una de las más modernas del país. Fue inaugurada en 1988. Genera 136.8 Megawatts

(Mw) con una caída de agua de 690 m y pertenece a la Empresa EGASA.

2. Machu Picchu: ubicada en la provincia de Urubamba cerca a las ruinas de Machu Picchu en el Cusco. Genera 110 Megawatts (Mw) y su caída neta es de 345 m. Esta Central trabaja con turbinas tipo Francis y fue puesta en servicio en 3 etapas: 1964, 1972 y 1984 respectivamente. En la actualidad esta central se encuentra inoperativa por los graves daños ocasionados por el aluvión sufrido durante la temporada del fenómeno de El Niño de febrero de 1998.
3. Aricota 1 y 2: localizada en la provincia de Candarave, en el departamento de Tacna. Aricota I fue construida en 1967 y en la actualidad produce 23.80 Megawatts (Mw) con una caída de agua de 617 m a través de un sistema de turbinas Pelton. Aricota 2 genera 11.9 Mw. Estas centrales pertenecen a la empresa EGESUR S.A.
4. San Gabán: ubicada en la provincia de Carabaya, en el departamento de Puno. Es una moderna central que genera 110 Megawatts (Mw) de potencia.

Resumen del total de centrales hidroeléctricas en el Perú (Tabla 7).

Tabla 7: Total de centrales hidroeléctricas en el Perú:

Nombre	Potencia Instalada Hidráulica (MW)	Producción de Energía (GW.h)	Empresa
Cañon del Pato	264.4	1 446.20	Duke Energy
Carhuaquero	95	592.4	EGENOR
Galito Ciego	38.1	64.3	EGENOR
Yanango	42.8	205.6	EDEGEL
Huinco	258.4	861.6	EDEGEL
Huanchor	20	130.5	S.M. CORONA
Cahua	43.1	205.6	CAHUA
Huampani	31.5	213.7	EDEGEL
Callahuanca	75.1	547.8	EDEGEL
Matucana	128.6	748.4	EDEGEL
Moyopampa	69	518.3	EDEGEL
Yaupi	108	824.1	Electro Andes
Malpaso	54.4	134.1	Electro Andes
Chimay	153	938	EDEGEL
S. A. de Mayolo	798	4 965.80	Electroperu
Restitución	210	1 605.80	Electroperu
Machu Picchu	90	718.5	EGEMSA
Sab Gaban II	113.1	789.3	SAN GABAN
Charcani V	145.4	629.3	EGASA
Aricota 1	24.3	56.8	EGESUR

Fuente: Ministerio de Energía y Minas

b.- Centrales Termoeléctricas

En contraste con las anteriores, estas centrales ocupan la energía contenida en los elementos combustibles, tales como el carbón, petróleo o gas, los cuales

se queman en calderas, produciendo calor que transforma el agua en vapor. Estos elementos pueden, también, ser procesados directamente en motores de combustión interna o en turbinas a gas.

El vapor, bajo ciertas condiciones de presión y temperatura, impulsa los álabes de las turbinas, cuyo eje a su vez acciona el generador que produce la energía eléctrica.

Entre las principales centrales terminas están: la central termoeléctrica Reserva Fría Eten (Lambayeque) que tiene una potencia de 233 MW y la central térmica de biomasa La Gringa V (Lima), la misma que tiene la particularidad de generar energía eléctrica a partir de la basura.

c.- Centrales Nucleoeléctricas

Este tipo de centrales funciona de un modo similar a las termoeléctricas, pero en este caso la fuente energética proviene del proceso de fisión (división) nuclear de los átomos de uranio 235, al ser bombeados con neutrones. Esto genera una importante cantidad de energía calórica, la que es utilizada para producir el vapor que posteriormente accionará la turbina y el generador. Este tipo de centrales se emplean en países industrializados y con escasos recursos hidráulicos; debido a los altos costos involucrados, Perú aún no recurre al uso de este tipo de energía.

2. Sistema de Transmisión

Considerando que no es posible acumular la energía eléctrica en grandes cantidades, ésta se debe producir en el instante mismo que los usuarios la requieren. Por otra parte, el nivel de potencia demandado es variable durante las horas del día y en las diferentes épocas del año, lo cual obliga a construir instalaciones de generación suficientes para cubrir las necesidades de energía cuando ella sea requerida.

Los sistemas de transmisión existen para conectar el lugar físico en que están las centrales generadoras, con los lugares en que se consume la electricidad. Así, la electricidad se transporta al mercado consumidor por medio de líneas de alta tensión. Los principales componentes de una línea son las estructuras o torres, de las cuales penden aisladores que soportan a los conductores.

En el nivel de transmisión se acostumbra distinguir tres tipos distintos de redes:

1. Las redes de repartición o su transmisión, que suministran la potencia requerida por la distribución de todo un pueblo o por algunos consumos industriales de gran envergadura. Las potencias que se transmiten son de algunas decenas de MW, lo que obliga a usar tensiones medias (44 KV, 66 KV, 110 KV).
2. Las redes de transporte, que proporcionan la alimentación a territorios cada vez más grandes (provincias, regiones e incluso países), con potencias importantes (cientos, y a veces miles de MW) y distancias grandes. Usan por ello tensiones elevadas (154 KV, 220 KV y hasta 750

KV), debiendo poseer una estructura que asegure una gran continuidad de servicio por su importancia económica.

3. Las redes de interconexión, que son uniones entre sistemas de transmisión poderosos, sirven para el apoyo recíproco de éstos, transmitiendo en una u otra dirección, según sean las circunstancias. Emplea la misma gama de tensiones que las redes de transporte.

Un punto importante a considerar es que antes que la electricidad llegue a los consumidores se debe producir una nueva transformación, ya que no es económico distribuir la energía eléctrica a tan altas tensiones. Para esto se emplean subestaciones, que constituyen nudos de la red eléctrica en ellas se ubican transformadores, encargados de efectuar esta segunda modificación al reducir la alta tensión (entre 23 KV y 12 KV), además, estas subestaciones contienen los equipos que permiten conectar o desconectar elementos, así como los equipos de control, Protección y medida.

En un sistema de transmisión, cada vez que se deba cambiar el voltaje, hay que usar dichos transformadores.

3. Sistema de Distribución

Desde las subestaciones y normalmente en niveles de tensión de 12 KV parten líneas de media tensión, que pueden ser aéreas, subterráneas o una combinación de ambas, desde aquí se suministra a los clientes industriales.

Posteriormente, viene la última fase de transformación donde la media tensión se reduce a 220 y 110 V. Este proceso se efectúa por medio de

transformadores de distribución que se instalan sobre postes (aéreos), en cámaras subterráneas o en recintos cerrados.

2.2.2.2. Sistema Convencional de energía DC con respaldo de AC

También conocido disponibilidad de varios componentes intercambiables para realizar una sola función y así poder superar averías y errores, por ejemplo, es posible configurar varias fuentes de alimentación para reducir el riesgo de que falle todo el sistema si una de las fuentes falla. Los siguientes términos pueden utilizarse en relación con la redundancia eléctrica del sistema:

- N: no hay redundancia.
- N+1: un SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpida) con un módulo de alimentación redundante. Si el SAI falla, no hay ningún SAI redundante que sirva de reserva, pero si uno de los módulos de alimentación del SAI falla, el módulo redundante garantiza que el SAI dispondrá de toda su capacidad.
- 2N: configuración de dos SAI en la que uno actúa como dispositivo de reserva en caso de que el otro falle. Uno de los SAI se denomina alimentación A y el otro alimentación B.
- 2N+1: combinación de las configuraciones N+1 y 2N para obtener la máxima redundancia, ya que tanto los SAI como los módulos de alimentación de ambos SAI son redundantes. Energía de respaldo como energía redundante el cual consiste en la

En la Figura 7 se puede visualizar que la energía AC engloba la energía DC en el caso de las telecomunicaciones de la mayoría de los sistemas funcionan bajo el diagrama mostrado.

Descripción del el respaldo de energía AC hacia a un sistema DC. La energía comercial trifásica de 10 KV los cuales conmutan con el grupo electrógeno (GE) con la finalidad proteger la energía DC en que caso de un corte de energía comercial entra en funcionamiento de manera automática el grupo electrógeno el tiempo de vida de un grupo electrógeno es síes días aunque va depender del combustible que se tenga en la sub estación.

Dentro del sistema de energía DC los rectificadores de (220 V a -48V) que son las encargadas de alimentar al tablero de distribución (figura 8) así también al banco de baterías que se pueda tener posterior a ello son las cargas que pueden ser DC/AC o -48V.

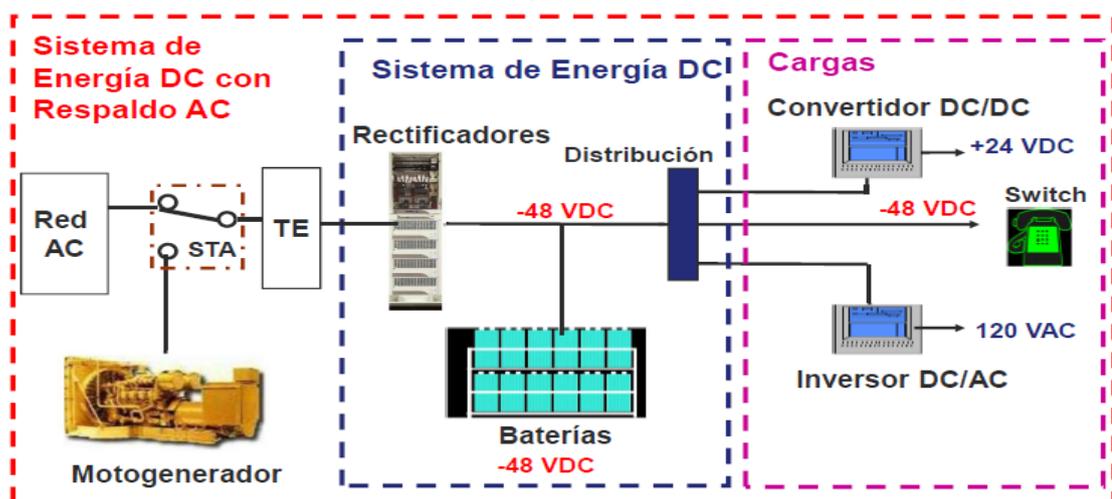


Figura 7. Sistema Convencional de energía DC con respaldo de AC.

Fuente: Propio,

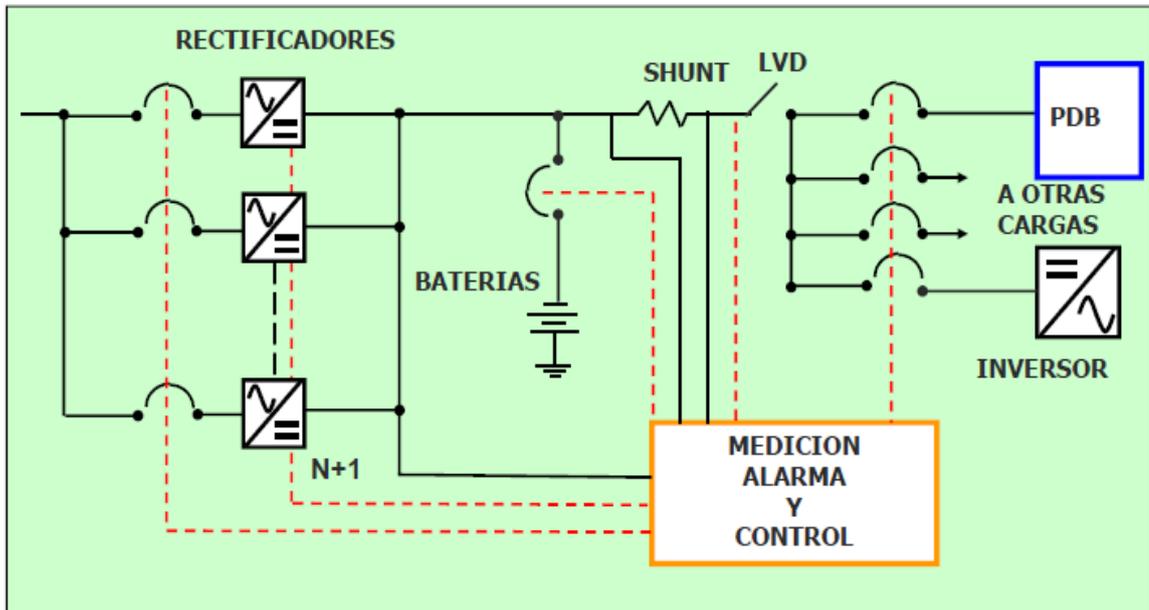


Figura 8. Diagrama de un Sistema de Energía DC.

Fuente: Propio.

2.3. Marco Conceptual

2.3.1. Infraestructura de energía protegida en Lurín CS.

Es un sistema DC con respaldo energía AC, se visualiza en la Figura 9 lo que ingresa a la estación es la energía comercial trifásica de 10KVA pasando por los transformadores de alta tensión teniendo como resultado 220VAC trifásica paralelo a ello está el grupo electrógeno como respaldo antes para respaldo de la planta de rectificadores (planta A y planta B) los cuales dan como salida -48VDC alimenta al banco de baterías de ambas plantas paralelo a ello también para al proceso de los inversores (DC/AC) teniendo como conexión hacia al tablero de distribución (110VAC) para equipos con Voltaje AC

así también el de la salida de los rectificadores pasan a los QDF de carga DC-48VDC alimentando a los equipos que operan con voltaje DC.

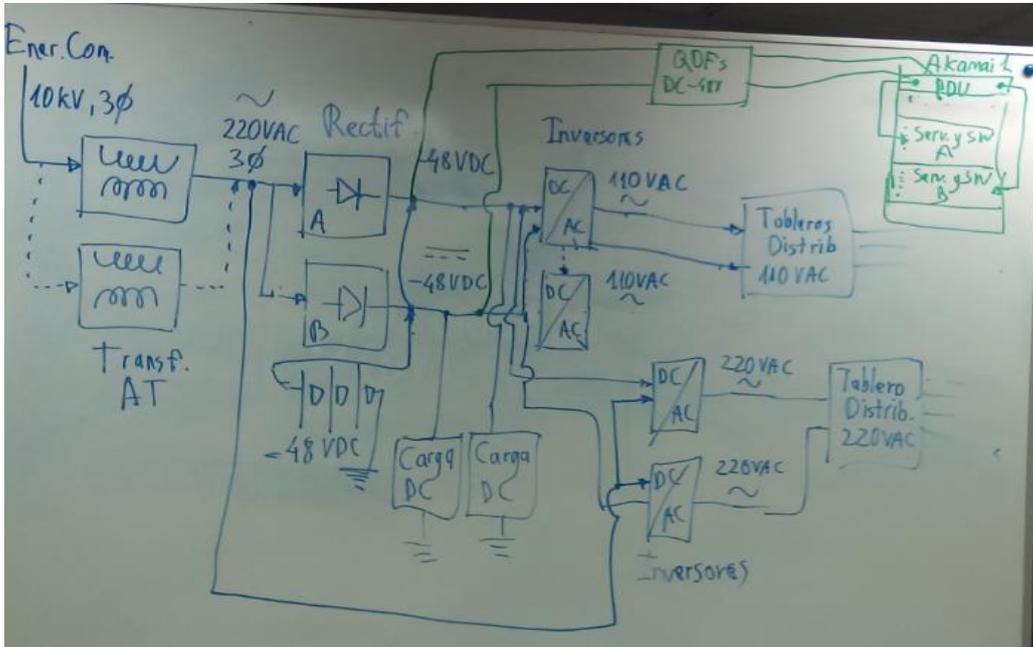


Figura 9: Diagrama de energía protegida en Lurín CS.

Fuente: Propia Lurín CS.

2.3.2. Sistema de energía eléctrica DC – Sala de Baterías.

En el Layout de la sala de baterías se observa 6 gabinetes para cada una de las plantas de los rectificadores. De los 6 gabinetes 3 corresponden a los rectificadores y los restantes corresponden al bastidor de distribución (Figura 10 y Figura 11) para los diferentes QDFs para la distribución de la energía en los equipos instalados de la estación con energía -48VDC.

En el Layout observar 4 banco de baterías correspondiente en la planta A igual en la planta B. Si por la planta A los 4 bancos de baterías por cada una de ellas

pasa 500 Ah con 4 cables por polo 150mm c/u de igual manera en la Planta B. Dentro del layout se observa inversores se detallará más adelante (Figura 10).

En la Figura 10 se visualiza que el espacio no es suficiente para instalar los nuevos rectificadores eSure™ R48-5800e de Emerson es por ello que en el MOP se iniciará con la desinstalación de los rectificadores de la Planta A (Emerson BML 403 021). Los datos del bastidor de distribución son la nueva la estructura con la nueva planta de rectificadores eSure R48-5800e.

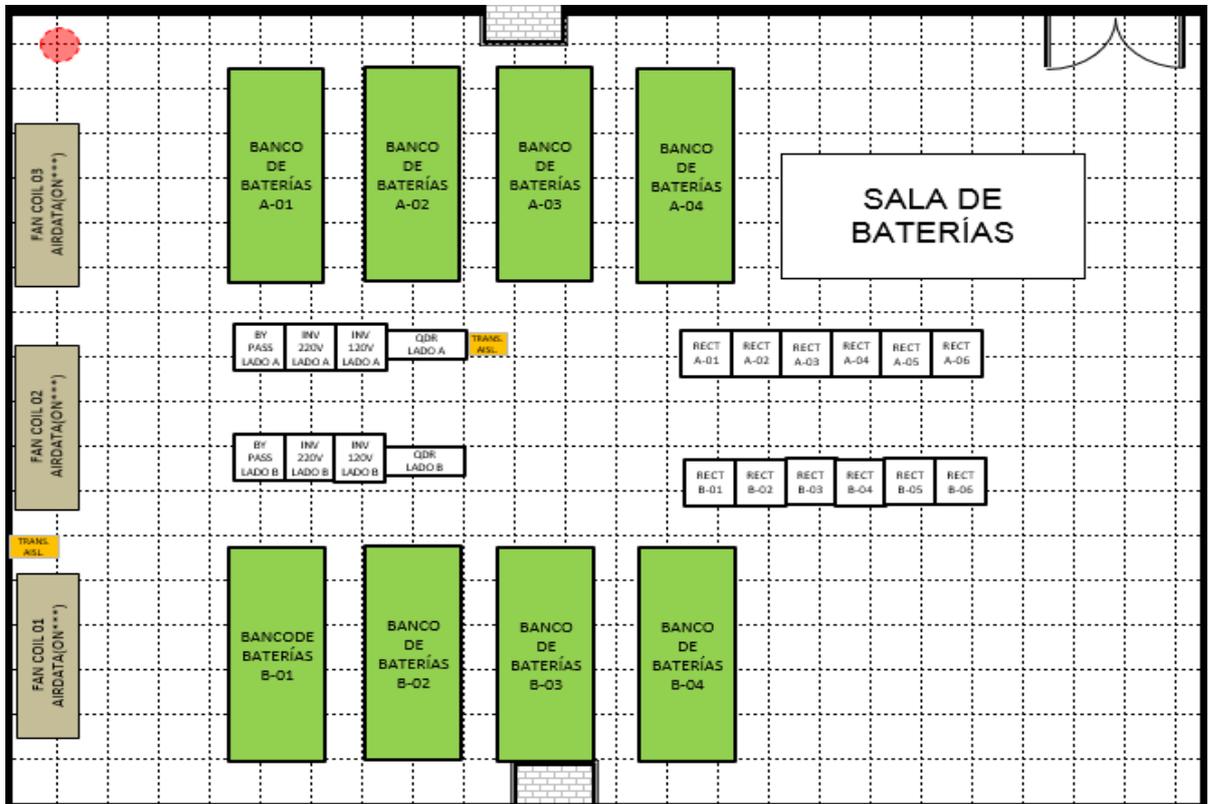


Figura 10: Layout de la sala de baterías (planta de rectificadores).

Fuente: Proppio Lurín CS

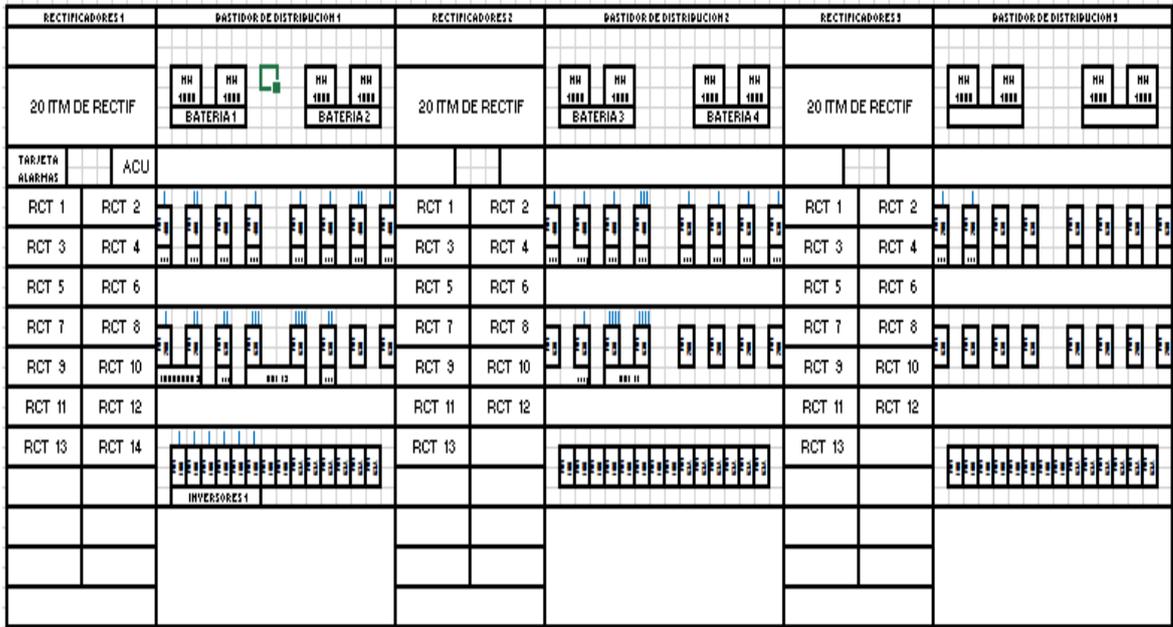


Figura 11: Esquema frontal de la planta A de los rectificadores.

Fuente: Propio Lurín CS

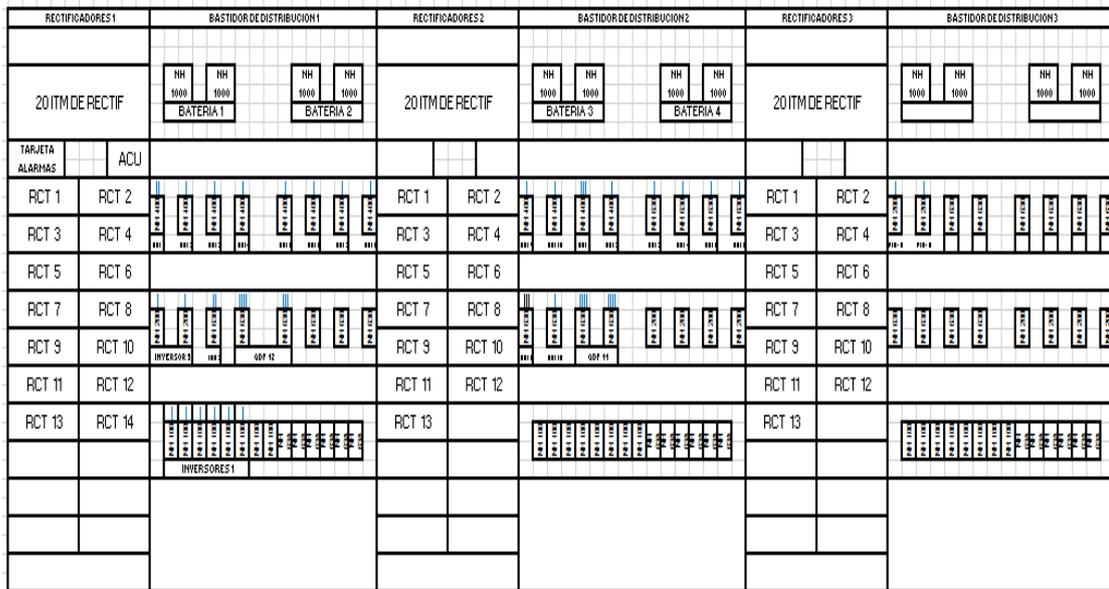


Figura 12: Esquema frontal de la planta B de los rectificadores.

Fuente: Propio Lurín CS

En cada uno de los bastidores de distribución corresponden a diferentes QDFs los cuales alimentan equipos de diferente capacidad es por ello que se utilizan fusibles algunos en el rango de: 400-400 A, 400-630 A, 400 A, 630-630 A, 200-200 A en ambas planta (visualizar la tabla 9 y tabla 10) debido a todos los equipos instalados y que están alimentados por los QDFs son con energía redundante en la Planta A y B visualizar en la Figura 11 y Figura 12.

Tabla 8: Detalle del bastidor de distribución de la planta A de los rectificadores.

EQUPOS PLANTA A

Equipo	Ubicación	Fusible NH	CPP	Calibre
QDF 1-A	SALA TX	400 -400	2	150 mm2
QDF 2-A	SALA TX	400 -400	5	150 mm2
QDF 3-A	SALA TX	400 -630	2	150 mm2
QDF 4-A	SALA TX	400 -630	2	150 mm2
QDF 5-A	SALA TX	400 -630	2	150 mm2
QDF 6-A	SALA TX	400 -630	2	150 mm2
QDF 7-A	SALA TX	400 -630	4	150 mm2
QDF 8-A	SALA TX	400	1	150 mm2
QDF 9-A	INTERCONEXION	400	1	150 mm2
QDF 10-A	COUBICACION	400-630	2	150 mm2
QDF 11-A	COUBICACION	630-630	8	150 mm2
QDF 12-A	INTERCONEXION	630-630	7	150 mm2
PFE	SALA TX	200-200	2	150 mm2
INVERSOR1	SALA ENERGIA	6x100	6	50 mm2
INVERSOR 2	SALA ENERGIA	630	2	150 mm2
INVERSOR 3	SALA ENERGIA	200-200	2	150 mm2

Fuente: Lurín CS – TGS

Tabla 9: Detalle del bastidor de distribución de la planta B de los rectificadores.

EQUPOS PLANTA B

Equipo	Ubicación	Fusible NH	CPP	Calibre
QDF 1-B	SALA TX	400 -400	5	150 mm2
QDF 2-B	SALA TX	400 -400	2	150 mm2
QDF 3-B	SALA TX	400 -630	2	150 mm2
QDF 4-B	SALA TX	400 -630	2	150 mm2
QDF 5-B	SALA TX	400 -630	2	150 mm2
QDF 6-B	SALA TX	400 -630	2	150 mm2
QDF 7-B	SALA TX	400	1	150 mm2
QDF 8-B	SALA TX	400-630	4	150 mm2
QDF 9-B	INTERCONEXION	400	1	150 mm2
QDF 10-B	COUBICACION	400-630	2	150 mm2
QDF 11-B	COUBICACION	630-630	8	150 mm2
QDF 12-B	INTERCONEXION	630-630	7	150 mm2
PFE	SALA TX	200-200	2	150 mm2
INVERSOR1	SALA ENERGIA	6x100	6	50 mm2
INVERSOR 2	SALA ENERGIA	630	2	150 mm2
INVERSOR 3	SALA ENERGIA	200-200	2	150 mm2

Fuente: Lurín CS – TGS

2.3.3. Diagrama Unifilar del Sistema de Energía de la Estación de Lurín:

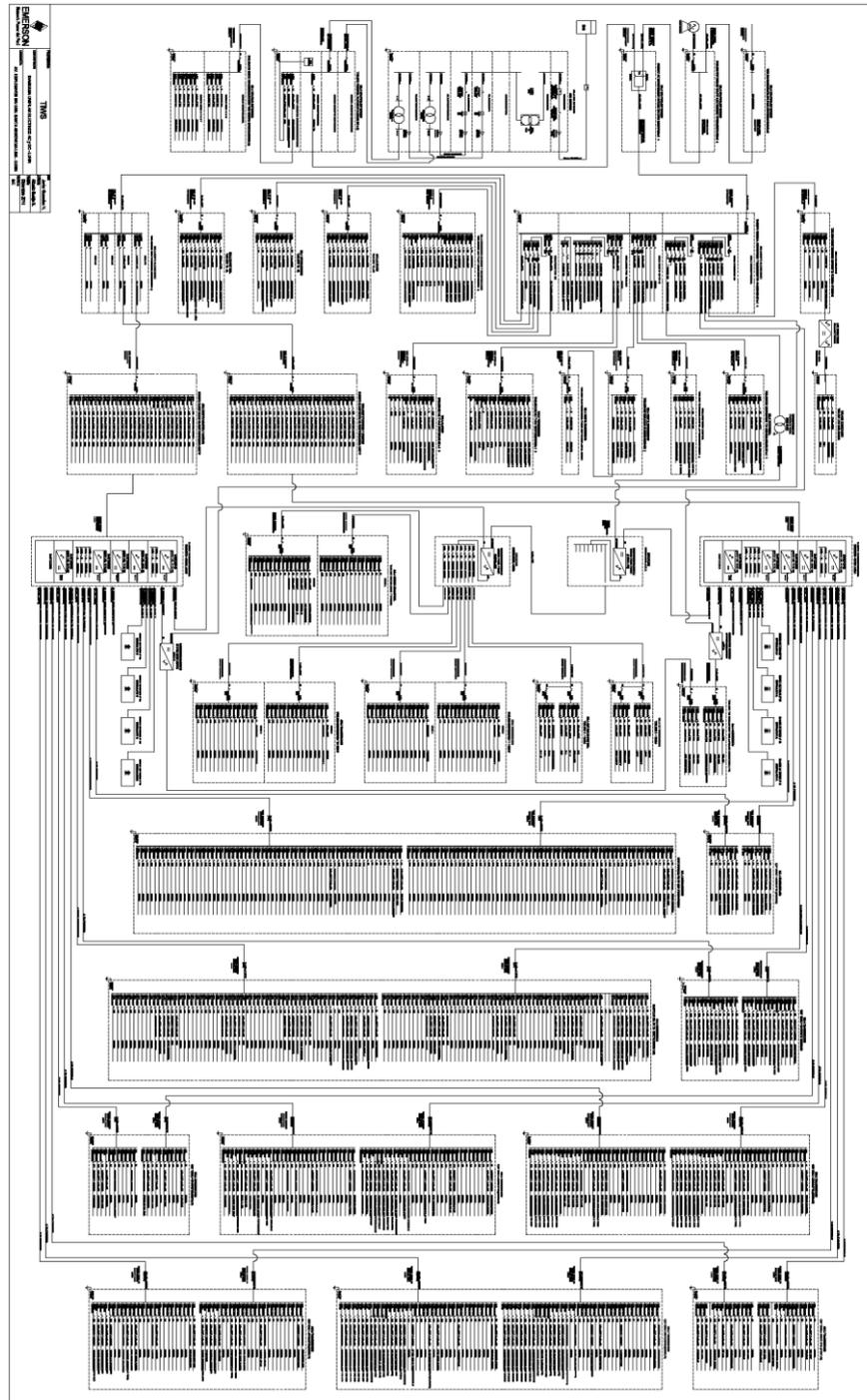


Figura 13: Diagrama Unifilar del Sistema de Energía en Lurín CS .

Fuente: Lurín CS – TGS – Emerson Perú.

ANEXO 2 – DIAGRAMA UNIFILAR

2.3.4. Especificaciones técnicas de la energía protegida en CS Lurín.

El diagrama de energía protegida (Figura 9) y el diagrama unifilar (Figura 13) de Lurín CS indican las diferentes etapas protección de la energía DC -48VDC también en el diagrama unifilar se observa cómo se encuentra distribuido la energía AC. En las siguientes indicaremos la función de cada uno de los equipos utilizados en la estación.

1. Grupo electrógeno (GE):

Un grupo electrógeno es una máquina compuesta de un motor de combustión interna (usualmente un motor de diésel) y un generador eléctrico (usualmente un alternador). El objetivo del grupo electrógeno es poder generar una corriente eléctrica que abastezca la demanda de una instalación o un edificio.

Los grupos electrógenos se pueden emplear para abastecer de electricidad lugares en donde no hay suministro regular, o bien, para que sirvan como plantas eléctricas de emergencia. También se pueden emplear para funciones más complejas como soporte de redes eléctricas en horas pico, o también para exportar una red eléctrica.

En la estación de Lurín se utiliza el grupo electrógeno Onan Genset (Figura 14 y la Figurarara 15. El GE el motor funciona con diésel tiempo de respaldo es de 6 días con el combustible al máximo.

1.1. Un grupo electrógeno consta de las siguientes partes:

a. Motor:

El motor representa la fuente de energía mecánica para que el alternador gire y genere electricidad. Existe dos tipos de motores: motores de gasolina y de gasoil (diésel). Generalmente los motores diésel son los más utilizados en los grupos electrógenos por sus prestaciones mecánicas, ecológicas y económicas.

b. Regulación del motor:

El regulador del motor es un dispositivo mecánico diseñado para mantener una velocidad constante del motor con relación a los requisitos de carga. La velocidad del motor está directamente relacionada con la frecuencia de salida del alternador, por lo que cualquier variación de la velocidad del motor afectará a la frecuencia de la potencia de salida.

c. Sistema eléctrico del motor:

El sistema eléctrico del motor es de 12 V o 24 V, negativo a masa. El sistema incluye un motor de arranque eléctrico, una/s batería/s, los sensores y dispositivos de alarmas de los que disponga el motor. Normalmente, un motor dispone de un manocontacto de presión de aceite, un termocontacto de temperatura y un contacto en el alternador de carga del motor para detectar un fallo de carga en la batería.

d. Sistema de refrigeración:

El sistema de refrigeración del motor puede ser por medio de agua, aceite o aire. El sistema de refrigeración por aire consiste en un ventilador de gran capacidad que hace pasar aire frío a lo largo del motor para enfriarlo. El

sistema de refrigeración por agua/aceite consta de un radiador, un ventilador interior para enfriar sus propios componentes.

e. Alternador.

La energía eléctrica de salida se produce por medio de un alternador apantallado, protegido contra salpicaduras, autoexcitado, autorregulado y sin escobillas acoplado con precisión al motor, aunque también se pueden acoplar alternadores con escobillas para aquellos grupos cuyo funcionamiento vaya a ser limitado, en ninguna circunstancia, forzado a regímenes mayores.

f. Depósito de combustible y bancada:

El motor y el alternador están acoplados y montados sobre una bancada de acero de gran resistencia. La bancada incluye un depósito de combustible con una capacidad mínima de 8 horas de funcionamiento a plena carga dependiendo de la cantidad total del combustible.

g. Aislamiento de la vibración:

El grupo electrógeno está dotado de tacos antivibrantes diseñados para reducir las vibraciones transmitidas por el grupo motor-alternador. Estos aisladores están colocados entre la base del motor, del alternador, del Tabla de mando y la bancada.

h. Silenciador y sistema de escape:

El silenciador va instalado al motor para reducir la emisión de ruido.

Sistema de control. Se puede instalar uno de los diferentes tipos de paneles y sistemas de control para controlar el funcionamiento y salida del grupo y para protegerlo contra posibles fallos en el funcionamiento. El manual del sistema de

control proporciona información detallada del sistema que está instalado en el grupo electrógeno.

i. Interruptor automático de salida:

Para proteger al alternador, se suministra un interruptor automático de salida adecuado para el modelo y régimen de salida del grupo electrógeno con control manual. Para grupos electrógenos con control automático se protege el alternador mediante contactores adecuados para el modelo adecuado y régimen de salida.



Figura 14: Vista frontal G.E C Onan Genset
Fuente: Propio



Figura 15: Vista lateral G.E C Onan Genset
Fuente: Propio

1.2. Completos del Grupo Electrónico:

- Cuarto de Bombas o Sistema de alimentación de combustible:

Es el aprovisionamiento de combustible para el grupo electrógeno. Existen varias opciones de aprovisionamiento de combustible, desde las bombas manuales, hasta los sistemas completamente automáticos.

En el caso del G.E Onan Genset opera con diésel los cuales están en un cuarto de bombas visualizar la Figura 16.



Figura 16: Cuarto de bombas diésel para el G. E.
Fuente: Propia

- **Tablero de Transferencia Automática TTA**

Una transferencia automática resulta un complemento muy útil para su grupo electrógeno, en aquellos casos en que uno necesite un suministro de energía constante. El TTA le brindara comodidad y tranquilidad al momento de una falla en la red externa de energía, poniéndose en marcha el equipo previamente a un precalentamiento del motor. Los TTA son programables según las necesidades, con fuente de energía propia para asegurar su funcionamiento en la estación de utiliza TTA tanto automático y manual (para pruebas mensuales) visualizar la Figura 17.

La transferencia automática de energía eléctrica de la red externa al grupo electrógeno es un dispositivo que permite ante la falla del suministro de energía eléctrica externa, poner en marcha el grupo, hacer caer los contactores o llave motorizada correspondientes a la entrada externa y dar energía a la del grupo generador interno, luego de cumplir con las pautas de encendido previstas para el mismo.

El TTA realiza la siguiente serie de acciones cronológicamente ante una falla eléctrica, en función de poner en marcha el grupo electrógeno:

- Comportamiento frente a una falla de energía externa: la unidad se encuentra supervisando la presencia de las fases de entrada en modo permanente y si es normal y permanece a la espera, será considerada de falla de suministro de energía externa ante una caída de tensión por debajo de 180 Volts de manera sostenida por un tiempo programado
- Arranque de motor: ante una falla pone en contacto el grupo, operación que se verifica con el encendido de la luz indicadora de contacto, seguidamente energiza el motor para arrancar, encendiendo la luz del indicador arranque y una vez establecido, quita la energía al arranque. Esta operación se verifica con el apagado de la luz correspondiente. A partir de este momento, espera el tiempo programado para precalentamiento del motor (programable de 0 a 256 segundos).
- Transferencia de cargas: Una vez superado el tiempo de precalentamiento, inicia la transferencia, habiendo anteriormente desconectado ya la de red, procede a conectar el grupo. En caso de encontrarse en periodo de espera para transferir, y encontrar que la

tensión de red se ha normalizado, no produce la transferencia y salta al paso de reconexión en espera que se venza el tiempo de retorno estable de la tensión de red.

- Espera de normalización de red externa: Una vez terminada la rutina de transferencia de cargas, queda en espera del retorno de la red externa y controlando permanentemente el normal funcionamiento del grupo generador.
- Reconexión a red externa: Cuando se detecta el retorno de red externa, la unidad esperará que la misma se mantenga normal por un periodo programable de 0 a 255 segundos superado tal tiempo se producirá el paso a la rutina de reconexión a red externa.
- Finalización de maniobra de reconexión a red externa: Una vez devuelta la carga a Red Externa, se esperará el tiempo programado de apagado del motor (tiempo variable de 0 a 255 segundos), útil por ejemplo para permitir una baja de temperatura del motor por encontrarse sin carga antes de apagarlo. Luego de este tiempo se quitará el contacto al grupo finalizando así el ciclo de transferencia por falla en el suministro de la Red Externa. Una vez apagado el grupo normalmente, el sistema permanecerá en alerta para una nueva llamada de transferencia.

El TTA cuenta con su propia alimentación permanente de 12 VCC conformada por una batería de electrolito absorbido y un cargador automático a flote que garantiza que el sistema cuente con alimentación estable en el momento del arranque de manera que se puede adaptar a grupos de 12 ó 24 Vcc. Sin necesidad de reforma alguna ya que el TTA actúa en forma independiente del

grupo dándole señales mediante contactos secos. Este sistema también nos garantiza que el TTA funcionara correctamente independientemente del estado de la batería del grupo electrógeno ya que en muchos casos si las baterías no están en perfecto estado la tensión de alimentación del tablero puede caer por debajo de los 8 V y generar fallas.

El TTA incluye un pulsador que permite realizar un encendido del motor sin realizar ninguna operación de transferencia de cargas eléctricas. Es útil para hacer un test manual periódico de estado del motor, para detectar anomalías en el mismo y así saber que se dispone del normal funcionamiento del mismo, cuando sea solicitado por una transferencia automática. Por tratarse de prueba manual. Esta prueba no determina el estado de la fuente alternativa que esté alimentando al controlador de transferencia. Cada generador tiene sus características particulares por eso es necesario adaptar el TTA a cada máquina. También cada usuario tiene diferentes necesidades.

En general los tiempos que se programan para las instalaciones con grupos típicos son:

- Espera para reconocer el corte ó baja tensión = de 0,1 á 30 segundos.
- Cebado o precalentamiento de bujías diésel = específico para cada motor.
- Tiempo de precalentamiento de motor antes de conectar la carga = 3 minutos.
- Espera para reconocer el retorno de servicio = 1 minuto.
- Tiempo de enfriamiento = 3 minutos.

El tiempo de precalentamiento del motor puede reducirse hasta un mínimo de 6 segundos para que establezca la marcha, siempre que se trate de un motor moderno que por sus características no necesite más. Para lograr esto hay que poner un sistema pre-calentador de agua o aceite que mantenga el block del motor a 60° C de manera que esté en condiciones de tomar la carga sin peligro de roturas por motor frío. El tiempo mínimo que podemos ofrecer entre la interrupción del servicio y la reposición mediante grupo es de 33 segundos.



Figura 17: TTA del G.E Onan Genset
Fuente: Propio

2. Sub-Estación

Una subestación eléctrica es una instalación destinada a modificar y establecer los niveles de tensión de una infraestructura eléctrica, para facilitar la transmisión y distribución de la energía eléctrica. Su equipo principal es el transformador. Normalmente está dividida en secciones, por lo general 3 principales tal es el caso de la Sub estación de la estación de Lurín y las demás son derivadas (Figura 18 y Figura 19).

- Las secciones principales son las siguientes:
 - o Sección de medición.
 - o Sección para las cuchillas de paso.
 - o Sección para el interruptor.

Las secciones derivadas normalmente llevan interruptores, depende del tipo, hacia los transformadores.

Como norma general, se puede hablar de subestaciones eléctricas elevadoras, situadas en las inmediaciones de las centrales generadoras de energía eléctrica, cuya función es elevar el nivel de tensión, hasta 132 kVA, 220 kVA o incluso 400kVA, antes de entregar la energía a la red de transporte. Las subestaciones eléctricas reductoras, reducen el nivel de tensión hasta valores que oscilan, habitualmente entre 13, 2, 15, 20, 45 o 66 kVA y entregan la energía a la red de distribución. Posteriormente, los centros de transformación reducen los niveles de tensión hasta valores comerciales (baja tensión) aptos para el consumo doméstico e industrial, típicamente 400 V pero para la estación terrena es la de 220 V.



Figura 18: Celda de Salida (Futura), Celda de Medición y Celda de Recepción.
Fuente: Propia – CS Lurín



Figura 19: Celda de Transformación N°1, Celda de Protección N° 1 y Celda de Protección N° 2.
Fuente: Propia – CS Lurín

3. Banco de Baterías

Un banco de baterías es un conjunto de baterías conectadas entre sí en paralelo o en serie que sirven para proveer de electricidad en el momento en que otras fuentes de energía primarias o no funcionan, o no están disponibles.

a. Bancos de baterías conectados en serie

Esta es la manera más habitual de conectar un banco de baterías. Se conectan entre sí de polo positivo a negativo sumando sus voltajes y manteniendo la intensidad en la Figura 20.

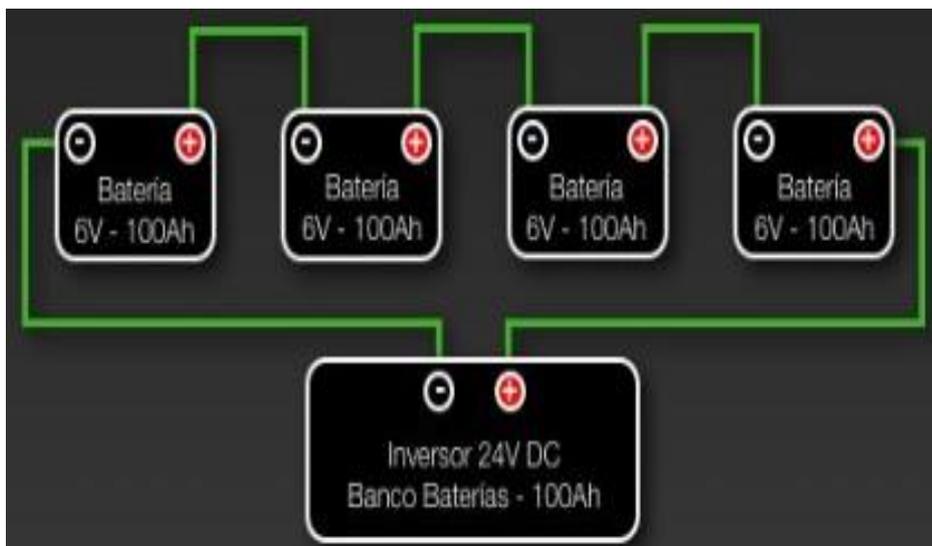


Figura 20 : Bancos de baterías conectados en serie
Fuente: Blog – Baterías de condensadores

b. Bancos de baterías conectados en paralelo

Se utilizan para sumar intensidades y conseguir una batería más potente. Se conectan entre sí entre polos de misma polaridad, los positivos entre sí y los negativos entre sí y conectados al equipo, vehículo o instalación que queremos alimentar con el banco observar la Figura 21.

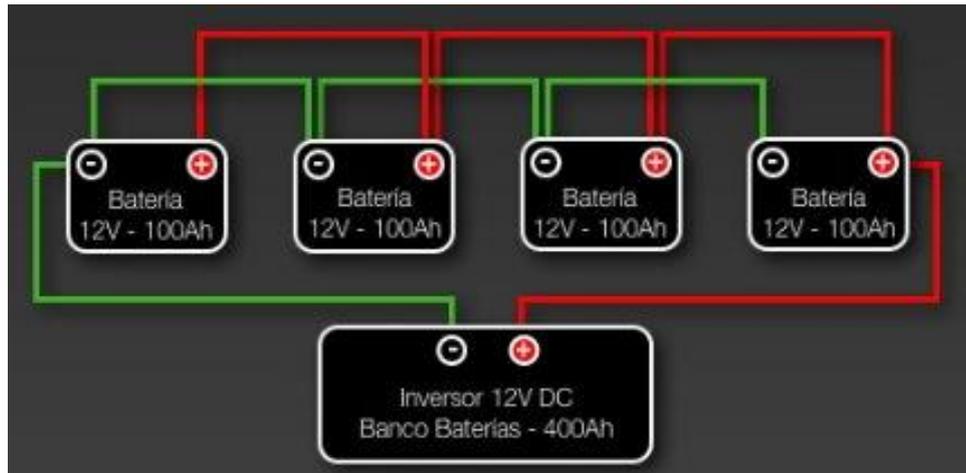


Figura 21. Bancos de baterías conectados en paralelo.
Fuente:Blog – Baterías de condensadores

c. Bancos de baterías conectados en serie y paralelo

Es una combinación de las anteriores, las disposiciones son múltiples como se puede deducir del siguiente Figura 22 y en la vida real Figura 23.

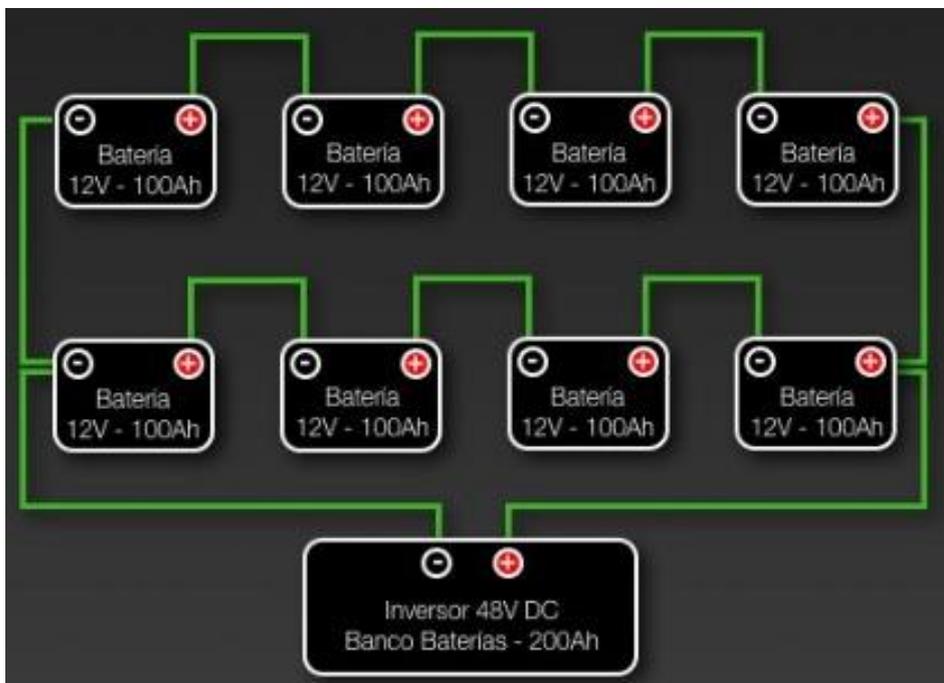


Figura 22: Bancos de baterías conectados en serie y paralelo.
Fuente:Blog – Baterías de condensadores



Figura 23: Los 4 filas del Banco de baterías de la planta A conectados en serie y paralelo marca FIAMM SMG2500.
Fuente: Propia CS Lurín

4. Inversores.

La función de un inversor es cambiar un voltaje de entrada de corriente continua a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada por el usuario o el diseñador. Los inversores se utilizan en una gran variedad de aplicaciones, desde pequeñas fuentes de alimentación para computadoras, hasta aplicaciones industriales para controlar alta potencia. Los inversores también se utilizan para convertir la corriente continua generada por los paneles solares fotovoltaicos, acumuladores o baterías, etc, en corriente alterna y de esta manera poder ser inyectados en la red eléctrica o usados en instalaciones eléctricas aisladas (Figura 24).



Figura 24: Inversores Emerson Entrada=-48VDC y 2500VAC.
Fuente: TGS- CS Lurín

5. Rectificadores DC (-48 V).

En electrónica, un rectificador es el elemento o circuito que permite convertir la corriente alterna en corriente continua. Esto se realiza utilizando diodos rectificadores, ya sean semiconductores de estado sólido, válvulas al vacío o válvulas gaseosas como las de vapor de mercurio (actualmente en desuso).

Dependiendo de las características de la alimentación en corriente alterna que emplean, se les clasifica en monofásicos, cuando están alimentados por una fase de la red eléctrica, o trifásicos cuando se alimentan por tres fases.

Atendiendo al tipo de rectificación, pueden ser de media onda, cuando sólo se utiliza uno de los semiciclos de la corriente, o de onda completa, donde ambos semi ciclos son aprovechados.

CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ENERGÍA DC EN LA ESTACIÓN DE CABLE SUBMARINO DE LA RED SAM-1 EN EL DISTRITO DE LURÍN.

3.1 ANÁLISIS DEL MODELO ACTUAL Y POSTERIOR A LA IMPLEMENTACIÓN

3.1.1 Análisis del modelo actual de la planta de rectificadores Emerson BML 403 021:

Las especificaciones actuales de los rectificadores instalados actualmente son en el sistemas de rectificadores del Lado A y Lado B es:

- a. Sistema de Rectificadores lado A (distribuido en 6 bastidores)
 - 26 Módulos rectificadores de 125 A c/u (6000 W c/u)
 - 04 Bancos de baterías de 2500 Ah con 4 cables x polo x 150mm c/u.

- Carga del sistema aprox. al 28/12/15, 1027 Amperios.
 - Autonomía aprox. de 7.50 horas (considerando bancos de baterías en buen estado) y una caída de tensión aprox. entre bancos de baterías y sistema de rectificadores de 0.28 VDC.
- b. Sistema de Rectificadores lado B (distribuido en 6 bastidores)
- 26 Módulos rectificadores de 125 A c/u (6000 W c/u)
 - 04 Bancos de baterías de 2500 Ah con 4 cables x polo x 150mm c/u.
 - Carga del sistema aprox. al 28/12/15, 1017 Amperios.
 - Autonomía aprox. de 7.50 horas (considerando bancos de baterías en buen estado) y una caída de tensión aprox. entre bancos de baterías y sistema de rectificadores de 0.28 VDC.
- c. Considerando solo sistema de rectificadores Lado B, distribuido en 6 bastidores
- 26 Módulos rectificadores de 125 A c/u (6000 W)
 - 04 Bancos de baterías de 2500 Ah con 4 cables x polo x 150mm c/u.
 - Carga del sistema aprox. al 28/12/15, 2,044 Amp.
 - Los módulos rectificadores estarían trabajando aprox. a un 71% c/u de su potencia.

Teniendo las descripciones de los rectificadores Emerson BML 403 021 por cada lado (A y B) los nuevos rectificadores a instalarse son (visualizar en la Figura 25 y el Tabla 10):

Tabla 10: Descripción general de los rectificadores R48-5800e.

MARCA	SISTEMA	MODELO	CAPACIDAD (A)	CAPACIDAD (KVA)
EMERSON	RECTIFICADORES	R48-5800e	100 Amp	5.8

Fuente: Datasheet del R48-5800e.

Technical Specifications, R48-5800e

AC Input	
Input Voltage, Nominal	380/480 V
Input Voltage, Permitted Variation	260 to 520 Vac
Line Frequency	45 to 65 Hz
Max Input Current	13 A
Power Factor	0.99
THD (Total Harmonic Distortion)	<5% from 50 to 100% of rated load

DC Output	
Output Voltage, Adjustment Range	-42 to -58 V DC
Output Power	5800W@Vout>48VDC
Output Power, Derated for Input Voltage	See Diagram
Output Current	120A
Output Current limit set Point	0 to 120 A
Efficiency	96.2% peak
Prophometric noise (system)	<2 mV typical; <32 dBm typical
Temperature Derating	See diagram

Control and Monitoring	
Rectifier Alarm and Signaling	Alarm and status reported via CAN bus to system Controller
Visual Indications	Green LED = Normal operation; Yellow LED = Alarm; Red LED = Failure; Flashing red LED = Fan failure

Environmental	
Temperature Range, Operating	-40 to +65°C, -40 to +149°F
Temperature Range, Storage	-40 to +70°C, -40 to +158°F
Relative Humidity	0 to 95%
Altitude	2000 m, 6560 ft at full power
EMC	ETSI EN 300 386 class B, FCC CFR 47 Part 15 class B, Telcordia GR-1089-CORE class B
Safety	IEC 60950, EN 60950, UL 60950, Telcordia GR-63-CORE

Mechanics	
Dimensions (H×W×D)	85.5×245×380mm / 3.37×9.65×14.96 inches
Weight	6.5 kg / 14 lbs

Other parts	
Controller Units	See separate ACU/ACU+ and SCU/SCU+ datasheets

Ordering information	
Description	Product name
Rectifier 48V, 5800W	R48-5800e

Figura 25: Technical Specifications, R48-5800e.

Fuente: Datasheet del R48-5800e.

3.1.2. Análisis del estado actual de consumo de energía DC en la LS Lurín antes de la ampliación.

Recordando el Tabla 1 (*Consumo de corriente de las cargas DC antes del cambió de la planta de rectificadores - 30 de noviembre del 2016*) teniendo un total de 1777.7 A para tener una idea de cómo varía del mes de noviembre a mes de diciembre Tabla 11:

Tabla 11: Cuadro de cargas del 3 de diciembre en CS Lurín.

Sala	Distribuidor	PLANTA A			PLANTA B			Capacidad Técnica A+B (A)
		Capacidad Nominal (A)	Capacidad Técnica (A)	Carga (A)	Capacidad Nominal (A)	Capacidad Técnica (A)	Carga (A)	
Transmisión	QDF 1	750	600	23.6	750	600	30.1	53.7
	QDF 2	800	640	65.6	800	640	63.9	129.5
	QDF 3	400	320	104.9	400	320	53.6	158.5
	QDF 4	400	320	136.7	400	320	131.5	268.2
	QDF 5	400	320	21.3	400	320	20.1	41.4
	QDF 6	400	320	84.5	400	320	73.1	157.6
	QDF 7	400	320	71.3	400	320	69.1	140.4
	QDF 8	750	600	18.5	750	600	25.8	44.3
	PFE N + O	400	320	40.9	400	320	41.1	82
	Sub-Totales			567.3			508.3	1075.6
Interconexión	QDF DC.IC-01	400	320	27.3	400	320	26.5	53.8
Co-ubicación	QDF DC.CO-01	400	320	154.3	400	320	150.8	305.1
	QDF EMERSON N.11	800	640	56.1	800	640	56.7	112.8
Rectificadores	Tabla de Inversores	400	320	140.1	400	320	97.3	237.4
	Sub-Totales			377.8			331.3	709.1
	Total:							1784.7

Fuente: Propio.

Se observa que actualmente se tiene una carga total entre la planta A y B de 1784.7 A el valor es sin instalar los equipos para la ampliación de infraestructura en la parte de red y transporte.

Algunos equipos que se tiene planeado instalar son:

- Router Juniper MX2020 – ANEXO 3 Datasheet.



Figura 26: Router Juniper MX2020

Fuente: TGS- CS Lurín

- Router Cisco ASR9922 - ANEXO 4 Datasheet.



Figura 27: Router Cisco ASR9922

Fuente: TGS- CS Lurín

- Router Ciena 6500 - ANEXO 5 Datasheet.



Figura 28: Ciena 6500
Fuente: TGS- CS Lurín

3.1.3. Analisis del estado actual posterior a la renovación de los rectificadores
(eSure R48-5800e)

Posterior a la instalación de los equipos mencionados y con el cambio de la planta de rectificadores los valores son las siguientes en el Tabla 12:

Tabla 12: Cargas Total del mes de agosto en CS Lurín.

Sala	Distribuidor	PLANTA A			PLANTA B			Capacidad Técnica A+B (A)
		Capacidad Nominal (A)	Capacidad Técnica (A)	Carga (A)	Capacidad Nominal (A)	Capacidad Técnica (A)	Carga (A)	
Transmisión	QDF 1	750	600	24	750	600	104.1	128.1
	QDF 2	800	640	133.2	800	640	61.1	194.3
	QDF 3	400	320	120.2	400	320	57.3	177.5
	QDF 4	400	320	139.1	400	320	137.1	276.2
	QDF 5	400	320	19.7	400	320	18.8	38.5
	QDF 6	400	320	121.3	400	320	120.5	241.8
	QDF 7	800	640	137.1	800	640	69.5	206.6
	QDF 8	750	600	9.5	750	600	70.9	80.4
	PFE N + O	400	320	37.8	400	320	38.1	75.9
	Sub-Totales			741.9			677.4	1419.3
Interconexión	QDF DC.IC-01	400	320	31.7	400	320	28.1	59.8
Co-ubicación	QDF DC.CO-01	400	320	132.3	400	320	155.6	287.9
	QDF EMERSON N.11	800	640	129.3	800	640	155.7	285
Rectificadores	Cuadro de Inversores	400	320	142.1	400	320	175.3	317.4
	Sub-Totales			435.4			514.7	950.1
	Total:			1177.3			1192.1	2369.4

Fuente: TGS- CS Lurín

Se observa que en el mes de diciembre del 2015 se tenía un total de 1784.7 A y actualmente se está llegando a 2369.4 A haciendo una diferencia de: 584.7 A. Actualmente se tiene un total 58 rectificadores por casa planta conectados a la misma barra en cada planta:

Planta A: 58 Rectificadores de 100 Amperios calculo (1).

Planta B: 58 Rectificadores de 100 Amperios calculo (2).

Total: 100 Amperios x 58 módulos rectificadores sistema NetSure

3.2. CALCULO DE LA CAPACIDAD DE LA NUEVA PLANTA DE ENERGÍA DC Y PROYECCIÓN A FUTURO

Como se indicó anteriormente la capacidad total por cada planta de rectificadores es:

Planta de rectificadores lado A

= (Planta de rectificadores) x Consumo de Ampareje

= 58x100A

= 5800A (1)

Planta de rectificadores lado B

= (Planta de rectificadores) x Consumo de Ampareje

= 58x100A

= 5800A..... (2)

Consumo actual de la carga por planta

Consumo por Planta de rectificadores lado A = 1250A (3)

Consumo por Planta de rectificadores lado B = 1150A(4)

Consumo total por planta de rectificadores = 2400A(5)

La capacidad de los bancos de baterías por planta:

Baterías Planta Lado A = 10000 A.....(6)

Baterías Planta Lado B = 10000 A.....(7)

De la (6) y (7)

Total de capacidad de los bancos de baterías: 20000 A(8)

Porcentaje necesario para cargar los bancos de batería es el 10 % de su capacidad total del mismo banco de baterías:

Del dato (8) se realiza el cálculo del 10%:

$10\% \times 20000A = 2000A$ (9)

Consumo total por planta de rectificadores en la estación:

Del dato (5) y (9):

$2400A + 2000A = 4300A$(10)

El consumo total por las plantas de los rectificadores es: 4300 A.

Planta A:

Del dato (1) y (10) se tienen la siguiente información:

Capacidad disponible en la Planta A = (Capacidad total de la planta A) - (Carga total consumida).

Capacidad disponible en la Planta A = 5800 A – 4300 A

Capacidad disponible en la Planta A = 1500A(11)

Planta B:

Del dato (1) y (10) se tienen la siguiente información:

Capacidad disponible en la Planta B = (Capacidad total de la planta B) - (Carga total consumida)

Capacidad disponible en la Planta B = 5800A-4200A

Capacidad disponible en la Planta B = 1600A(12)

Es la proyección de capacidad disponible en cada uno de la planta de rectificadores A y B para la instalación de futuros equipos de transmisión o IP. Hay que notar la antigua plante de rectificadores no iba abastecer el nuevo consumo de energía de los nuevos equipos a instalarse.

Se tiene planeado incrementar la capacidad de Red SAM-1 así también dar arrendamiento a nuevos clientes para la empresa Telxius Cable Perú (ex TIWS).

3.3. PROCEDIMIENTO DE CAMBIO DE LA PLANTA DE RECTIFICADORES

Durante ejecución de los procedimientos de la planta A de los rectificadores

1. Descripción Detallada del Cambio (Cronograma de fechas para la actividad)

Día 09/01/16 Trabajo a realizar entre las 00:00 a 06:00 horas

2. El MOP a seguir es la siguiente:

- Verificar que no se registren alarmas en el Tabla de energía de rectificadores
- Comunicar al CGA (Centro de Gestión de Alarmas) el inicio del trabajo y abrir código de trabajo
- Apagado de cargas del sistema de rectificadores del Lado A (El apagado de cargas y verificación de operatividad de los equipos estará a cargo de personal Técnico asignado por Lurín TGS)
- Se apagara carga por carga conectada en el sistema de rectificadores lado A
- Se verificara que los equipos conectados en el sistema de rectificadores del lado A que se apagaran. El sistema de rectificadores del lado B asuman estas cargas.
- Repetir los pasos anteriores para apagar las otras cargas.
- Verificar que todos los equipos del lado B estén asumiendo las cargas y operando normalmente.
- Verificar que el sistema de Rectificadores del lado A no este asumiendo carga alguna

3. En este punto la carga de los equipos está siendo soportada por el sistema de rectificadores del LADO B

- Apagado de disyuntores de batería, se pondrán en OFF los disyuntores de los bancos de baterías

- Apagado de rectificadores, se pondrán en OFF los ITMs de AC que alimentan los módulos rectificadores.

3.4. REVISIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE RESULTADOS

En la consolidación de resultados es un tema de afectación de servicios debido a que pertenecen a enlaces troncales y en su mayoría los clientes son Internacionales y Operadores a nivel nacional por ello en caso de no tener los resultados deseados se procede a realizar rollback y se reprograma la actividad se indicará algunas incidencias así también el procedimiento para realizar el rollback.

Algunas incidencias luego de finalizada la ampliación

1. El día 9-Ene-16 se inició el apagado y desmontaje de la planta A de rectificadores, culminándose el día 18-Ene.

Impacto:

- Equipo DTX Infinera demoró en conmutar la carga hacia la planta A, durante 23 min.

- El día 11-Ene-16 el CIC (Cliente) reportó problemas de energía en equipo GRTLUREM2. Se solucionó migrando las 6 conexiones de la Fuente A hacia la planta B de rectificadores.
2. El apagado de la Planta B fue inicialmente programado para el día 30-Ene-16, pero antes de realizar el apagado de la planta B de rectificadores, se realizó pruebas en GRTLUREM2, apagando los breakers de la fuente B (PEM1). Sin embargo, el CIC reportó luego pérdida de varios enlaces en este equipo, por lo que se tuvo que cancelar el trabajo hasta nuevo aviso. Ese mismo día se hicieron pruebas de apagado de breakers de la fuente B del equipo Infinera DTX, resultando satisfactorias.
 3. El 4 Ene - Se reemplazó la fuente de energía A (PEM1) de GRTLUREM2, con un repuesto RMA, enviado por Juniper para este fin.

En caso de incidencias que afecten directamente al tráfico de datos.

Se realizará el siguiente procedimiento hasta solucionar la incidencia y reprogramar la actividad para otra fecha:

Procedimiento y Punto de Rollback:

- De suceder algún evento inesperado, se retornara a las condiciones iniciales al apago de cargas y se suspenderá el apagado de cargas y se dejara los 02 sistemas de rectificadores encendidos
- Trabajos a realizar entre del 11/01/16 al 20/01/16
- Comunicar al CGA el inicio del trabajo y abrir código de trabajo.

- Verificar tensión en cables de carga conectados en sistema de rectificadores lado A.
- Desconexión y retiro de cables de carga conectados en sistema de rectificadores lado A.
- Abrir los puentes de los banco de baterías, para que en los cables conectados en los disyuntores de baterías no exista tensiones.
- Desconexión y retiro de cables de baterías conectados en disyuntores de baterías en sistema de rectificadores lado A.
- Desconexión y retiro de cables de AC de sistema de rectificadores.
- Retiro de bastidores de rectificadores antiguos del lado A.
- Instalación de nuevos bastidores de rectificadores e-sure en posiciones asignadas.
- Cableado y conexión de sistema de tierra de nuevos bastidores de rectificadores instalados.
- Cableado y conexión de AC, entre bastidores de rectificadores instalados y tablero AC de Rectificadores.
- Conexión de cables de bancos de baterías en nuevo sistema de rectificadores instalado.
- Poner en servicio nuevo sistema de rectificadores y verificar su operatividad.
- Verificar que tensión de nuevo sistema de rectificadores lado A este igual al sistema de rectificadores lado B.
- Conexión de cables de cargas en posiciones asignadas.

- Encendido de cargas (El encendido de cargas y verificación de operatividad de los equipos estará a cargo de personal Técnico asignado por Lurín TGS).
- Se encenderá carga por carga conectada en el nuevo sistema de rectificadores lado A.
- Se verificara que equipos conectados en el sistema de rectificadores del lado A estén asumiendo carga.
- Repetir los pasos anteriores como cargas a encender.
- Verificar que las cargas de los equipos estén siendo asumidas por el nuevo sistema de rectificadores lado A y el sistema de rectificadores lado B y operen normalmente.
- Verificar que no se registren alarmas en el Tabla de energía de rectificadores.
- Informar al CGA la culminación del trabajo.

CONCLUSIONES

1. La ampliación del sistema de energía DC en la estación del cable submarino de la red SAM-1 requiere un análisis del modelo actual y posterior para la implementación del nuevo sistema de energía DC.
2. El análisis del modelo actual y posterior a la implementación se realiza para calcular la capacidad de proyección que se va tener a futuro con las tablas adjuntas de las mediciones de potencias del mes de Diciembre (antes del cambió) y Agosto (posterior a renovación de los rectificadores y la instalación de nuevos equipos) se observa que en el mes de diciembre del 2015 se tenía un total de 1784.7 A y actualmente se está llegando a 2369.4 A haciendo una diferencia de: 584.7 A. Con ello se genera mayores servicios de mayor capacidad que era la finalidad del proyecto también se observa la capacidad disponible por cada planta según los cálculos (11) y (12).
3. En el inicio del trabajo se tiene que el consumo total es de pero posterior a la implementación es un total de considerando que dentro del cálculo se consideró la alimentación a los bancos de batería para tener redundancia en caso de caídas de energía comercial.
4. Los procedimientos que se planteó para la implementación para realizar este el de trabajó de la ampliación de energía DC en la estación del Cable Submarino de red SAM-1 se debe coordinar con el CORE debido a que ellos gestionan las alarmas así también tienen comunicación directa con los proveedores y clientes para este tipo de trabajos. El CORE debe verificar

que los equipos no presenten alarmas antes de dar inicio el trabajo también posterior al trabajo programado. También deben comunicarse con CGA (Centró de Gestión de Alarmas) de Emerson ya que ellos son los encargados de monitorizar las alarmas en relación en energía adicional a ello el CORE mantiene comunicación con otras estaciones para incidencias dentro la red o también con los PEF de ambos segmentos (N y O).

RECOMENDACIONES:

1. El adecuado reconocimiento del sistema de energía DC en la estación del Cable Submarino SAM-1 para el cambio de las plantas de rectificadores.
2. Realizar un análisis preciso para la implementación y proyección a futuro del sistema de energía DC.
3. Tomar dato de los valores iniciales para realizar el rollback en caso de incidencias sin solución al instante.
4. Comunicación en línea con el personal de la estación para el monitorio por gestión y física de los equipos en la red SAM-1.

BIBLIOGRAFÍA

DGRIC-MTC Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

Osiptel – Datos estadísticos del incremento del PBI en las telecomunicaciones en el Perú.

FITEL - Proyectos de Ancho de Banda RDNFO

CIENA - Datos de la implementación del CIENA 6500 en la red SAM-1 OTN

JUNIPER - Características del Juniper MX2020

CISCO - Características del Juniper ASR9922

EMERSOM: Manuel y características de:

- BML 403 021.
- eSure™ R48-5800e

Onan Genset - Características del G.E.

Introducción a los sistemas de energía DC en telecomunicaciones – IEEE Costa Rica.

Plan nacional para el desarrollo de la Banda Ancha en el Perú – FITEL.

Calos Leopoldo Alvarado M. (2008). Estudio sobre diagnóstico predictivo del estado operativo de bancos de baterías para sistemas de telefonía celular mediante el control de parámetros internos de V & R. Universidad de San Carlos de Guatemala

Yagnir Gustavo Rodríguez De Abreu, (2010) Diseño de sistema dc para centrales telefónicas y estudio de solución móvil para contingencia. Bolivia.

MIGUEL REINALDO HERNANDEZ BORRERO (2009). Diseño e implementación de un inversor DC/AC para implantar en un sistema fotovoltaico para suministrar energía eléctrica, a una finca. Bogotá

Link:

<http://atlantic-cable.com//CableCos/Porthcurno/>

<https://www.mpl.ird.fr/divha/aguandes/peru/che.htm>

<https://www.nixval.com/blog/2009/03/16/ns-2ns-n1-y-2n1-sobre-configuraciones-redundantes-de-ups/>

<http://peligroelectrico.blogspot.pe/p/grupos-electrogenos.html>

https://es.wikipedia.org/wiki/Grupo_electr%C3%B3geno

ANEXOS:

ANEXO 1: EMERSON ESURE R48-5800E – DATASHEET.

eSure™ Rectifier

R48-5800e

DC Power
for Business-Critical Continuity™

eSure™ Rectifier -48 V DC, 5800 W

Features and Benefits

- Optimized depth-reduced footprint allows installation in short-depth racks and cabinets
- DSP (Digital Signaling Processor)-means fewer components, optimized operation and active load sharing for increased reliability
- Compliant with global standards-delivers quality, performance and reliability no matter what the application or location demands
- High efficiency, near 96.2%-reduces power consumption for lower operating costs
- Hot pluggable-facilitates future extensions
- Wide input voltage range-operates in the most demanding environments where input voltage changes
- Wide temperature operating range (-40°C / -40 °F to +65°C / 149°F)-meets the harshest climatic environment requirements

Description

The eSure™ R48-5800e rectifier converts 260 to 530Vac 3-phase AC supply voltages into stable nominal-48V DC voltage adjustable to the needs of the application. The R48-5800e is a constant power rectifier designed with the latest patented switch-mode technology using DSP (Digital Signaling Processor) functionality for efficient operation.

For a higher load capacity, rectifiers can be connected in parallel and intelligent control can be added with the help of a separate controller.

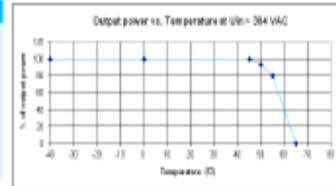


R48-5800e

Technical Specifications, R48-5800e

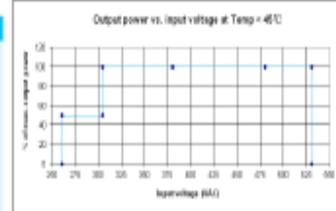
AC Input

Input Voltage, Nominal	390/480 V
Input Voltage, Permitted Variation	260 to 570 Vac
Line Frequency	45 to 65 Hz
Max Input Current	17 A
Power Factor	0.99
THD (Total Harmonic Distortion)	<5% from 50 to 100% of rated load



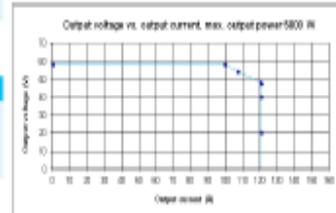
DC Output

Output Voltage, Adjustment Range	-42 to -58 V DC
Output Power	5800W@Vout>48VDC
Output Power, Derated for Input Voltage	See Diagram
Output Current	120A
Output Current limit set Point	0 to 120 A
Efficiency	96.2% peak
Proprietary noise (system)	<2 mV typical; <32 dBmcc typical
Temperature Derating	See diagram



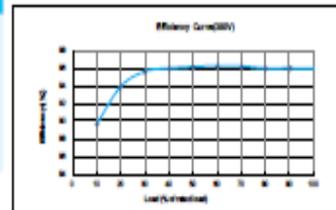
Control and Monitoring

Rectifier Alarm and Signaling	Alarm and status reported via CAN bus to system Controller
Visual Indications	Green LED = Normal operation; Yellow LED = Alarm; Red LED = Failure; Flashing red LED = Fan failure



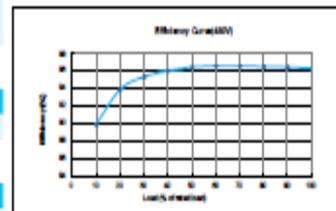
Environmental

Temperature Range, Operating	-40 to +65°C, -40 to +149°F
Temperature Range, Storage	-40 to +70°C, -40 to +158°F
Relative Humidity	0 to 95%
Altitude	2000 m, 6560 ft at full power
EMC	ETSI EN 300 326 class B, FCC CFR 47 Part 15 class B, Telcordia GR-1089-CORE class B
Safety	IEC 60950, EN 60950, UL 60950, Telcordia GR-63-CORE



Mechanics

Dimensions (H×W×D)	95.5×245×390mm / 3.77×9.65×14.96 inches
Weight	6.5 kg / 14 lbs



Other parts

Controller Units	See separate ACU ACU+ and SCU SCU+ datasheets
------------------	---

Ordering Information

Description	Product name
Rectifier 48V, 5800W	R48-5800e

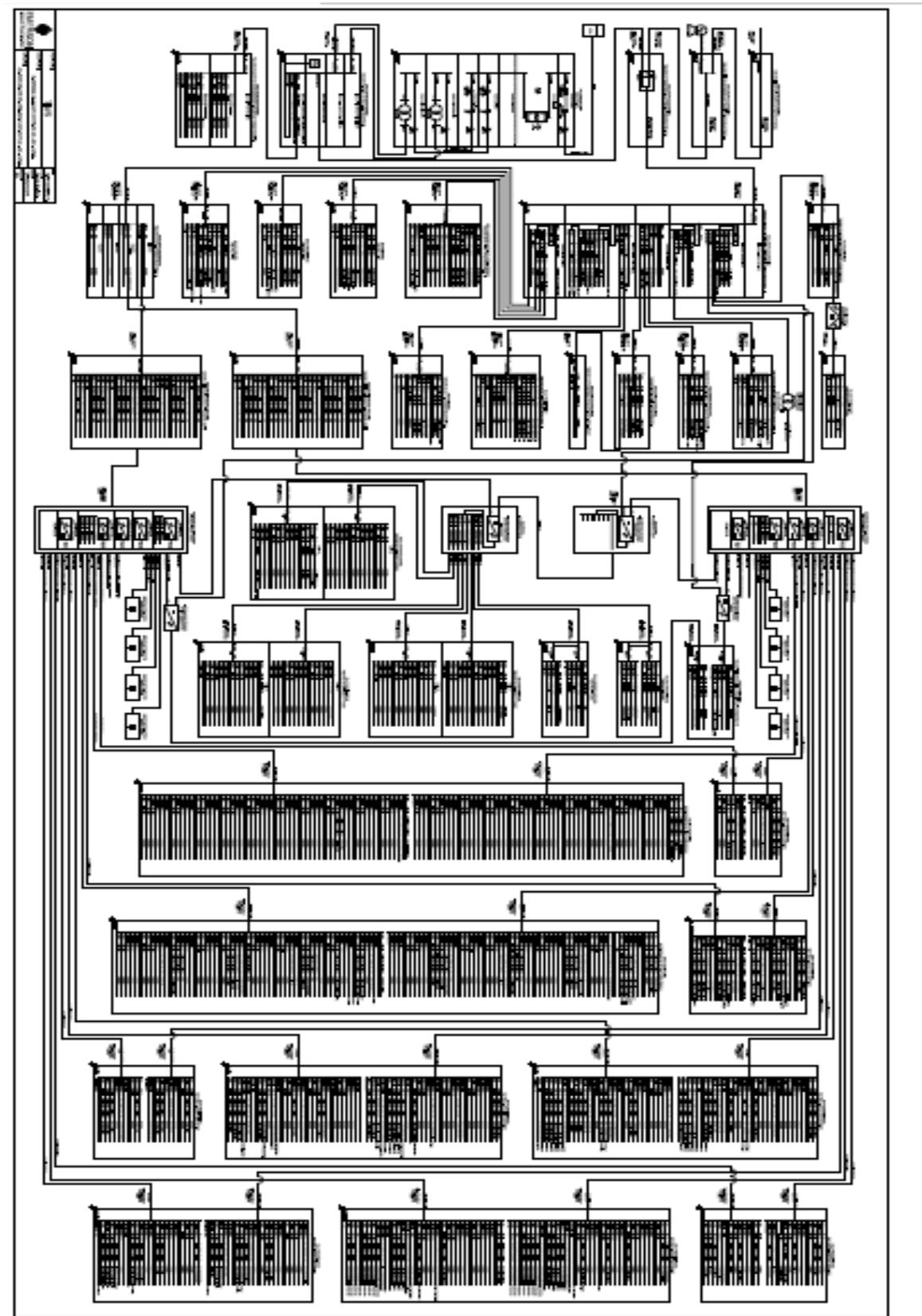
Emerson Network Power.
The global leader in enabling
Business-Critical Continuity™.

AC Power
Connectivity
DC Power
Embedded Computing

Embedded Power
Infrastructure Management & Monitoring
Outside Plant
Power Switching & Controls

Precision Cooling
Racks & Integrated Cabinets
Services
Surge Protection

ANEXO 2: DIAGRAMA UNIFILAR.





Product Overview

Juniper Networks MX Series 3D Universal Edge Routers are designed to provide network operators with a common platform for delivery of business, residential and mobile services. The MX Series 3D Universal Edge Routers offer intelligence, flexibility and efficiency with three-dimensional scale of bandwidth, subscribers and services. With support for high-density 10GbE and 100GbE interfaces, Juniper solutions help service providers meet the demands being placed on today's carrier networks. The new MPC4E-3D expands the MX Series family of Junos Trio-based line cards by delivering up to 260 Gbps of line-rate throughput. The MPC4E-3D is initially supporting two fixed interface line cards, one providing 32 ports of 10GbE (MPC4E-3D-32XGE-SFP) and a second line card offering 2 100-Gigabit Ethernet interfaces plus 8 10-Gigabit Ethernet interfaces (MPC4E-3D-2CXGE-8XGE).

Product Description

Juniper Networks® MX Series 3D Universal Edge Routers are architected to deliver industry-leading system density with support for scalable services. The Juniper Networks MPC4E-3D card family is optimized for two fixed port models – 32 x 10GbE ports and 2 x 100GbE plus 8 x 10GbE ports. Powered by Juniper Networks Junos® Trio chipset and with a line rate of up to 260 Gbps, the MPC4E cards are compliant with the 802.3ba standard. The cards are supported on the Juniper Networks MX2020, MX2010, MX960, MX480 and MX240 3D Universal Edge Routers. The MPC4E line cards deliver economical, scalable, highly available, line-rate Ethernet and IP/MPLS edge services.

The MX Series routers are a portfolio of high-performance Ethernet routers that function as a universal edge platform capable of supporting all types of business, mobile and residential services. Including powerful switching and security features, the MX Series delivers unmatched flexibility and reliability supporting advanced services and applications. With distributed control plane and forwarding functions, the MX Series routers are designed to provide maximum scale and intelligent service delivery capabilities. MX Series 3D Universal Edge Routers are optimized for Ethernet and address a wide range of deployments, architectures, port densities and interfaces for both service provider and enterprise applications. The MPC4E delivers increased system throughput and performance with the existing SCBE switch fabrics, power supply and fans. The MPC4E is backward compatible with all existing MX Series line cards – both Dense Port Concentrators (DPCs) and Trio-based MPC cards.

Architecture and Key Components

The MPC4E line card supports an extensive feature set for Layer 2 and Layer 3 services and provides customers with a single line card that can be deployed in any combination of Layer 2 and Layer 3 applications. This helps customers streamline operations and considerably reduces the time to develop, certify and deploy new services. In addition, these line cards provide the architecture to support standards-based transport-class network timing, enabling network-synchronized services and applications such as mobile backhaul and time-division multiplexing (TDM) migration including future IEEE 1588-2008 (1588v2) synchronization services.

Dynamic Policy Engine for QoS

The Junos Trio chipset not only delivers a wide range of quality-of-service (QoS) features and functionality, it is also a policy engine that enables a variety of intelligent applications. It is dynamic in the way it supports various policies and in the fact that it can support several applications simultaneously.

The following are dynamic policy engine highlights:

- **Stateless application detection**—Junos Trio has the ability to search deeply into packets to detect applications and class of packets.
- **Intelligent, class-aware hierarchical rate limiters**—These offer the ability to both honor user-configured rate-limit policies for multiple classes of traffic at the same time, and protect conforming high-priority traffic from low-priority traffic bursts. These rate limiters can be applied to a variety of attachment points—ports, logical interfaces, arbitrary collection of interfaces and a variety of user-configured policies.
- **Dynamic bandwidth profiles**—These provide the ability to group a set of interfaces and provide an aggregate shaping bandwidth control for them.
- **Class aggregate bandwidth profiles**—These feature the ability to apply a policy to individual subscribers, as well as shape individual classes of traffic as an aggregate of all subscribers.
- **Dynamic priority protection**—This is the ability to protect bandwidth of high-priority traffic, even in the presence of bursty, low-priority traffic that has depleted a subscriber's bandwidth.

Features and Benefits

Via Juniper Networks Junos operating system, the MPC4E supports a wide range of L2 and L3 Ethernet functionality, including 802.3Q VLAN, link aggregation, circuit cross-connect (CCC), Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP), L2 to L3 mapping and port monitoring. Additionally, the MPC4E supports filtering, sampling, load balancing, rate limiting, class of service (CoS) and other key features necessary for deployment of dependable, high-performance Ethernet services.



MPC4E Specifications

- Accepts traffic destined for generic routing encapsulation (GRE) tunnels or Distance Vector Multicast Routing Protocol (DVMRP) (IP-in-IP) tunnels
- Bidirectional Forwarding Detection (BFD) protocol
- BGP
- BGP and MPLS VPNs
- DVMRP and GRE support for access side and server side
- Firewall filters
- Flexible Ethernet encapsulation
- IEEE 802.3ad link aggregation
- IPv4
- IP multicast
- IPv6
- IPv6 multicast
- IPv6 neighbor discovery
- IS-IS
- G.781 "Synchronization layer functions"
- G.8261 "Timing and synchronization aspects in packet networks"
- G.8262 "Timing characteristics of a synchronous Ethernet equipment slave clock"
- G.8264 "Distribution of timing information through packet networks"
- Local loopback
- Media access control (MAC) learning, policing, accounting and filtering
- Maintenance data link (MDL)
- Multiple Tag Protocol Identifiers (TPIDs)
- MPLS
- OSPF
- Packet mirroring
- Quality of service (QoS) per channel: weighted round-robin (WRR), random early detection (RED) and weighted random early detection (WRED)
- Remote loopback
- RIP
- Spanning Tree Protocol (STP)
- Transparent bridging
- IEEE 802.3Q VLANs
 - VLAN stacking and rewriting
 - Channels defined by two stacked VLAN tags
 - IP service for nonstandard TPID and stacked VLAN tags
- Virtual private LAN service (VPLS)
- VPN
- VRRP

Table 1: MPC4E Maximum Interface Densities

Platform	Per Chassis	
	10GbE	100GbE
MX2020	640	40
MX2010	320	20
MX960	320	20
MX480	160	10
MX240	96	6

MPC4E Physical Specifications

Physical Dimensions (W x H x D)

- 1.25" x 15.5" x 21.25" (3.18 cm x 39.37 cm x 53.98 cm)

Approximate Weight

- 22 lbs (9.98 kg)

Worst-Case Power (actual power much lower)

- 610 watts

Optical Transceivers

The following are the transceivers that are supported for 100GbE and 10GbE interfaces.

- CFP: 100GBASE-LR4, 100GBASE-SR10
- SFP+: 10GBASE-LR, 10GBASE-SR, 10GBASE-ER, 10GBASE-ZR

Network Management

- MPC4 supports existing Junos OS MBs supported by Trio-based MPCs as of TLIR1.

Standards Compliance and Interoperability

Environment

- Operating Temperature: 32° to 104° F, 0° to 40° C
- Storage Temperature: -40° to 158° F, -40° to 70° C
- Relative Humidity: (Operating) 9% to 90% noncondensing

Safety

- CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1 (2007) Information Technology Equipment - Safety
- UL 60950-1 (Second Edition) Information Technology Equipment - Safety
- EN 60950-1 (2005) Information Technology Equipment - Safety
- IEC 60950-1 (2005) Information Technology Equipment - Safety (All country deviations)
- EN 60825-1 +A1+A2 (1994) Safety of Laser Products - Part 1: Equipment Classification

Electromagnetic Compatibility

- EN 300 386 V1.41 (2008) Telecom Network Equipment - EMC requirements
- EN 55024 +A1+A2 (1998) Information Technology Equipment Immunity Characteristics

EMI

- FCC CFR 45 Part 15 Class A (2009) USA Radiated Emissions
- EN 55022 Class A (2006) + A1 2007 European Radiated Emissions
- VCCI Class A (2007) Japanese Radiated Emissions
- BSMI CNS 13438 and NCC C 6357 Taiwan Radiated Emissions
- AS/NZS CISPR22:2009

Customer-Specific Requirements

- GR-63-Core (2006) Network Equipment Building Systems (NEBS) Physical Protection
- GR-1089-Core Issue 5 (2009) EMC and Electrical Safety for Network Telecommunications Equipment
- SR-3580 (2007) NEBS Criteria Levels (Level 3)
- ETSI EN 300 019: Environmental conditions and environmental tests for telecommunications equipment
- ETSI EN 300 019-2-1 (2000) – Storage
- ETSI EN 300 019-2-2 (1999) – Transportation
- ETSI EN 300 019-2-3 (2003) – Stationary use at weather-protected locations
- ETSI EN 300 019-2-4 (2003) – Stationary use at non-weather-protected locations
- ETS 300 753 (1997) – Acoustic noise emitted by telecommunications equipment
- TTR9 (2005) Deutsche Telekom EMC Specification
- British Telecom EMC Immunity Requirements (2004)
- ITU-TK.21 (2003) Resiliability of telecommunication equipment installed in customer premises to overvoltages and overcurrents

Note: There are some exceptions to full GR/SR NEBS compliance in limited cases. Contact your Juniper Networks service representative for further detail.

Mandatory Power Supply Markings

- UL, CSA: UL/CSA 60950-1 (2007)
- TUV: EN 60950-1 2nd Edition (2005)
- CE: EN55022 Class B (2006), EN55024 + A1 + A2 (1998), EN60950-1 2nd Edition (2005)
- China CCC
- Argentina IRAM/S-mark

Juniper Networks Services and Support

Juniper Networks is the leader in performance-enabling services that are designed to accelerate, extend, and optimize your high-performance network. Our services allow you to maximize operational efficiency while reducing costs and minimizing risk, achieving a faster time to value for your network. Juniper Networks ensures operational excellence by optimizing the network to maintain required levels of performance, reliability, and availability. For more details, please visit www.juniper.net/us/en/products-services.

Ordering Information

Model Number	Description	Platform
MPC45-3D-200E-8X0E	2x10 GbE and 8x100GbE ports, full scale L2/L2.5 and reduced scale L3 features	MX2020, MX2010, MX950, MX480, MX240
MPC45-3D-32XD5-SFP	32x100GbE SFP ports, full scale L2/L2.5 and reduced scale L3 features	MX2020, MX2010, MX950, MX480, MX240
MPC45-3D-200E8X0E-IR-B	2x10 GbE and 8x100GbE ports, full scale L2/L2.5, L3 features, up to 16 L3VPNs per MPC	MX2020, MX2010, MX950, MX480, MX240
MPC45-3D-32XD5-IR-B	32x100GbE SFP ports, full scale L2/L2.5, L3 features, up to 16 L3VPNs per MPC	MX2020, MX2010, MX950, MX480, MX240
MPC45-3D-200E8X0E-R-B	2x10 GbE and 8x100GbE ports, full scale L2/L2.5, L3 and L3VPN features	MX2020, MX2010, MX950, MX480, MX240
MPC45-3D-32XD5-R-B	32x100GbE SFP ports, full scale L2/L2.5, L3 and L3VPN features	MX2020, MX2010, MX950, MX480, MX240
CFP-100GBASE-LR4	100GbE Ethernet 4 x 25G SFP CFP module	MX2020, MX2010, MX950, MX480, MX240
CFP-GEN2-100GBASE-LR4	Second generation 100GbE 4 x 25G SFP CFP	MX2020, MX2010, MX950, MX480, MX240
CFP-100GBASE-SR10	100GbE Ethernet 10x10 GMMFCFP module	MX2020, MX2010, MX950, MX480, MX240
SFP-100E-SR	100GbE Ethernet SR SFP plus module	MX2020, MX2010, MX950, MX480, MX240
SFP-100E-LR	100GbE Ethernet LR SFP plus module	MX2020, MX2010, MX950, MX480, MX240
SFP-100E-ER-XT	100GbE Ethernet ER-XT SFP plus module	MX2020, MX2010, MX950, MX480, MX240
SFP-100E-ZR	100GbE Ethernet ZR SFP Plus module	MX2020, MX2010, MX950, MX480, MX240

About Juniper Networks

Juniper Networks is in the business of network innovation. From devices to data centers, from consumers to cloud providers, Juniper Networks delivers the software, silicon and systems that transform the experience and economics of networking. The company serves customers and partners worldwide. Additional information can be found at www.juniper.net.

Corporate and Sales Headquarters

Juniper Networks, Inc.
1194 North Mathilda Avenue
Sunnyvale, CA 94089 USA
Phone: 888.JUNIPER (888.586.4737)
or 408.745.2000
Fax: 408.745.2100
www.juniper.net

APAC Headquarters

Juniper Networks (Hong Kong)
25/F, Cityplaza One
111 King's Road
Tsim Sha Tsui, Hong Kong
Phone: 852.2332.3636
Fax: 852.254.7803

EMEA Headquarters

Juniper Networks Ireland
Ainslie Business Park
Swords, County Dublin, Ireland
Phone: 353.1.8903.600
BME ASales: 00800.4585.4737
Fax: 35.31.8903.601

To purchase Juniper Networks solutions, please contact your Juniper Networks representative at 1-866-298-6428 or authorized reseller.

Copyright 2012 Juniper Networks, Inc. All rights reserved. Juniper Networks, the Juniper Networks logo, Junos, NetScreen, and ScreenOS are registered trademarks of Juniper Networks, Inc. in the United States and other countries. All other trademarks, service marks, registered marks, or registered service marks are the property of their respective owners. Juniper Networks assumes no responsibility for any inaccuracies in this document. Juniper Networks reserves the right to change, modify, transfer, or otherwise update this publication without notice.

1000421-001-EN Oct 2012

Printed on recycled paper

Cisco ASR 9000 Series Routers Physical Descriptions

Table A-1 Cisco ASR 9000 Series Routers Physical Descriptions

Router	Chassis Height	Chassis Width	Chassis Depth	Chassis Weight
Cisco ASR 9010 Router	36.75 inches (93.35 cm)	17.50 inches (44.45 cm) 19.0 inches (48.3 cm) including chassis rack-mount flanges and front door width	28.65 inches (72.72 cm) including cable management system and front cover	Chassis only ¹ Chassis: fully configured using all card slots and six power modules 149.5 pounds (67.81 kg) 375 pounds (170.5 kg)
Cisco ASR 9006 Router	17.50 inches (44.45 cm)	17.50 inches (44.45 cm) 19.0 inches (48.3 cm) including chassis rack-mount flanges and front door width	28.65 inches (72.72 cm) including cable management system and front cover	Chassis only ¹ Chassis: fully configured using all card slots and six power modules 87.5 pounds (39.69 kg) 230 pounds (104.33 kg)
Cisco ASR 9904 Router	10.38 inches (26.36 cm)	17.75 inches (45.08 cm) 19.0 inches (48.3 cm) including chassis rack-mount flanges	28.26 inches (71.78 cm) including cable management system	Chassis only ¹ Chassis: fully configured using all card slots and four power modules 43.3 pounds (19.64 kg) 122.8 pounds (55.70 kg)
Cisco ASR 9922 Router	77.00 inches (195.58 cm)	17.60 inches (44.70 cm) 19.0 inches (48.3 cm) including chassis rack-mount flanges and front door width	26.3 inches (66.82 cm) 30.00 inches (76.20 cm) including cable management system 30.62 inches (77.77 cm) with front doors	Chassis only ¹ Chassis: fully configured using all card slots and four power modules 300 pounds (136 kg) 1038 pounds (470.28 kg)

Router	Chassis Height	Chassis Width	Chassis Depth	Chassis Weight
Cisco ASR 9910 Router	36.70 inches (93.28 cm)	17.6 inches (44.70 cm) including chassis rack-mount flanges and front door width	31.50 inches (80.01 cm) including cable management system and front cover	² Chassis: fully configured using all card slots and AC power modules 217.3 pounds (98.56 kg) Chassis: fully configured using all card slots and DC power modules 210.4 pounds (95.43 kg)
Cisco ASR 9912 Router	52.5 inches (133.4 cm)	17.6 inches (44.7 cm) 19.0 inches (48.3 cm) including chassis rack-mount flanges and front doors	25.7 inches (65.2 cm) 29.4 inches (74.7 cm) including cable management system 30.1 inches (76.4 cm) including cable management system and front doors	Chassis only ¹ Chassis: fully configured using all card slots and three power trays 181 pounds (82.10 kg) 643 pounds (291.66 kg)

1. Chassis only does not include cards, power modules, fan trays, filter or chassis accessories.

2. Chassis only does not include cards, power modules, fan trays, filter or chassis accessories.

Cisco ASR 9000 Series Routers Environmental Specifications

Table A-2 Cisco ASR 9000 Series Routers Environmental Specifications

Description	Value
Operating Temperature: ¹	41 to 104°F (5 to 40°C)
Operating Temperature: ^{1,2} (Short term) ^{3,4}	23 to 131° F (-5° to 55°C) for Cisco ASR 9904 Router 23 to 131° F (-5° to 55°C) for Cisco ASR 9006 Router 23 to 122° F (-5° to 50°C) for Cisco ASR 9010 Router, Cisco ASR 9922 Router, Cisco ASR 9910 Router, and Cisco ASR 9912 Router
Non-operating Temperature	-40 to 158°F (-40 to 70°C)
Humidity	Operating: 10 to 85 percent noncondensing Non-operating: 5 to 95 percent noncondensing
Altitude: ⁵	Operating: 0 to 13,000 ft. (0 to 4,000 m) Non-operating: 0 to 15,000 ft (0 to 4,570 m) 16-port 10-Gigabit Ethernet line card: 0 to 5,904 ft (0 to 1,800 m)

Table A-2 Cisco ASR 9000 Series Routers Environmental Specifications (continued)

Description	Value
Power Dissipation	All Cisco ASR 9000 Series Routers Use the Cisco Power Calculator (Cisco.com account required) at http://tools.cisco.com/pc/launch.jsp to estimate the maximum power distribution.
Acoustic noise	78 dB at 80.6°F (27°C) maximum
Shock	Operating (halfsine): 21 in/sec (0.53 m/sec.) Non-operating (trapezoidal pulse): 20 G ⁶ , 52 in/sec (1.32 m/sec)
Vibration	Operating: 0.35 Grms ⁷ from 3 to 500 Hz Non-operating: 1.0 Grms from 3 to 500 Hz

1. Operating temperature specifications for the router will differ from those listed in this table when 40-port Gigabit Ethernet line cards using GLC-GE-100FX SFP transceiver modules are installed in the router. This is due to the lower temperature specifications of the SFP module. Please contact a Cisco representative for more information.
2. Short-term operating temperature specifications for the router will differ from those listed in this table when the 16-port 10-Gigabit Ethernet line card is installed in the router because of the lower temperature specifications of the SFP+ modules and that are used in this line card. When using this line card, the maximum operating temperature is 104°F (40°C).
3. Short-term refers to a period of not more than 96 consecutive hours and a total of no more than 15 days in 1 year. (This refers to a total of 360 hours in any given year, but no more than 15 occurrences during that 1-year period.)
4. The 24-port 10-Gigabit Ethernet linecard requires high temperature optics to run in the extended temperature range.
5. Operating altitude specifications for the router will differ from those listed in this table when the 16-port 10-Gigabit Ethernet line card is installed in the router. When using the SFP-10G-SR module, the maximum altitude is 2905 ft. (1800 m). When using the SFP-10G-LR or SFP-10G-ER modules, the maximum altitude is sea level.
6. G is a value of acceleration, where 1 G equals 32.17 ft./sec² (9.81 m/sec²).
7. Grms is the root mean square value of acceleration.

Cisco ASR 9000 Series Routers AC Electrical Specifications

Table A.3 Cisco ASR 9000 Series Routers AC Electrical Specifications

Description	ASR 9010	ASR 9006	ASR 9904	ASR 9922
Power modules per system	Version 1 power system: Up to six AC power modules per system, three per tray Version 2 power system: Up to eight AC power modules per system, four per tray Version 3 power system: Up to six AC power modules per system, three per tray	Version 1 power system: Up to three AC power modules per system Version 2 power system: Up to four AC power modules per system	Version 2 power system: Up to four AC power modules per system	Version 2 power system: Up to sixteen AC power modules per system, four per tray Version 3 power system: Up to twelve AC power modules per system, three per tray
Total AC input power per power module	Version 2 power system: 3290 VA (3000 W output module) Version 3 power system: 6510 VA (6000 W output module)	Version 1 power system: 3400 VA (volt-amps) per AC power module Version 2 power system: 3290 VA (3000 W output module)	Version 2 power system: 3290 VA (3000 W output module)	Version 2 power system: 3290 VA (3000 W output module) Version 3 power system: 6510 VA (6000 W output module)
Rated input voltage per power module	200–240 VAC nominal (range: 180 to 264 VAC) 220–240 VAC (UK)			
Rated input line frequency ¹	50/60 Hz nominal (range: 47 to 63 Hz) 50/60 Hz (UK)			
Input current draw ¹	15 A maximum at 200 VAC 13 A maximum at 220 to 240 VRMS (UK)			
Source AC service requirement ¹	20 A North America; 16 A international; 13 A United Kingdom			
Redundancy	AC power modules operate in N+N redundancy mode ²	At least two AC power modules required for N+1 redundancy for a fully configured system	At least two AC power modules required for N+1 redundancy for a fully configured system	AC power modules operate in N+N redundancy mode ²

1. For each AC power supply module. Some power/chassis configurations may operate at lower current ratings than those specified in this table. Contact your Cisco technical representative for more information.

2. The number of AC power modules needed depends on the configuration of the chassis (e.g. number of line cards, RPs, and FC cards installed). Use the Cisco Power Calculator (Cisco.com account required) at <http://tools.cisco.com/tpo/launch.jsp> to calculate how many AC power modules are needed.

**Caution**

Be sure that the chassis configuration complies with the required power budgets. Failure to properly verify the configuration may result in an unpredictable state if one of the power units fails. Contact your local sales representative for assistance.

Table A-4 Cisco ASR 9000 Series Routers AC Electrical Specifications (continued)

Description	ASR 9910	ASR 9912
Power modules per system	Version 3 power system: Up to six AC power modules per system, three per tray	Version 2 power system: Up to twelve AC power modules per system, four per tray Version 3 power system: Up to nine AC power modules per system, three per tray
Total AC input power per power module	Version 3 power system: 6510 VA (6000 W output module)	Version 2 power system: 3290 VA (3000 W output module) Version 3 power system: 6510 VA (6000 W output module)
Rated input voltage per power module	200–240 VAC nominal (range: 180 to 264 VAC) 220–240 VAC (UK)	
Rated input line frequency ¹	50/60 Hz nominal (range: 47 to 63 Hz) 50/60 Hz (UK)	
Input current draw ¹	15 A maximum at 200 VAC 13 A maximum at 220 to 240 VRMS (UK)	
Source AC service requirement ¹	20 A North America; 16 A international; 13 A United Kingdom	
Redundancy	AC power modules operate in N+N redundancy mode ²	AC power modules operate in N+N redundancy mode ²

1. .

2. .

Cisco ASR 9000 Series Routers DC Electrical Specifications

Table A-5 Cisco ASR 9000 Series Routers DC Electrical Specifications

Description	ASR 9010	ASR 9006	ASR 9904	ASR 9922	ASR 9912
Power modules per system	Version 1 power system: Up to six DC power module per system, three per tray Version 2 power system: Up to eight DC power modules per system, four per tray Version 3 power system: Up to eight DC power modules per system, four per tray	Version 1 power system: Up to three DC power modules per system Version 2 power system: Up to four DC power modules per system	Version 2 power system: Up to four DC power modules per system	Version 2 power system: Up to sixteen DC power modules per system, four per tray Version 3 power system: Up to sixteen DC power modules per system, four per tray	Version 2 power system: Up to twelve DC power modules per system, four per tray Version 3 power system: Up to twelve DC power modules per system, four per tray
Total DC input power per power module	Version 1 power system: 1700 W (1500 W output module) Version 2 power system: 2340 W (2100 W output module) Version 3 power system: 4730 W (4400 W output module)	Version 1 power system: 1700 W (1500 W output module) Version 2 power system: 2300 W (2100 W output module)	Version 2 power system: 2300 W (2100 W output module)	Version 2 power system: 2340 W (2100 W output module) Version 3 power system: 4730 W (4400 W output module)	Version 2: 2340 W (2100 W output module) Version 3 power system: 4730 W (4400 W output module)
Rated input voltage per power module	-48 VDC nominal in North America -60 VDC nominal in the European Community (Range: -40.5 to -72 VDC [-75 VDC for 5 ms])				
Rated input current draw	49 A maximum at -48 VDC nominal 39 A maximum at -60 VDC nominal				
Source DC service requirement ¹	Sufficient to supply the rated input current. Local codes apply.				
Redundancy	DC power modules operate in N+1 redundancy mode ²	At least two DC power modules are required for N+1 redundancy for a fully configured system	At least two DC power modules are required for N+1 redundancy for a fully configured system	DC power modules operate in N+1 redundancy mode ²	DC power modules operate in N+1 redundancy mode ²

1. For each DC power supply module. Some power/chassis configurations may operate at lower current ratings than those specified in this table. Contact your Cisco technical representative for more information.



6500 PACKET-OPTICAL PLATFORM

Transforming Networks into Intelligent Programmable Platforms

Features and Benefits

- Provides industry-leading 10G, 40G, and 100G coherent and control plane capabilities for scale and service differentiation
- Utilizes unconstrained OTN and packet switching technologies for the most efficient use of network resources
- Offers embedded and discrete software tools to increase programmability, visibility, and control of the optical network
- Adapts to a wide variety of requirements with a minimal set of equipment, reducing standardization and operational costs
- Maximizes operational efficiencies with the ability to tailor customer solutions via various chassis, power, and configuration options

Ciena's 6500 Packet-Optical Platform converges three comprehensive networking layers into a single platform to provide customizable service delivery from the access edge, along the backbone core, and across ocean floors.

6500 systems support directionless and colorless ROADMs functionality, which combine with Optical Transport Network (OTN)/packet switching and intelligent control planes to maximize the bandwidth efficiency and flexibility of the overall network. Complementing its many capabilities, the system also features full instrumentation and embedded intelligence across all layers, with an emphasis on automating and simplifying operations.

One Platform, Full Flexibility

The flexibility of the 6500 platform starts with the variety of services it can support. A handful of interfaces support the full mix of Ethernet, OTN, SDH/SONET, Fibre Channel, video, and transparent DWDM services—from D/SVE1 to 100 GbE/OTU4—from metro to submarine applications. Standards-based service interfaces ensure seamless multi-vendor interoperability.

The network element can be customized to support 2.5G to 100G switched or DWDM applications as bandwidth and connectivity demands dictate. Various line and equipment protection options are available to help providers support a tiered Service Level Agreement (SLA) and differentiated service offerings that will enable expansion of the current customer base.



Figure 1. 6500-14 100G ROADM configuration

Four chassis form factors—6500-2, 6500-7, 6500-14, and 6500-32—are available, with the smaller variants offering both AC and DC power options. This flexibility results in cost-optimized configurations to best match specific site capacity, space, and power requirements. One software load, one management system, and re-usable cards across the various shelves reduce standardization cycles and sparing expenses and simplify network operations. Along with the ability to tailor the customer offering, the 6500 comes with proven five-9s (99.999%) reliability, ensuring the ability to meet the strictest customer requirements.



Figure 2. 6500-2 amplifier configuration

Programmable Optical Layer

WaveLogic Photonics is Ciena's fully instrumented, intelligent photonic system composed of WaveLogic coherent optics and flexible line elements that combine with embedded and discrete software tools to offer better automation, control, and visibility to the optical network.

An important factor influencing business success is the ability to photonically interconnect sites quickly and economically, simplify network operations, and reduce costs, power, and latency associated with regenerators. The 6500 offers the full range of photonic architectures in one platform, from passive filters for simple metro service extensions to directionless, colorless, and flexible grid ROADMs for the power to send any service anywhere in the network, dynamically.

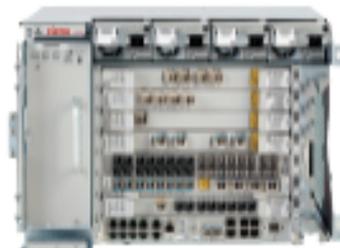


Figure 3. 6500-7 B-Suite ROADM configuration

For smaller, simpler network configurations, passive photonics can be used for lowest capital expenditures. This architecture supports point-to-point, hubbed ring, multi-degree branching, and channel stitching. 6500 passive photonics support inventory and equipment management for full network visibility.

For more meshed and complex configurations, the WSS-based Reconfigurable Add-Drop Multiplexer (ROADM) architecture offers full reconfiguration flexibility and simpler operations. Advanced software capabilities applied to ROADMs create the fully agile, end-to-end transport network. A full range of WSS cards and filters provides optimized performance and cost for varying degree branching sites, with software features focused on simplifying operations of a mesh network.

A unique benefit of Ciena's WaveLogic Photonics is the support of PinPoint Advanced Fiber Analytics leveraging integrated Optical Time Domain Reflectometer (OTDR) capabilities directly into next-generation Raman and EDFA amplifiers. Operators can use this powerful tool to identify and localize high connector losses or reflections and ensure their fiber plant is conditioned for optimal performance. In particular, integrated OTDR eliminates the pain points of previous Raman deployments by providing simplified, controlled turn-up and fast, precise pinpoint of faults.

Finally, contrary to other 'boxed-in' vendor solutions, 6500's advanced monitoring and software control features allow for an elegant expansion of the network. Operators are able to expand connectivity to additional sites with in-service ROADM additions and channel add/deletions as needed. Ensuring investment protection, the 6500 network can evolve to support directionless, colorless, and gridless architectures when appropriate economics are met for these new configurations.

Smarter, High-capacity Coherent Technology

An important benefit of the 6500 is that the same platform can be tailored to cost-effectively address applications from 2.5G to 100G DWDM and beyond. It also provides an elegant evolution path from 2.5G to 400 Gb/s, leveraging existing infrastructure investments.

As the pioneer of coherent optical technology, Ciena offers a comprehensive 40G/100G portfolio with hardware tailored to address metro, regional, long-haul, and submarine applications.

In addition to enabling new high-speed services, improving spectral efficiency and delaying new build-outs, Ciena's coherent 40G and 100G solutions operate seamlessly alongside 10G wavelengths, maximizing the traffic-carrying capacity of the network. The strong performance of WaveLogic solutions translates to increased reach, with fewer regenerators in long-haul applications, as well as increased tolerance to cascaded ROADMs, which are prevalent in metro networks.

Field-proven DSP algorithms provide electronic dispersion compensation to eliminate fixed compensators and their associated amplifiers in the network. As a result, Ciena's coherent solutions provide a more flexible and simpler network design with the ability to operate over mixed as well as challenged (high-PMD) fiber environments, even at 100 Gb/s and higher rates.

WaveLogic 3, the latest generation of Ciena's family of coherent optical processors, is the industry's first software-programmable coherent technology that scales from 100G to 400G. Through the use of innovative technologies such as soft-decision Forward Error Correction (FEC) and transmitter DSP-based programmable modulation, WaveLogic 3 provides the following additional benefits:

- Enables broader, more economical deployment of 100G across long-haul terrestrial and submarine global networks with fewer regenerators
- Doubles traffic-carrying capacity to 200 Gb/s per 50GHz channel
- Can be optimized for low-latency applications

Beyond reducing transport costs, WaveLogic 3-based transceivers can be programmed to quickly respond and adapt to changing requirements for capacity, reach, and latency. This programmability makes the optical layer more intelligent and responsive to application needs, an increasingly critical requirement in today's dynamic, cloud-centric networks.

Packet and OTN Efficiencies

The 6500 offers integrated OTN and packet switching, for the most efficient utilization of network resources with the ability to scale to the highest-speed service.

A handful of 6500 OTN interfaces support a wide range of protocols, allowing for rapid response to service requests and faster time to revenue, even in an unpredictable environment. Sub-wavelength grooming ensures the most efficient bandwidth utilization and scaling of the network.

OTN switching on the 6500 allows for transparent transport of all native services, along with end-to-end management of these services, all over a single converged network. 6500 also provides Tandem Connection Monitoring (TCM) for improved service assurance, giving service providers a better service fault correlation and troubleshooting capability when handling third-party traffic.



Figure 4. 6500-32 Packet/OTN switched configuration

From a packet-switching perspective, 6500 supports several E-Suite modules, a set of product offerings specializing in packet switching across Ciena's solutions portfolio. All E-Suite modules leverage Ciena's Service Aware OS (SAOS), which is available across the company's Packet Networking portfolio and deployed on more than 400,000 platforms worldwide. This common technology implementation, shared across different devices, allows for rich functionality implementation and maximum operational efficiencies through equipment interoperability.

Ciena's 6500 supports both muxponder- and central fabric-based packet and OTN switching solutions; the configuration can be cost-optimized for specific service connectivity requirements. Muxponder-based solutions are best suited for predictable point-to-point connectivity or when the DWDM line system is being used for simple interconnection of switch or router devices. Central fabric-based switching is best suited for architectures requiring any-to-any connectivity flexibility. Ciena offers network planning and modeling services to help operators determine the optimal configurations for different network scenarios.

Advantages of Ciena's packet/OTN switched solutions include:

- Customized configurations based on connectivity requirements
- Unrestricted hybrid packet/OTN central switching, with the ability to tune for packet and/or OTN in any ratio

- The ability to double Ethernet or OTN switching capacity on muxponders via backplane connectivity and the simple addition of a second module
- Flexible protection options for all hardware options, enabling a tiered SLA offering

Integrated Photonic and OTN Control Plane Intelligence

A distributed control plane can be an important component of software-defined networks, enabling a programmable network foundation that can support changing service requirements and the bandwidth-on-demand type of services becoming prevalent with cloud and software-defined networks.

Ciena's OneConnect control plane allows the transport network to automate and distribute many functions formerly performed through a combination of centralized management systems and manual processes. In particular, OneConnect provides the following advantages:

- Uses real-time network topology to provide accurate and automated inventory of equipment and bandwidth resources
- Uses signaling to provide accelerated service provisioning and faster turn-up
- Offers tunable SLAs for revenue growth via flexible protection and restoration options

Operators can leverage both Photonic and OTN OneConnect control planes to increase network availability at lower cost and guarantee strict customer SLAs with less deployed equipment. SLAs can range from unprotected to 50ms protection against any number of failures, and everything in between. For unprotected services, Photonic OneConnect ensures Mean Time To Repair (MTTR) guarantees can be met at little incremental cost.

Another important benefit of OneConnect is it facilitates wavelength re-grooming, enabling operators to perform proactive network maintenance in a condensed maintenance window, with fewer truck rolls. Wavelength re-grooming can also be used to reroute wavelengths onto shorter, more optimized paths to reduce regenerator ports and service latency and rebalance wavelengths to extend the life of the existing network.

Ciena was among the first to deploy control plane in DWDM systems and optical cross-connects. The innovative control plane functionality—hardened with over 15 years of global field experience and scaling to networks of 1,000 nodes—

places Ciena well ahead of the competition for robust and reliable optical control plane software.

Full Network, Multi-layer Visibility and Optimization with OneControl and OnePlanner

Ciena's OneControl Unified Management System offers comprehensive network and service management for end-to-end Ciena networks. Through a unified GUI and common management model, Network Operations Center (NOC) operators can rapidly deploy new service offerings that cut across domains (access, metro, core, and subsea) and coordinate across network protocol layers (photonic, transport, and packet) to ensure efficient use of critical network assets and bandwidth optimization.

This efficiency provides comprehensive management and control, from the access customer hand-off points through the metro, into the intelligent core, and across subsea networks. The OneControl GUI allows NOC personnel to create and activate end-to-end services at the optical layer, including OTN/SONET/SDH and Layer 2 services such as E-LAN/E-Line. Once enabled, OneControl provides complete visualization of the entire end-to-end service with multi-layer correlation, facilitating proactive root-cause analysis and troubleshooting.

Ciena's OnePlanner Unified Design System is an advanced, multi-layer network design and optimization tool that leverages Ciena's extensive background in Layer 1 control plane planning and simulation, photonic system design, advanced algorithm research, and GUI development into a comprehensive and easy-to-use platform. OnePlanner correlates data from different network layers, allowing the network planner to easily see the association between services, facilities, and equipment.

Summary

Deployed by more than 400 operators, the 6500 underpins service provider, research and education, government, and enterprise networks around the globe. Its popularity hinges on several key factors:

- It can be tailored for an economic fit into a variety of applications
- It very efficiently delivers a wide range of services leveraging packet and/or OTN switching
- It practically scales to elegantly handle step increases in capacity over existing infrastructure

In short, with the 6500, operators are able to drive network transformation without restrictions or compromise, with room to grow.

Technical Information

Physical Dimensions

6500-2:

2U 89 mm (H) x 443.2 mm (W) x 281 mm (D)
2U 3.5 in. (H) x 17.5 in. (W) x 11.1 in. (D)

6500-7:

6U 267 mm (H) x 440.5 mm (W) x 281 mm (D)
6U 10.5 in. (H) x 17.3 in. (W) x 11.1 in. (D)

6500-14:

13U 577.1 mm (H) x 440.5 mm (W) x 277.5 mm (D)
13U 22.7 in. (H) x 17.3 in. (W) x 10.9 in. (D)

6500-32:

22U 977 mm (H) x 498.0 mm (W) x 277.5 mm (D)
22U 38.5 in. (H) x 19.6 in. (W) x 27.75 mm (D)

Capacity

SONET/SDH: 640 Gb/s

Packet/OTN: 3.2 Tb/s

System: 96 Tb/s

WDM: 2.5G/10G/40G/100G DWDM,
2.5G CWDM

Wavelength support: 96 wavelengths in
C-band, full band tunable optics

SONET/SDH/XC: 20G to 80G low order,
80G to 640G high order

Packet/OTN/XC: 600G to 3.2T

Photonics

Full suite of passive fibers, 50GHz, 100GHz,
flexible grid ROADMs, EDFAs, smart
Raman, and Channel Mux/Demux options

Services

Ethernet: 10M, 100M, GbE, 40GbE, 100GbE

OTN: OTU0 to OTU4

FC100 to FC1200

SONET/SDH: OC-3/STM-1 through
OC-768/STM-256

Electrical: DS1, E1, DS3, E3, STM-1e

ESCON

DVB-ASI

Transponders/Muxponders

Coherent 100G line cards: metro, regional,
long haul, ultra long haul, enhanced PMD,
submarine, colorless

Coherent 100G client cards: 10x10GE, 10x10G
multi-rate, 100GbE/OTU4 client

Coherent 40G line cards: metro, regional,
long haul, ultra long haul, enhanced PMD,
submarine, colorless

Coherent 40G client cards: 4x10G multi-rate,
40G multi-rate

10G: 4x10G multi-rate OTR

Ethernet: 200G eMOTR, 30G L2 MOTR

OTN modules: 8-port OTN Flex MOTR (10G),
1+8 port OTN Flex MOTR (20G)

SONET/SDH 10G ADM-on-a-blade: SuperFlex

Packet/OTN switched modules

10x10G Packet/OTN

100G DWDM, OTU4

40G DWDM, OTU3

16x2.7G OTN

SONET/SDH switched modules

Ethernet: L2 service switch, PDH Gateway, EPL

Electrical: E1, DS1, DS3, EC-1, E3

Optical: OC-3/STM-1 through OC-192/STM-64

Distributed Control Plane

Photonic, OTN, SONET/SDH

Configurations

Unprotected

1+1/MSP linear

1+1 OTN line-side

1+1 LAG

1+1 Enhanced Trunk Switch (ETS)

1+1 Transponder Protection Tray

1+1 Optical Protection switch (incl. fast
coherent switching)

2-Fiber BLSR/MS-SPRing

4-Fiber BLSR/MS-SPRing/HERS

UPSR/SNCP

ASNCP

Mesh restorable control plane connections at
L0 and L1

RPR layer 2 protection

G.8032 ERP

Common Equipment

Full common equipment redundancy

Field-replaceable units

-48Vdc input voltage range:

-40Vdc to -75Vdc

24Vdc input voltage range: +20Vdc to +30Vdc

AC input voltage range: 90Vac to 264Vac

Environmental Characteristics

Normal Operating Temperature: +5°C to
+40°C (+41°F to +104°F)

Short Term Operating Temperature: -5°C to
+55°C (+23°F to +131°F) for 6500-2/7/14;
-5°C to +50°C (+23°F to +122°F) for
6500-32

Normal operating humidity: 5% to 85% RH

Earthquake/seismic: Zone 4

Ciena may from time to time make changes to the products or specifications contained herein without notice. Copyright © 2016 Ciena Corporation. All rights reserved. DR2101.1.2016

GLOSARIO

ECS	Station Cable Station.
SAm-1	South America – 1.
A	Amperio o Ampere.
G:	Giga
Gbit/s	Gigabit por segundo.
Mbit/s	Megabit por segundo.
PFE	Power Feed Equipment.
QDF	Quadros de Distribuição para Filas
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SONET	Synchronous Optical NETwork, Red Óptica Síncrona
TCP/IP	Transmission Control Protoco / IPI
ISP	Internet Service Providers
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones.
Mw	Megawatts
TGS	Global Solutions
TIWS	Telefónica International Whosale Services.
G.E.	Grupo Electrónico.

CORE	Centro de Operaciones de Red de Emergia.
LS	Landing Station.
CS	Cable Station.
F.O.	Fibra Óptica.
Ah	Amper Hora
VDC	Voltaje de Corriente Directa
VAC	Voltaje de Corriente Alterna
W	Watts
KVA	Kilovoltiamperio
PRI	Primary Rate Interface
Backhaul	Red de Retorno.
PEM1	POWER SUPPLIES en el Slot 1
RMA	Return Merchandise Authorization