

Universidad Nacional de Ingeniería

Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica



**Sistema de Telecomunicación
Asociado a la Línea de Transmisión
Aricota – Tacna**

T E S I S

Para Optar al Título Profesional de

INGENIERO ELECTRONICO

Renán Octavio Aguilar Sánchez

L i m a - P e r ú

1 9 9 5

E X T R A C T O

El presente trabajo pretende la exposición de una metodología de trabajo aplicable al desarrollo de proyectos de Sistemas de Telecomunicaciones asociados a Líneas de Alta Tensión. La elección de la Red Eléctrica estudiada se basó en el hecho de las particularidades especiales que posee la misma en cuanto a extensión, integración a una Red Eléctrica existente y conexión a un Sistema Interconectado más importante como es el Sistema Interconectado Región Sur.

Principalmente, previa presentación del trabajo, se incluye tanto conceptualmente como técnicamente todos los servicios que se requieren para la correcta operación de Redes Eléctricas y además los medios empleados para llevarlos a cabo.

El trabajo es el resultado de una experiencia bastante importante, desarrollando este tipo de proyectos.

P R O L O G O

La innegable importancia de la coordinación de labores con miras a conseguir un bien o ejecutar un servicio ha conducido a la implementación de Sistemas de Telecomunicaciones que a través de equipos de alta confiabilidad permitan establecer un tráfico de información seguro y oportuno.

Asimismo, la implementación y el desarrollo de Sistemas Eléctricos es siempre el objetivo fundamental dentro de todo proceso socio-económico, lo cual exige de sistemas que posean un elevado grado de servicio. El grado de servicio en Redes Eléctricas depende en gran medida del Sistema de Telecomunicaciones previsto para su operación lo que conlleva requerimientos de disponibilidad y confiabilidad también exigentes para los Sistemas de Telecomunicaciones.

La disponibilidad y confiabilidad de un Sistema de Telecomunicaciones se basa casi exclusivamente en las características de los equipos planeados durante la etapa de diseño del mismo, así como de los planes de mantenimiento previsto para estos equipos tanto a nivel preventivo y correctivo. Estas consideraciones han conducido a muchas empresas, entre las cuales se encuentra la nuestra, a instalar Sistemas de Telecomunicaciones privados con el objetivo básico de asegurar una correcta operatividad del conjunto sustentado sobre la base de elección de equipo correcto y en la ejecución de planes de mantenimiento eficientes. La ventaja adicional que se logra por este hecho es ajustar las características del Sistema de Telecomunicaciones a requerimientos propios de la Red Eléctrica.

Dentro de este marco y considerando las particularidades del Sistema Eléctrico en estudio se ha planeado un Sistema de Telecomunicaciones que otorgue los servicios básicos de Telefonía, Teleprotección, Radiomóvil y además considere una previsión para la transmisión de datos. El Sistema de Telecomunicaciones se ha diseñado considerando los Sistemas de Telecomunicaciones Existentes utilizado en la operación de la Red Eléctrica Aricota-Tacna y también aquellos previstos como parte de la implementación de la línea de transmisión Socabaya-Toquepala.

En el trabajo se ha incidido especialmente en los aspectos conceptuales del proyecto toda vez que los aspectos técnicos pueden ser cubiertos con un adecuado respaldo académico.

Para concluir quiero agradecer a todas aquellas personas que de una manera u otra han contribuido a la culminación de este trabajo.

C A P I T U L O

INTRODUCCION GENERAL

Esta tesis ha sido elaborada con la finalidad de presentar una metodología de trabajo destinada al desarrollo de proyectos de infraestructura eléctrica, en especial al diseño e implementación de Sistemas de Telecomunicaciones asociados a redes eléctricas.

Con la finalidad de delimitar el desarrollo del estudio dentro del objetivo trazado, empezaremos por describir los alcances del término proyecto.

La palabra proyecto, en general, se entiende como un conjunto de acciones de orden técnico y económico adoptadas con la finalidad de ejecutar una obra de infraestructura.

Un proyecto constituye ante todo una posibilidad que debe ser estudiada a fin de tomar una decisión acerca de llevarla a cabo. Este estudio abarca varias etapas, en cada una de las cuales se van analizando alternativas y determinando su propiedad técnico-económica global.

Un proyecto nace de una idea y en esta etapa conocida como - etapa del perfil de idea se delinea la obra a partir de sus caracteres - más importantes; por ejemplo en el caso de centrales hidroeléctricas la determinación de su potencial eléctrico es fundamental para decidir acerca de la conveniencia de construirla o no. La siguiente etapa es el estudio de prefactibilidad. En esta etapa se busca definir un monto de inversión basado en planteamiento de alternativas elaboradas con datos - provenientes de proyectos similares en operación.

La tercera etapa o estudio de factibilidad busca la alternativa , elegida de las presentadas anteriormente, que tenga una mejor relación técnica-económica. En esta etapa se definen las características de la obra con datos recogidos en el campo.

La cuarta etapa se conoce como estudio definitivo y en esta etapa se desarrolla la alternativa del estudio de factibilidad con el objeto de elaborar los documentos que permitan adquirir los materiales y equipos que se utilizarán en la construcción de la obra.

La Red Eléctrica, objeto del presente Estudio, ha sido materia - de un análisis secuencial llevada a cabo con relación al Estudio del Plan Tacna, Primera y Segunda Etapa, así como en el Estudio de Factibilidad Afianzamiento de la Potencia del Sistema Eléctrico Tacna-Moquegua. En el primero de estos Estudios, realizado por Electric Power Development Company, Ltd. (EPDC), se trató la factibilidad técnico-económica del aprovechamiento hidroeléctrico de la cuenca del Río Curibaya alimentado fundamentalmente por el almacenamiento hídrico de la Laguna Aricota. Los Estudios de este Proyecto fueron iniciados en 1962 y concluyeron con la puesta en servicio de las CC.HH. Aricota N° 1 y Aricota N° 2 y la Red Eléctrica Asociada, en 1967. La segunda etapa del mismo prevé el reaprovisionamiento de agua del Sistema Hídrico de dichas Centrales por medio de obras de infraestructura, canales y túneles de aducción, aprovechando el potencial hídrico de la Laguna Lariscota y la Laguna Vilacota y permitirán mantener el nivel de agua adecuado para la operación de las dos centrales hidroeléctricas. El proyecto Afianzamiento, del Sistema Eléctrico Arequipa, Moquegua y Tacna, por su parte, analiza la factibilidad técnico-económica del transporte de energía de la zona de Arequipa a los Departamentos de Moquegua y Tacna.

En atención a lo anteriormente expuesto, el procedimiento a seguir en el desarrollo de este trabajo comprenderá los siguientes aspectos: Descripción de todas las Instalaciones Eléctricas Asociadas a la Red Eléctrica bajo estudio; concepción del proyecto, término este que abarca el estudio de las necesidades de comunicación actuales y futuras de la Red Eléctrica bajo estudio, relación de las instalaciones del proyecto con las instalaciones existentes y las previstas en otros proyectos, criterios de normalización de equipo con la finalidad de facilitar la operación y el mantenimiento de estos equipos. Finalmente, se procederá al diseño de la alternativa elegida para el Sistema de Telecomunicaciones que permitirá elaborar la documentación requerida para la implementación del proyecto.

C A P I T U L O I I

SISTEMA ELECTRICO EXISTENTE ARICOTA-TACNA

2.1 Generalidades

Actualmente en el Departamento de Tacna se encuentran operando las Centrales Hidroeléctricas Aricota N°1 y Aricota N° 2, las que por intermedio de la Red Eléctrica Asociada alimentan las zonas de Locumba, Tomasiri y la Capital del Departamento de Tacna, así como refuerzan la Red Eléctrica de la Empresa Southern Perú Copper Corporation, mediante una interconexión en la S.E. Toquepala.

La Central Hidroeléctrica Aricota N° 1, ubicada a la altura del cruce de la Quebrada de Chintari con el Río Curibaya, se diseñó para que con un caudal promedio de 4.6 m³/seg. y una caída neta de 617.1 m. produzca una potencia de 23.5 MW y la Central Hidroeléctrica Aricota N° 2, por su parte, con un caudal promedio de 4.6 m³/seg. y caída neta de 311.8 m. genere 11.8 MW. Actualmente, sin embargo, el nivel de la laguna ha descendido ostensiblemente a un grado tal que se ha hecho necesario bombear agua de la laguna a un túnel de aducción, modificando por ende la estructura hidráulica de las Centrales. El bombeo se realiza mediante dos bombas. El modo de operación de estas centrales es en Tadem, es decir, la segunda central reaprovecha las aguas expulsadas por la primera.

Eléctricamente estas centrales están interconectadas a una tensión de 66 kV y actualmente del patio de llaves de la Central Hidroeléctrica Aricota I se alimenta la planta de bombeo de la laguna de Aricota a una tensión de 10 kV.

Las regiones eléctricas de Tacna y SPCC por su parte, se alimentan desde el Patio de Llaves y Subestación de la Central Hidroeléctrica Aricota N° 2. El grupo instalado en este lugar genera una tensión de 11 kV, que luego se transforma a tensiones de 66 kV y 138 kV, mediante un banco de transformadores monofásicos, conectados en delta-estrella. La instalación de transformadores monofásicos obedece principalmente a condiciones de transporte a la zona, poco favorable para el traslado de equipos muy pesados y grandes, así como a la confiabilidad de la red.

La red eléctrica asociada al sistema de generación la constituyen la línea de transmisión, simple terna Aricota N° 2, Tomasiri, Tacna (Para), cuyas longitudes aproximadas son 58.3 km. (Aricota-Tomasiri) y 40 km. (Tomasiri-Tacna). Asimismo, desde la S.E. Tomasiri se tiende una línea en 66 kV a Locumba de aproximadamente 36 km. y, desde la S.E. Tacna (Para) hacia la S.E. Yarada en 66 kV con una longitud aproximada de 27 km. La red se completa con la L.T. en 138 kV desde la C.H. Aricota N° 2 hacia la S.E. Toquepala, de 32 km. de longitud. La configuración de la Red se muestra en el Plano N° CCR-001.

Cabe destacar que dentro del proyecto de implementación de estas instalaciones se ha considerado la posibilidad de ampliar a dos el número de salidas en 138 kV de la Salida de la C.H. Aricota N° 2, que sería la previsión incluida en el estudio del Plan Tacna 1ra. Etapa, para el presente proyecto.

2.2 Sistema de Telecomunicaciones Existente

Asociada a la Red Eléctrica anteriormente descrita, a continuación incluimos un resumen de los principales equipos del Sistema de Telecomunicaciones, el cual presta los siguientes servicios.

1. Telefonía
 - 1.1 Sistema de Disco
 - 1.2 Sistema de Llamada por tono
 - 1.3 Red de Onda Portadora
2. Radiocomunicaciones
3. Transmisión de Datos (Telemedida)
4. Teleprotección

2.2.1 Telefonía

La telefonía tiene el objeto de permitir labores de operación y mantenimiento en la Red Eléctrica al facilitar el curso de llamadas fónicas en forma oportuna y segura, entre dos o más estaciones que tienen que ver con la coordinación de dichas acciones.

La red telefónica en actual operación está compuesta por dos sistemas independientes:

1. Sistema de Llamada por disco
2. Sistema de Llamada por tono de línea compartida

2.1.1.1 Sistema de Llamada por Disco

Este sistema esta conformado por dos centrales telefónicas del tipo PAX (Private Automatic Exchange) una de las cuales está instalada en el edificio de control de la Central Hidroeléctrica Aricota N° 2 y la segunda en el edificio de control de la S.E. Tacna (Para) con abonado remoto en la S.E. Yarada.

El dimensionamiento de esta red telefónica permite un tráfico fluido de los diferentes abonados, con un grado de servicio convergente a un valor de 0.02 de disponibilidad en el curso de llamadas.

Las características principales de esta central, se listan en el Anexo N° 1.

Estas Centrales están previstas para permitir la conexión de abonados y enrutar llamadas entrantes o salientes hacia la Central por medio de dispositivos transladores urbanos. Asimismo, permiten realizar conexiones de llamadas en tránsito cuando se tratan de redes telefónicas organizadas en Tandem (una a continuación de otra).

Esta red telefónica trabaja según el principio de barras cruzadas. Este modo de conmutación se caracteriza por tener selectores que trabajan - de acuerdo a la técnica de ayuda mutua y conjugada.

Esto permite un eficiente empleo de los selectores, a la vez que reduce los pasos de selección.

2.2.1.2 Sistema de Llamada por Tono de Línea Compartida

Este sistema está conformado por el enlace de equipos conectados en paralelo en las siguientes instalaciones del Sistema de Potencia:

S.E. Tacna (Para) (2)

S.E. Losumba (1)

C.H. Aricota N° 2 (2)

C.H. Aricota N° (1)

Planta de Bombeo (1)

S.E. Toquepala (3)

S.E. Ilo Ciudad (1)

Planta Térmica de Ilo (1)

El enlace entre los diversos abonados se efectúa utilizando circuitos híbridos y enlaces de onda portadora, tal como se muestra en el Plano N° CCR-002.

En este plano se muestra la presencia de tres circuitos que trabajan independientemente

El principio de funcionamiento de este sistema consiste en conectar todos los equipos de llamada por tono a una barra común que hace las veces de circuito de interconexión. La selección se realiza por envío y recepción de frecuencias, en un número de 10 a 20 utilizando una de ellas para la selección de un abonado. La falta de privacidad inherente de estos equipos se debe a que comparten la misma línea de conexión.

Existen otros equipos que por medio de un bloqueo impide el ingreso de otro abonado a la red cuando está en uso, salvo abonados a quienes se le ha asignado prioridad.

La interfase entre el equipo terminal de comunicaciones y el equipo de llamada por tono, es el circuito híbrido, el cual a la vez acopla impedancias y permite la regulación de niveles entre los equipos a través de amplificadores atenuadores.

Los circuitos híbridos existen en varios tipos y reciben su denominación por el número de entradas y salidas, así tenemos:

4-2 (una entrada, una salidas)

4-4-2-2 (dos entradas, dos salidas)

4-2-2 (una entrada, dos salidas)

2.2.1.3 Red de Onda Portadora

La red de Onda Portadora comprende equipos mono, bi y tricanales, -
dispuestos e instalados como se muestra en el Plano N° 003 y se utili
za como soporte de transmisión para el curso de llamadas telefónicas,
señales de datos y teleprotección.

El tipo de acoplamiento utilizado es de fase-tierra.

La experiencia acumulada desde el año de su instalación (1967) a la -
fecha demuestra que esta configuración es suficientemente segura dado
que no se han presentado pérdidas de transmisión por fallas en la línea.

2.2.2 Radiocomunicaciones

2.2.2.1 Introducción

El sistema de radio está estructurado a fin de cubrir dos tipos de servi
cio:

1. Enlace duplex punto-punto
2. Radio para servicio móvil

El enlace duplex punto-punto entre la S.E. Aricota N° 2-S.E. Tacna,
es utilizado para establecer un enlace telefónico duplex entre las esta
ciones mencionadas (Interconecta centrales telefónicas automáticas).

El equipo de radio para servicio móvil permite monitorear las labores

de mantenimiento de la línea al establecer contacto fónico entre la unidad móvil de radio y la S.E. Tacna (Para).

2.2.2.2 Descripción del Sistema

El sistema de radio comprende una estación transmisora, ubicada en el Cerro Para, localizada aproximadamente 3 kms. de la subestación Tacna.

En este lugar se ha instalado el equipo transmisor-receptor para el enlace punto-punto y el equipo transmisor-receptor para el servicio móvil. Ambos equipos son operados desde la subestación Tacna por medio de equipos de control remoto. El sistema de antenas lo conforman dos antenas Yagi de 3 elementos y 6 dB de ganancia para el enlace duplex y un dipolo vertical (látigo) para el sistema de radio móvil.

La potencia de salida de ambos equipos es de 10 vatios y las frecuencias de operación son las siguientes:

Radio móvil	:	163.8 MHz
Duplex	:	42.5 MHz transmisión
		47.5 MHz recepción

La estación transmisora de la C.H. Aricota N° 2 está ubicada en el Cerro Chintari a aproximadamente 4 kms. de la casa de control de la central.

El sistema de antenas lo componen dos antenas Yagi de tres elementos y 6 dB de ganancia. Una para la transmisión y la segunda para la recepción. La caseta de la estación alberga el juego de baterías, el -

cargador y el equipo de radio y su respectivo control remoto. Tanto la estación de radio del cerro Para como la estación de radio del cerro Chintari se alimentan en corriente alterna por medio de conductores sobre postera de madera, que a la vez transporta el cable piloto para transmisión fónica, señalización y control.

El sistema de radiomóvil permite con buena calidad comunicar la unidad móvil con la cuadrilla de trabajo dentro de un radio de 50 kms. desde la estación de radio Para.

2.2.3 Telemedida

El sistema de telemedida permite la transmisión de información desde la S.E. Toquepala y S.E. Ilo hacia la central térmica de Ilo.

La forma de adquisición de la información es la convencional y se utilizan convertidores de medida que van conectados a los equipos de onda portadora mediante modems.

2.2.4 Teleprotección

Los equipos de teleprotección están dispuestos de la siguiente manera:

- (1) Un sistema del tipo ON-OFF (Tipo bloqueo)
- (2) Un sistema del tipo disparo directo (control remoto)
- (3) Un sistema del tipo transferencia de disparo

1. Equipo terminal del tipo ON-OFF

Este equipo se usa para la transmisión de la señal de bloqueo accionada por los relés de protección.

Cuando ocurre una falla en la S.E. Ilo, se envía una señal de bloqueo desde la S.E. Ilo a la C.T. Ilo.

El receptor on-off en la C.T. Ilo al recibir la señal de bloqueo proveniente de la S.E. Ilo acciona un contacto de inhibición al relé de protección evitando la apertura del interruptor de la C.T. de Ilo.

2. Equipo del tipo de disparo (control remoto)

Este equipo se usa para el comando de distancia de los interruptores. Este equipo está instalado entre la C.T. Ilo (transmisor) y la S.E. Ilo (receptor).

El transmisor envía siempre la señal de guarda y cuando hay una falla envía la señal de operación de emergencia.

3. Equipo del tipo transferencia de disparo

Este equipo se utiliza para un sistema de teleprotección por transferencia de disparo.

Estos equipos están instalados entre Toquepala (transmisor) C.T. Ilo (receptor) y entre Ilo S.E. (transmisor) y Toquepala (receptor). El transmisor envía siempre una señal de guarda y cuando los relés de protección dan la señal de comando, el transmisor envía la señal de disparo al relé de protección respectivo.

C A P I T U L O I I I

SISTEMA DE TELECONTROL AREQUIPA-MOQUEGUA-TACNA

3.1 Introducción

El objeto del Estudio es averiguar la factibilidad técnico-económica del transporte de energía del sistema eléctrico de Arequipa hacia los Departamentos de Tacna-Moquegua.

En este estudio se considera la interconexión de tres sistemas eléctricos: El de SEAL (Sociedad Eléctrica de Arequipa), el de la SPCC (Southern Peru Copper Corporation) y el perteneciente a ELECTROPERU (Aricota - Tacna).

Actualmente en el Departamento de Arequipa se viene iniciando la construcción de la C.H. Charcani V y por otra parte las entidades respectivas, han iniciado los estudios definitivos de las Centrales Hidroeléctricas de Lluta y Lucilla con relación al proyecto de Irrigación de las Pampas de Majes. Ambos proyectos generarán energía suficiente como para cubrir la demanda de Arequipa y de la zona de Moquegua-Tacna. Por esta razón y teniendo en cuenta la futura demanda de estas zonas, presentada en la parte de mercado eléctrico del proyecto, se vió la conveniencia de estudiar la transmisión de energía mediante una L.T. a 220 kV, que partiendo de la S.E. Socabaya (Arequipa), llegue a la S.E. - Toquepala y continúe hacia Tacna a través de la Línea de Transmisión Aricota 2 - Tacna. El Plano N° CCR-004 muestra la configuración de esta Red Eléctrica.

Con el objeto de visualizar la transferencia de energía consideradas en este estudio, procederemos a detallar las proyecciones de demanda para los Sectores Arequipa-Tacna-Moquegua y Puno, tomando como referencia el sector Tacna-Moquegua al que irán interconectándose progresivamente el de Arequipa (1981 aprox,) y el de Puno (1986). Estos datos se han obtenido tomando como base el documento referencial de la Evaluación Nacional de la Demanda de Energía Eléctrica (Segundo Reajuste) Octubre de 1976, elaborado por la Dirección de Desarrollo Eléctrico del Ministerio de Energía y Minas.

<u>Año</u>	<u>Máxima Demanda (kW)</u>	<u>Consumo de Energía (MWH)</u>
1978	131,969	871,840
1980	146,791	909,378
1986	409,936	2'460,222
1990	510,164	3'011,060

En 1986 se espera generar entre la C.H. Charcani V y la C.H. Lluta 363 MW debiéndose disponer en 1992, con la entrada de la C.H. Lluçlla un total de 723 MW. Es de esperar que el déficit de energía previsto para 1986 sea resuelto en primera instancia posponiendo la interconexión del Departamento de Puno para una fecha más conveniente, en caso de ser esta la única forma de suministro de energía a Puno.

Por esta razón en este estudio se incide sobre todo en la interconexión Arequipa-Moquegua-Tacna.

En lo que al sistema de transmisión se refiere, en una primera etapa se implementará una línea de transmisión de 150 kms. de longitud entre Socabaya y Toquepala, completándose el circuito con la construcción de la L.T. Aricota N° 2 y Tacna (Zona Industrial).

En una segunda etapa se seccionará la línea en Moquegua donde se implementará una subestación de derivación para alimentar en primera instancia a Botiflaca. Asociado a las instalaciones eléctricas mencionadas se ha considerado la implementación de un sistema de telecomunicaciones cuyas características obedecen a la siguiente filosofía de explotación.

Todas las instalaciones, existentes y nuevas, están concebidas para ser operadas con personal permanente, desde sus respectivas Salas de Control.

Con el propósito de realizar una explotación más eficiente del sistema eléctrico interconectado y teniendo en cuenta además, su futura expansión, se ha considerado útil centralizar en el futuro la supervisión y coordinación de las operaciones en la Subestación Socabaya, donde se tendrá un panorama general del funcionamiento de todas las instalaciones.

La operación de la interconexión del Sistema Eléctrico que se propone en el Estudio, incluyendo la línea de transmisión a 138 kV que viene de Arequipa, se realizará en la Subestación Socabaya, donde se debe contar con toda la información para ejecutar desde allí las operaciones necesarias a su iniciativa.

De acuerdo a la topología de la Red Eléctrica y a las características propias de explotación, los tres subsistemas (Arequipa, SPCC, y Electro Perú Aricota-Tacna) podrán ser operadas en dos niveles:

En un primer nivel, cada subsistema podrá tomar decisiones internas de operación y mantenimiento de las instalaciones de su zona en forma independiente.

En un segundo nivel, las decisiones que impliquen acciones de operación y mantenimiento del Sistema Eléctrico Interconectado, se tomarán en el Centro Supervisor de Sacabaya. En este lugar se confeccionará programas de operación diaria, semanal y mensual, de acuerdo a los datos obtenidos de los diferentes subsistemas. Esta filosofía de operación abarca las dos etapas.

3.2 Sistema de Telecomunicaciones

3.2.1 Telefonía

A fin de coordinar la operación del sistema eléctrico interconectado se establezcan comunicaciones automáticas a través de centrales telefónicas privadas (PAX) entre las subestaciones Sacabaya, Toquepala, C.H. Aricota N° 2 y Tacna, con teléfono remoto en la Central Aricota N° 1 y Planta de Bombeo.

En una segunda etapa se instalará una central telefónica en la Subestación Moquegua y un teléfono remoto en la Subestación Botiflaca.

A efecto de implementar esta red, se ha previsto la instalación de una central telefónica nueva, de suficiente capacidad en la C.H. Aricota N° 2, trasladándose la existente a la Subestación Tacna Zona Industrial.

La red telefónica tendrá una configuración tipo "Malla" para las centrales principales Sacabaya, Toquepala y Tacna.

El sistema de llamada por tono (tone Ringing) existente, seguirá funcionando como lo hace actualmente con la inclusión de un abonado más a instalarse en la S.E. Zona Industrial.

Para más detalle referirse al Plano N° CCR-005

3.2.2 Telesupervisión

La operación del sistema eléctrico Interconectado será supervisado a distancia mediante el envío a Socabaya de las principales informaciones - consideradas en el proyecto. En el centro supervisor principal de Socabaya, las informaciones recibidas se visualizarán a través de un cuadro sinóptico y un pupitre (Supervisión en segundo nivel).

Asimismo, Toquepala y Aricota N° 2 funcionarán como Centrales Supervisoradas-Secundarias, donde llegará las informaciones internas de operación de su zona (Supervisión en primer nivel). Además, desde Socabaya, llegará hasta Toquepala, la información necesaria para la información necesaria para la puesta en paralelo de este punto.

Los centros de Supervisión Secundarios seleccionarán la información - principal que luego enviarán al Centro Supervisor de Socabaya.

En una segunda etapa se integrará un Centro Supervisor en Moquegua y una estación remota en Botiflaca, a fin de coordinar las maniobras de - la línea de transmisión Moquegua-Botiflaca, 138 kV.

El equipo terminal de telesupervisión deberá ser capaz de transmitir las siguientes informaciones:

Señalización

Indicaciones

- Posición de Interruptores
- Estados de grupos generadores

- . Ausencia de tensión en líneas
- . Alarmas de disparo de interruptores (fallas)

Medidas Analógicas

- . Potencia activa/reactiva en líneas, generadores o transformadores
- Tensión en barras y/o líneas
- . Corriente en líneas

Para mayor información remitirse al Plano CCR-006.

3.2.3 Teleprotección

Las nuevas líneas de transmisión 138 kV Socabaya-Toquepala y Aricota N° 2 - Zona Industrial (Tacna), estará provistas de dispositivos de teleprotección de "Transferencia de Disparo Permisivo" por onda portadora, que en conjunto con los relés de distancia previsto, permitirán la apertura coordinada de los interruptores 138 kV ubicado en ambos extremos del tramo de línea perturbada. El esquema de principios de este Sistema se muestra en el Plano N° CCR-007.

3.2.4 Red de Onda Portadora

El medio principal de transmisión será el sistema de onda portadora sobre las líneas de alta tensión a través del cual se cursarán las señales de telefonía, telesupervisión y teleprotección descritas anteriormente.

Se ha previsto la siguiente capacidad de canales de Onda Portadora; - de acuerdo al flujo de información esperado:

Socabaya-Toquepala:	2 canales
Toquepala-Aricota N° 2:	1 canal

-	Socabaya-Aricota N° 2:	1 canal
-	Toquepala-Ilo:	1 canal
-	Aricota N° 2-Zona Industrial:	1 canal

En una segunda etapa, la implementación de la Subestación Moquegua implicará cambios en uno de los canales directos Socabaya-Toquepala, convirtiéndose Moquegua en una estación de tránsito. El otro canal - directo Socabaya-Toquepala se mantendrá y se instalará un canal entre Moquegua y Botiflaca.

El acoplamiento de los equipos de Onda Portadora a las nuevas líneas será del tipo conexión "Fase-Fase", a fin de incrementar la disponibilidad en la transmisión.

Se utilizarán equipos de banda lateral única de canal compartido.

El sistema de transmisión se completa con un canal por cable entre Aricota N° 2 y Aricota N° 1; y un segundo entre Aricota N° 1 y la Planta de Bombeo 1. Para mayor información referirse al Plano N° 008.

3.2.5 Radiocomunicaciones

A fin de coordinar las labores de mantenimiento de las líneas de transmisión del sistema eléctrico interconectado, se implementará una red de radiocomunicaciones con estaciones fijas y móviles. Esta red servirá - como vía de respaldo para cursar comunicaciones de emergencia en caso de falla de Onda Portadora. Se empleará preferentemente la banda de muy alta frecuencia 150 MHz (VHF).

C A P I T U L O I V

ALCANCE DE LAS TELECOMUNICACIONES EN LAS REDES ELECTRICAS

4.1 INTRODUCCION

Las Telecomunicaciones en Redes Eléctricas surgieron como una necesidad de establecer una red de comunicaciones y para tráfico de información (Data, video, mensajes, etc.) de gran confiabilidad y seguridad. El Sistema de Telecomunicaciones en Redes Eléctricas se constituye en el Sistema Nervioso que permite la operación, mantenimiento y administración de éstas en una forma más eficiente y asegurando sobre todo una gran calidad de servicio con el mínimo de interrupciones del suministro de energía.

Los Sistemas de Telecomunicaciones en Redes Eléctricas permiten implementar los siguientes servicios:

- a. Telefonía
- b. Comunicaciones móviles
- c. Teleprotección
- d. Telex
- e. Telesupervisión y Telecontrol
- f. Equipos para localizadores de falla
- g. Registradores

A continuación describiremos brevemente las particularidades de cada uno de estos servicios:

4.2 Telefonía

El objetivo de la telefonía es directo en esencia, esta es permitir las comunicaciones verbales entre todos aquellos lugares, partes de la Red Eléctrica, que tienen que ver con la operación de la misma. En la Telefonía aplicada a redes eléctricas hay que distinguir hasta tres tipos de comunicaciones clasificados a continuación según su importancia; así tenemos:

- Comunicaciones para despacho de carga (básicamente órdenes para consignas de operación)
- Comunicaciones de coordinación básica
- Comunicaciones de carácter administrativo
- Comunicaciones privadas (muy urgentes)

A partir del requerimiento de fluidez y seguridad del primer tipo de comunicaciones existen la tendencia actual de implementar una Red Telefónica que atiende exclusivamente a este tipo de llamadas; especialmente se usa un sistema que utiliza la técnica de llamada por Tono de Línea Compartida (Tone Ringing Party Line) y paralelamente a este sistema se utiliza equipos que trabajan en la técnica de conmutación automática (PAX o PABX) a fin de atender el otro tipo de comunicaciones. Sin embargo, las redes telefónicas implementadas utilizando la segunda técnica se planean de manera tal de ofrecer otro tipo de servicios como; asignación de prioridad a los abonados más importantes, llamadas de conferencia, conexión a redes para comunicaciones móviles o sistemas busca personas. Un planeamiento cuidadoso en cuanto a la disponibilidad o volumen de tráfico debe ser considerado en estas redes a fin de conseguir un buen grado de servicio.

El principio de funcionamiento de los Sistema de Llamada por tono de Línea Compartida es que todos los abonados de la Red Telefónica están conectados a una línea de enlace comun a la que, en principio, todos tienen acceso.

Cuando la línea es ocupada por un par cualquiera de abonados los de más abonados pueden tener acceso libremente a ellos; es decir, pueden añadirse a la conversación sin mayor trámite, sin embargo, existen algunos sistemas que establecen todo un mecanismo de ocupación a través de las señalizaciones respectivas. Por ejemplo, tono de ocupado, to no de ocupación e inclusive permite la conexión a redes de señalización E. y M.

La conmutación automática por su parte establece dentro de las Centrales Electromecánicas dos tipos de Selección; uno de ellos es el Sistema Rotary (ya abandonado) y el segundo sistema por conmutación espacial Pentaconta cross point o Barras Cruzadas. La ventaja del segundo con respecto al primero es la disminución de los pasos de selección y una consecución de la conexión en forma más eficiente. La siguiente generación de los sistemas de conmutación automática es la conmutación electrónica controlado por microprocesador del tipo espacial-temporal. El manejo de todo el proceso de conexión se hace centralizando la -operación en el microprocesador o microprocesadores (dependiendo de la capacidad), el cual/es ordena/n la conmutación matricial, que está conformado por diodos. Este tipo de conmutación ofrece características de flexibilidad ilimitadas.

4.3 Comunicaciones móviles

Dentro del campo de comunicaciones móviles caen las comunicaciones de radio para realizar labores de mantenimiento, sea de Líneas de Alta Tensión o Tomas o Presas en el caso de infraestructura Hidráulica - para Centrales Hidráulicas. El objetivo fundamental de estos servicios es asegurar el monitoreo de una operación de mantenimiento de la cuadrilla de mantenimiento desde un puesto de observación central.

El Sistema para comunicaciones móviles lo conforman una estación base, una o varias estaciones repetidoras, según el área de cobertura de la Red para comunicaciones móviles y estaciones móviles para instalación vehicular y portátiles.

La banda a utilizar preferentemente es la de VHF con enlazamientos troncales en UHF a fin de lograr eficiencia en el plan de frecuencia y eficiencia en la Red de Radio Móvil.

El otro campo de acción de las comunicaciones móviles es el de sistemas busca personas que normalmente tiene aplicaciones urbanas o en centros de generación, como campamentos de obras, etc. Mediante este tipo de comunicaciones es posible la ubicación de personal de operación que se desplaza en cualquier punto dentro del área de cobertura del Sistema de Radio busca persona. La infraestructura lo conforman - una estación de radio base y receptores portátiles en los usuarios.

La figura N° 009 muestra el esquema de principios para estas comunicaciones móviles.

4.4 Teleprotección

La Teleprotección es un término aplicado a la técnica por medio de la cual se comanda la apertura, cierre o bloqueo de apertura, de interruptores a distancia. La teleprotección surgió como una consecuencia de las limitaciones presentadas por los sistemas de protección convencionales para resolver problemas específicos de protección en los Sistemas de Potencia tales como coordinación de tiempo límite de apertura simultánea o bloqueo selectivo.

Los equipos de Teleprotección están normalmente asociados a relés de distancia, los cuales operan a partir de una medida de impedancia (óhmica resistiva o reactancia).

A fin de aclarar un tanto el marco de operación estableceremos algunos requerimientos de los Sistemas de Protección, ellas son:

- Sensibilidad
- Confiabilidad
- Selectividad

La sensibilidad se refiere a la capacidad del Sistema de Protección, a través del relé, de reaccionar al tipo de falla para el cual ha sido programado, por ejemplo, detección de fallas a tierra, sobre corriente, sobre tensión, variación de impedancia, etc.

La confiabilidad es la propiedad del relé de distinguir una falla verdadera de una señal falsa a consecuencia de emisiones espúreas cercanas.

La selectividad en un relé se cumple cuando ha sido capaz de aislar solamente el elemento o sistema fallado permitiendo el funcionamiento de los otros sistemas asociados al conjunto.

De las características de los sistemas de protección anteriormente descritos la que estudiaremos con más detenimiento es la selectividad sobre todo por estar asociado a la operación de relés de distancia.

La selectividad se aplica especialmente al caso de Líneas Extensas con derivaciones intermedias que pueden ser en "T" o entrada y salida y en Sistemas Eléctricos organizados de tal manera de permitir una alimentación en ambos sentidos.

El relé de distancia como ya se dijo mide básicamente la impedancia, específicamente de una línea y puede graduarse para una medición de bajo alcance (under-reaching) o sobre el alcance (Over-reaching). En la primera configuración se logra selectividad inmediata porque el relé opera cuando la falla se produce dentro del tramo de línea en observación; sin embargo, por consideraciones de operación entre las cuales se distingue la estabilidad del Sistema Eléctrico y las consideraciones de operación de apertura del interruptor en el extremo opuesto del relé que opera en primera instancia, se requiere una transferencia de disparo. Esta configuración da lugar al esquema de Teleprotección conocido como transferencia de disparo condicionado. En este caso el relé que detecta la falla en primera instancia excita el transmisor de los equipos de teleprotección para transferir el disparo al otro extremo de la línea a proteger con lo cual se produce el disparo del interruptor instalado en este extremo previo chequeo de la excitación del relé instalado en este lugar lo cual da el paso del disparo.

La otra configuración la de sobre alcance se caracteriza por programar a los relés de distancia para que detecten fallas en primer escalón más allá del tramo de línea bajo consideración. Este tipo de configuración de protección da lugar a la implementación de esquemas de Teleprotección de transferencia de disparo permisivo por comparación direccional.

Existen otros esquemas tales como Prolongación del escalón del relé de protección el cual consiste en provocar, mediante la transferencia de disparo, la prolongación del escalón del relé de distancia que ha sido graduado para sub-alcance. La otra configuración se refiere al bloqueo de la apertura de un interruptor a partir de la señal de un relé de manera de mantener el flujo de energía en una Línea de Transmisión en buenas condiciones. Esta configuración se emplea generalmente con relés de distancia graduados para sobre alcance.

El teledisparo directo, esto es cuando la transferencia de disparo ordena la apertura de un interruptor sin ninguna restricción, se emplea normalmente con relés de distancia graduados para subalcance.

De acuerdo al esquema de Teleprotección a emplear, para los equipos de teleprotección se exige ciertas características de operación que a continuación se detallan:

Seguridad

Se define a la capacidad de los equipos de Teleprotección de reconocer una señal verdadera de una falsa generada por ruidos, emisiones espúreas u otras formas de interferencia.

Confiabilidad

Es la capacidad de los equipos de Teleprotección de ejecutar una transferencia exitosa al primer intento.

Tiempo de Operación

Se traduce como el tiempo que demora el equipo de Teleprotección en transferir una señal de extremo transmisor al extremo receptor.

La siguiente tabla describe las anteriores características referidas a un esquema de Teleprotección específico:

ESQUEMA DE TELEPROTECCION	Ajuste típico de relé de distanc. 1er.escalón (%)	Exigencias de Transmisión		
		Seguridad	Confiab.	Veloc.
1. Transferencia de disparo con <u>condicionado Subalcance</u>	85	M-A	A	M-A
2. Transferencia de disparo por <u>comparación direccional sobre alcance</u>	130	M	A	A
3. Prolongación del escalón	85 (130)	B-M	A	A
4. Transferencia de disparo <u>directo, sobre alcance, para bloqueo de apertura de interruptor</u>	130	B	M	A-S
5. Bloqueo	85 (130)	B	M	A-S
6. Liberación	130	M	M	A
7. Transferencia de disparo <u>directa</u>	85	S	A	M-A

M = Media

A = Alta

B = Baja

S = Severa

4.5 Telex

El intercambio automático de textos cubre una labor muy importante - cuando se aplica a la transmisión de programas de explotación (asignación de valores de generación, valores de consigna, asignación de - cargas, etc.) .

En muchos casos la configuración de la red es para una operación punto a punto, sin embargo existen otras configuraciones en las cuales se requieren de centrales de conmutación de redes de Telex que permitan el flujo sostenido de señales de Telex.

4.6 Telesupervisión y Telecontrol

Este término se aplica a la técnica por medio de la cual se hace posible el intercambio de información orientado a la optimización de un - proceso. Dentro del contexto de la telesupervisión y el telecomando la palabra información juega un rol muy importante y ésta caracteriza un estado dentro del proceso cuyo conocimiento permite el seguimiento y manejo con el consiguiente logro de los objetivos.

Por su parte un proceso es un conjunto de operaciones ordenadas que ocurren con el fin de elaborar un producto o ejecutar un servicio. Los procesos normalmente involucrados con el uso de sistemas de Telesupervisión y Telecontrol se desarrollan en etapas, generadoras de información, distribuidas en una gran extensión física de terreno las cuales es necesario integrar. Esta integración es posible mediante Sistemas de Telesupervisión y Telecontrol los cuales básicamente permiten la adquisición de información, transmisión y posterior tratamiento en un Puesto Central.

En general, los Sistemas de Telesupervisión y Telecontrol se componen de las siguientes partes:

- Puesto Central
- Estaciones Remotas
- Red de Transmisión de Datos

4.6.1 Composición de un Sistema de Telesupervisión y Telecontrol

La composición y funciones de cada uno de estos elementos se describen a continuación:

4.6.1.1 Puesto Central

El puesto central está conformado por un par de computadores que trabajan en una configuración dual en la cual una de ellas actúa como reserva activa de la otra. El Sistema de procesamiento lo completan memorias auxiliares del tipo de disco, las unidades periféricas de entrada (teclado), perforadoras y de salida como pantalla, registradores, panel mímico, su objetivo básico es el procesamiento de información y el planeamiento, a través de los anterior, de programas de explotación. - La figura N°010 muestra esquemáticamente la configuración de un Puesto Central.

4.6.1.2 Estación Remota

La estación remota, actualmente organizada alrededor de microprocesadores a fin de conseguir un trabajo inteligente, cumple la tarea de adquisición de información y ejecución de órdenes de explotación. Todas las estaciones remotas conversan con el puesto central en tiempo real.

El tipo de información que manejan estaciones se distingue por su naturaleza y pueden ser de tipo digital o analógico.

La figura N°010 muestra esquemáticamente la configuración de una Unidad Terminal Remota.

4.6.1.3 Red de Transmisión de Datos

Obedece en su configuración a la topología de la red y generalmente se trata de implementar una Red de Transmisión de Datos de una elevada disponibilidad de manera tal de asegurar un transporte fluido de información.

Las configuraciones que normalmente se presentan son las siguientes:

- Radial
- Serie
- Lazo

○ una combinación de ellas.

La organización de la Red de Transmisión de Datos juega un rol importante y de su configuración depende la eficiencia del Sistema de Adquisición de Datos, representando como un tiempo de actualización razonable y una actuación rápida en caso de contingencias graves en la Red Eléctrica.

4.6.1.4 Organización de Sistemas de Telesupervisión y Telecontrol

Uno de los capítulos más importantes en la concepción de Sistemas de

Telesupervisión y Telecontrol es el de la organización de estos atendiendo a las funciones que cumple dentro de la Red Eléctrica, así tenemos en el nivel más bajo a los Centros de Control, los cuales tienen a su carga una o varias estaciones orientadas a la distribución de la Energía Eléctrica.

En el segundo nivel tenemos los Centros de Control Regionales, los cuales tienen a su cargo la explotación y administración de los Sistemas - de Generación, Transmisión en una región eléctrica. La delimitación de regiones eléctricas obedece a la distribución de fuentes de generación y Centros de Consumo de Carga, los cuales deben estar cerca y dispuestos de tal manera que por medio de lazos el suministro de energía sea asegurado. Las Regiones Eléctricas se diferencian además por el nivel de tensión que tienen a su cargo el cual está en el rango (discreto) de 132 kV - 230 kV.

El Nivel Superior es el Centro de Despacho Nacional, el cual tiene a su cargo la elaboración de los programas de explotación de toda la red así como manejar tensiones Extras Altas, del nivel de 440-500 kV.

Las interconexiones internacionales son manejadas a este nivel. Toda la programación fuera de línea (off-line) que tiene que ver con la operación de la red en su conjunto se realiza a este nivel.

La figura N^o12 explica de una manera gráfica lo expuesto en este apartado.

4.7 Equipos para localizadores de falla

Frecuentemente para el transporte de energía se requiere instalar Líneas de Transmisión de gran longitud, este hecho complica las labores

de mantenimiento desde el punto de vista de tiempo que toma ubicar el lugar exacto de la falla. Este problema ha sido resuelto mediante utilización de equipos de localizadores de falla, los cuales permiten mediante la emisión de una señal de radiofrecuencia, ubicar el lugar aproximado de la falla. A continuación describiremos el principio de operación de un equipo localizador de falla.

El equipo localizador de falla es básicamente un equipo transmisor- receptor, que emite una señal de radio frecuencia. Cuando se produce una falla, por puesta de una o más fases a tierra, la impedancia características de la línea en este punto varía, este efecto para propagación de señales de radio frecuencia genera señales reflejadas; en consecuencia el equipo localizador falla transmite una señal de radiofrecuencia de la suficiente amplitud y ancho de banda, la cual al llegar al punto de falla se refleja y es captada por el receptor del equipo localizador de falla. A partir de las características propias del equipo localizador de falla y de las características de línea se puede conocer la velocidad de propagación de la señal. El tiempo de ida y vuelta puede medirse fácilmente; luego mediante un cociente simple se puede hallar la distancia aproximada a la que se produce la falla:

$$X \approx \frac{Vf}{T_p}$$

Donde:

V: Velocidad de propagación
(c = velocidad de la luz)

T: Tiempo de transmisión

4.8 Registadores

A través de estos sistemas que son alimentados por el Sistema de Protección es posible determinar el origen y tipo de falla que se produce en una Red Eléctrica, a partir de un registro secuencial de operación de relés.

C A P Í T U L O V

PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

5.1 Objeto

El objeto del Capítulo Planteamiento de Alternativas es obtener una configuración óptima tanto desde el punto de vista técnico y económico para el Sistema de Telecomunicaciones asociado a la Red Eléctrica, luego de realizar una comparación de diferentes alternativas de configuración de Sistemas de Telecomunicaciones, utilizando criterios de evaluación como son: confiabilidad, facilidad de mantenimiento, flexibilidad y costos.

La ejecución de un análisis completo es solamente posible si se logra establecer el mayor número de alternativas; hecho que nos permitirá cubrir el amplio espectro de la tecnología para la implementación de Sistemas de Telecomunicaciones.

Con miras a facilitar el estudio y permitir una adecuada transmisión de información se ha dividido el sistema completo en los siguientes subsistemas; clasificados de acuerdo a la naturaleza de su función:

- a. Subsistema para el soporte de transmisión.
- b. Subsistema para el servicio telefónico.
- c. Subsistema para el servicio de teleprotección.

d. Subsistema para el servicio de radiomóvil.

5.2 Criterios de Evaluación

Las diferentes alternativas, para la configuración de los subsistemas, que se presentarán posteriormente serán evaluados a partir de los siguientes criterios, cuyas propiedades, alcances y ponderación se discuten a continuación:

5.2,1 Confiabilidad

La implementación de Sistemas de Telecomunicaciones privados para uso exclusivo en Redes Eléctricas se basa en un hecho observable-cotidianamente y que es la baja confiabilidad que ofrecen las Redes Públicas de Comunicación. En consecuencia, el requerimiento de confiabilidad para los equipos conformantes de Sistemas de Telecomunicaciones tiene que ser muy exigente y definitivamente es la característica de los equipos que tiene la ponderación más elevada al momento de evaluar una alternativa.

Los equipos de Telecomunicaciones están expuestos a los siguientes efectos:

Envejecimiento.

Calor, humedad y contaminación.

Choques eléctricos.

Tensiones externas

La manera cómo se comporten los equipos ante estos eventos exógenos es un indicativo de su confiabilidad medida en términos de vulnerabilidad o resistencia ante los mismos.

La confiabilidad puede definirse de la siguiente manera: Es la capacidad de un equipo de mantener sus características de operación, con el menor número de fallas o interrupciones dentro del período de vida que se le asigna.

La confiabilidad de un equipo se sustenta en dos factores:

- a. Material utilizado.
- b. La Tecnología empleada en el diseño y estructuración.

Referente al primer aspecto se puede decir que sola la utilización de elementos de comprobada calidad aseguran un buen comportamiento y durabilidad de los equipos.

La tecnología por su parte abarca el concepto de optimización y rendimiento, esto es configurar un equipo que presente características excelentes de operación y que a la vez esté estructurado de manera de obtener el máximo rendimiento de los elementos a utilizar.

La confiabilidad es medible y se expresa como un promedio de tiempo en el que se espera el equipo opere adecuadamente sin interrupciones. Este número es el MTBF o tiempo promedio entre fa

llas. Se expresa en horas.

5.2.2 Facilidad de Mantenimiento

La calidad del suministro de Energía Eléctrica está sustentada - en una continuidad de servicio o en el peor de los casos interrupciones de muy corta duración. Este objetivo sólo se logra si el Sistema de Telecomunicaciones opera con gran seguridad y disponibilidad en momentos de emergencia. La seguridad y disponibilidad de Sistemas de Telecomunicaciones se basa principalmente en - la confiabilidad de los equipos que lo conforman; sin embargo, durante eventos de falla de éstos es absolutamente indispensable una inmediata reposición del servicio, por lo que los equipos deberán estar previstos para un fácil mantenimiento.

Durante las labores de mantenimiento concurren tres elementos:

- a. Conocimiento del personal de mantenimiento.
- b. Previsión de mantenimiento de los equipos.
- c. Herramientas e instrumentos requeridos en el mantenimiento.

El primer elemento es fundamental en el proceso porque considera el elemento humano. Los conocimientos que acerca de la operación de un equipo posee el personal de una empresa está condicionada a la barrera del "cómo hacerlo" o Know How, la cual a su vez está en relación directa a la posición tecnológica de un país. Si a este hecho le añadimos el factor de experiencia, tenemos entre ma

nos un elemento muy complejo participante en las labores de mantenimiento. Con el fin de salvar el anterior obstáculo la elección de los equipos debe orientarse hacia la utilización de equipos de tecnología moderna pero sustentada en principios técnicos-conocidos y aceptados universalmente, toda vez que un entrenamiento no asegura necesariamente una eficaz transferencia del "cómo-hacerlo".

El segundo elemento también importante, es el de facilidades de supervisión y como extensión de ésta de detección de falla de los equipos. Un aspecto importante para este fin es la modularidad. La separación y definición de funciones integradas en los equipos ha permitido la construcción de éstos a partir de módulos que cumplen funciones independientes dentro del conjunto y por ende pueden ser supervisados independientemente. La modularidad asimismo, ha permitido una descentralización de funciones y facilidad de mantenimiento. Por otro lado, teniendo en cuenta que los módulos poseen dispositivos comunes en su configuración, se ha podido racionalizar el tipo y número de repuestos. Por lo tanto, la modularidad y facilidades de supervisión son requerimientos a considerar en la elección de los equipos para aplicación en Sistemas de Telecomunicaciones.

El tercer elemento se refiere a la disponibilidad de herramientas e instrumentos para realizar las labores de mantenimiento. Un juego de herramientas apropiado que permita un acceso rápido a

las partes del equipo y los instrumentos para evaluar objetivamente la falla, son requisitos indispensables para una correcta realización de las labores de mantenimiento.

5.2.3 Flexibilidad

Los Sistemas de Telecomunicaciones están creciendo dinámicamente como consecuencia de la expansión de las Redes Eléctricas que tienen que atender una demanda que está variando continuamente. Por otro lado, la integración de Sistemas Eléctricos aislados conduce necesariamente a la interconexión de los Sistemas de Telecomunicaciones asociados. Las características anteriores de los Sistemas de Telecomunicaciones conduce a requerimientos de flexibilidad y compatibilidad en los equipos de Telecomunicaciones.

Por flexibilidad se entiende, a la capacidad de un equipo de aceptar ampliación en sus servicios. La compatibilidad en cambio, es la propiedad que poseen los equipos de poder operar en conjunto con otros equipos existentes o futuros sin utilizar acoplamientos muy especializados.

5.2.4 Comportamiento

Los equipos de Telecomunicaciones están previstos para cumplir funciones cuyas características y alcances están detalladamente especificadas. Sin embargo, el cumplimiento del objetivo básico,

que puede ser por ejemplo transmisión, conmutación, procesamiento, etc., es cubierto por cada tipo de equipo de una manera que identifica su comportamiento de operación. Esta característica está en relación directa con el estado del arte de la tecnología empleada en la construcción de los equipos y se traduce como calidad de servicio.

5.2.5 Costos

Los costos dependen de muchos factores, externos e internos a la comercialización de los equipos y este debe ser integrado al conjunto de los criterios de evaluación a fin de determinar una mejor relación beneficio/costo.

5.3 Factores de Ponderación

La única manera de utilizar los criterios de evaluación en la determinación de la alternativa óptima para la implementación de Sistemas de Telecomunicaciones es asignar a cada uno un factor de ponderación, el cual define su relación con el todo. La mejor manera de asignar un número a cada criterio es realizar una revisión histórica del comportamiento de los equipos con el objeto de adoptar una decisión con respecto a la influencia de cada uno de los elementos de evaluación en el comportamiento total del equipo. Es fácil de comprender la interrelación inmediata o condicionada entre todos los criterios de evaluación; sin embargo, pue

den ser dimensionados individualmente. La asignación de prioridades es directa y se menciona a continuación:

- a. Confiabilidad 8
- b. Costos 6
- c. Facilidad de mantenimiento 3
- d. Comportamiento 2
- e. Flexibilidad 1

La determinación de los factores de ponderación realiza dentro de un rango de calificación de 0 a 20 unidades, así tenemos:

- a. Confiabilidad 0.4
- b. Costos 0.3
- c. Facilidad de mantenimiento 0.15
- d. Comportamiento 0.10
- e. Flexibilidad 0.05

5.4 Descripción de las Alternativas

En esta sección se presentan las alternativas a estudiar en la estructuración de los Sistemas de Telecomunicaciones. Las alternativas serán descritas en atención a sus características genéricas, características específicas y características asociadas o extensivas.

Con el objeto de facilitar el análisis se procederá a dividir el Sistema Total en subsistemas en atención a la naturaleza de su función. Desde este punto de vista tenemos los siguientes subsistemas:

- a. El subsistema para soporte de transmisión.
- b. El subsistema de Telefonía.
- c. El subsistema para comunicaciones móviles.

5.4.1 Subsistema para el Soporte de Transmisión

El término Soporte de Transmisión agrupa a todos los medios que se utilizan para enviar información de un punto a otro. Los medios de comunicación, los más importantes son:

- Onda Portadora sobre líneas de Alta Tensión.
- Radioenlaces en la Banda
 - . HF
 - . VHF
 - . UHF
 - . Microondas
- Líneas abiertas o cables telefónicos.
- Fibra Optica.

A fin de centrar mejor el análisis y orientarlo hacia la Red Eléctrica en estudio es necesario enumerar algunas características de ésta que inciden directamente en el análisis a realizar inmediata

mente.

1. La longitud de la Línea de Transmisión Aricota N° 2-Tacna, es de 103 Kms. y la distancia entre las estaciones en línea recta es de 63 Kms.
2. La longitud de la Línea de Transmisión Calana-Para es de 13 Kms. y la distancia entre las estaciones en línea recta de de 10 Kms.

A partir de estas consideraciones, a continuación describiremos - genéricamente las características de funcionamiento de cada uno - de los Sistemas más importantes.

5.4.4.1 Onda Portadora sobre Líneas de Alta Tensión

A través de la técnica de Onda Portadora se inyectan señales de radiofrecuencia a las líneas de energía de Alta Tensión para utilizarlas como medio de transmisión.

El acoplamiento de la señal de Onda Portadora hacia una o más fases de la línea se realiza por medio de equipos de acoplamiento - que comprenden básicamente

Condensadores de acoplamiento

Filtros de acoplamiento y dispositivos de protección.

Transformador Diferencial (Opcional).

Trampas de Onda.

5.4.1.2 Radioenlaces

El término radioenlace agrupa a todos aquellos fenómenos que tienen que ver con la propagación de ondas electromagnéticas. La comunicación utilizando equipos de radio es posible porque la propagación de las señales electromagnéticas se realiza con una atenuación mucho menor que la que se produce en fenómenos similares como la gravedad o el campo electrostático. En cuanto a infraestructura básica, los radioenlaces se efectivizan mediante un equipo transmisor-receptor y una antena incluyendo alimentación y cable coaxial, instalados en cada uno de los puntos a enlazar.

La calidad y capacidad de transmisión (número de canales a transmitir simultáneamente) está en relación directa con la banda de transmisión asignada a la transmisión; debido a, entre otras cosas, limitaciones prácticas (dimensiones de los elementos involucrados en la transmisión, influencia de ruido externo, etc.), el ancho de banda para transmisión y por ende el volumen de información a transmitir disponible es limitado. Desde este punto de vista una banda de frecuencia se presenta más apropiada para implementar un enlace de comunicaciones entre dos puntos. A continuación describiremos las características básicas de operación de cada uno de los sistemas de acuerdo a la banda de transmisión:

a. Banda de HF (Alta Frecuencia)

El espectro disponible en esta Banda de Frecuencia va desde los 3 MHz a los 30 MHz. En esta banda de frecuencias se distinguen dos formas de propagación: una espacial y la segunda por ondas de superficie.

La característica de propagación por onda de superficie es que las ondas de radio se trasladan siguiendo el contorno de la superficie terrestre y por lo tanto, se ven afectados por las características de conductividad, permitividad eléctrica y permeabilidad magnética del suelo, lo cual limita su alcance a partir del transmisor. La atenuación de las ondas de superficie se incrementan con la frecuencia, por esta razón en esta banda de frecuencia el enlace se realiza principalmente por ondas de espacio.

En la banda HF, se presenta un fenómeno muy singular de propagación por reflexión ionosférica y es en esta banda más eficiente que en cualquier otra; especialmente en comparación con la banda de Ondas Medias. El fenómeno de propagación por reflexión ionosférica se puede describir en los siguientes términos. La presencia de capas ionizadas en las capas altas de la atmósfera permiten actuar a éstas como espejos para las ondas electromagnéticas y por lo tanto la reflejan hacia la superficie terrestre permitiendo el establecimiento de un en

lace por reflexión ionosférica. Una de las características principales y que complica el uso de esta forma de propagación es la fuerte inestabilidad de la ionósfera, lo cual se traduce en una variación en el tiempo de la atenuación que experimenta la señal de radio haciendo que la recepción en un período grande de observación sea en promedio pobre. Sin embargo, debido a la propiedad de reflexión ionosférica es posible establecer enlaces de radio entre puntos muy distantes.

b. Banda de VHF (Muy Alta Frecuencia)

La banda de muy alta frecuencia se extiende desde los 30 a 300 MHz. En esta banda de frecuencia las ondas son fundamentalmente, ondas de espacio, puesto que la atenuación de las ondas de superficie es muy elevada. La propagación en esta banda de frecuencia es especialmente interesante ya que las ondas de radio se ven sometidas a fenómenos combinados de reflexión, difracción y refracción, lo cual permite comunicaciones, en el mejor de los casos, en lugares que se extienden más allá de la línea de vista o cuando simplemente no hay línea de vista.

b.1 Reflexión

El fenómeno de reflexión considera el haz electromagnético que llega al receptor luego de experimentar uno o más

rebotes en la superficie terrestre o formaciones montañosas presentes. La intensidad del rayo reflejado, así como la fase del mismo, dependen de la conductividad, de la permitividad dieléctrica (ϵ) y permeabilidad magnética (μ) de la superficie de reflexión. La polarización, esto es la orientación del vector campo eléctrico con respecto al plano terrestre, es también un factor que incide en las características de la señal reflejada resultante.

b.2 Difracción

El fenómeno de difracción describe la propiedad de las ondas electromagnéticas de salvar un obstáculo, penetrando en su región de sombra geométrica.

La difracción está relacionada con la forma del obstáculo, el cual determina el nivel de recepción después del obstáculo. Se han estudiado algunos casos de difracción como el de obstáculo puntiagudo y el esférico, ambos de una longitud infinita en el plano de propagación. El análisis teórico de estos casos de difracción demuestra la existencia de señal radioeléctrica importante aún después del obstáculo. La otra consideración importante en este fenómeno es su dependencia directa con la frecuen -

cia, esto implica una reducción de la señal presente después del obstáculo cuando la frecuencia de transmisión - crece.

b.3 Refracción

La refracción se refiere al proceso por el cual el haz electromagnético experimenta una desviación de su trayectoria natural como consecuencia de una variación del índice de refracción, esto trae como consecuencia un arqueo del haz que hace que el alcance del enlace se reduzca debido a la aparición de obstáculos que en condiciones de propagación con índice constante no lo serían.

c. Banda de Ultra Alta Frecuencia y Super Alta Frecuencia (Microondas)

El fenómeno de propagación en estas bandas de frecuencia se ajusta especialmente a la teoría debido fundamentalmente al estrechamiento del haz electromagnético, que hace que la energía se concentre en una determinada dirección. El efecto que caracteriza a la propagación de señales electromagnéticas en esta banda es la línea de vista, esto es que entre la antena transmisor-receptor la señal debe propagarse libre de obstáculo. El anterior concepto se puede expresar teóricamente de la siguiente manera: la separación entre la trayecto -

ria del haz y el obstáculo más próximo debe ser igual o mayor al 60% del valor del radio de la primera zona de Fresnel en el punto en consideración. Lo anterior conlleva un estudio cartográfico que determine el perfil del enlace, facilitando por ende la ubicación de los obstáculos potenciales. Los fenómenos de refracción y reflexión son importantes en estas bandas toda vez que complican la transmisión. La refracción obliga a utilizar el concepto de radio virtual, medido mediante un factor K, para corregir el efecto de curvación del haz electromagnético. La reflexión es muy importante, sobre todo en transmisión por el mar o zonas desérticas donde se produce una reflexión especular, tal que al sumarse al haz directo en el receptor, la señal resultante se ve seriamente afectada; en este sentido los cálculos de la onda reflejada son más necesarios y debido a su imprecisión es necesario realizar algunas pruebas sustentatorias del análisis.

d. Consideraciones de Operación

La anterior presentación sobre las características de transmisión de radioenlaces en las bandas de HF, VHF, UHF y SHF permite establecer las siguientes observaciones:

- a. La propagación de las señales en la banda de HF es fundamentalmente ionosférica, en consecuencia la inestabilidad de la ionósfera produce un enlace de radio con una

calidad de transmisión-recepción pobre para un servicio continuo.

- b. La banda de VHF se presenta especialmente apropiada para establecer comunicaciones fijas y móviles, en lugares de topografía difícil (valles encajonados, quebradas profundas, etc.) aprovechando la propiedad combinada de reflexión y difracción para extender la línea de vista.
- c. Las bandas superiores, esto es UHF y SHF, se consideran útiles en la instalación de enlaces punto a punto debido a su elevada confiabilidad y capacidad de transmisión.

5.4.1.3 Línea Abierta o Cable

Este tipo de enlace de Telecomunicaciones emplea un medio físico (línea abierta o cable) para conseguir la comunicación entre los puntos a enlazar.

La poca confiabilidad que posee este medio de transmisión, limita su utilización a cortas distancias, por ser un medio vulnerable a los efectos nocivos del medio ambiente, tanto a nivel de interferencia radioeléctrica como a la desaparición del enlace por daño a un elemento conformante. Su vulnerabilidad a señales nocivas-externas limita la utilización, por lo menos en la banda de Audio Frecuencia, a pocos canales de transmisión y bajas velocidades.

5.4.1.4 Fibra Optica

Es un medio de transmisión producto de la más reciente tecnología y se caracteriza por presentar una gran capacidad de transmisión y a la vez ser inmune a radiointerferencias externas. Su utilización es eficiente para distancias cortas. Se prefiere usarlo como elemento colector de datos, como enlaces intersistemas. Este medio de transmisión se ajusta especialmente para el envío de señales digitales ya que el requerimiento de linealidad del elemento generador de las señales lumínicas reduce la amplitud de la señal de salida, disminuyendo, como consecuencia de ello, la potencia efectiva de transmisión.

5.4.2 Subsistema de Telefonía

5.4.2.1 Generalidades

La Telefonía es un concepto aplicable a la técnica de conmutación que consiste en enlazar en el tiempo, en función de la ocurrencia, abonados conectados a un puesto de conmutación. Durante el proceso de conmutación se distinguen las siguientes fases: señalización, concentración, registro, selección, enlace y supervisión. La manera que los centros de conmutación estructuran este proceso determina el grado de comportamiento del mismo. Para el diseño de los centros de conmutación se recurre a la teoría del tráfico, la cual básicamente permite dimensionar los centros de conmutación -

ción mediante una evaluación de la distribución temporal de la demanda de comunicación por parte de los abonados. La unidad de tráfico telefónico es el erlang. El erlang mide el tiempo de ocupación de un conmutador en la hora de máxima demanda. El objetivo fundamental de un puesto de conmutación es el pase de la mayor cantidad de llamadas, para lo cual se exige un tiempo de ocupación mínimo. Todo este proceso es evaluado en la hora de máxima demanda.

La teoría de tráfico se sustenta en procesos estocásticos, esto es, en procesos aleatorios que obedecen a la Ley de Probabilidades. Dentro de la teoría de tráfico se distinguen tres eventos el primero se refiere a la Ley de Aparición de las llamadas, el segundo a la Ley de Ocupación y Liberación del Puesto de Conmutación y el tercero al Comportamiento en el Tiempo entre operación de llamadas. Todos estos fenómenos estudiados aisladamente y luego entregados dentro del conjunto: proceso de conmutación conlleva a la determinación del grado de servicio del sistema.

El grado de servicio es el término que identifica la capacidad (Nº de llamadas simultáneas) y la disponibilidad (probabilidad de logro de llamada al primer intento) del puesto de conmutación.

5.4.2.2 Conmutación Automática

Lo expuesto en el acápite anterior es especialmente aplicable al

caso de puestos telefónicos que operan de acuerdo a la técnica de conmutación automática según el principio Rotary o Cross Bar, que a la vez establezcan una conmutación espacial. La característica principal que distingue a este tipo de conmutación es que puede soportar un tráfico relativamente elevado y además permite el curso simultáneo de llamadas internas y exteriores.

En general la conmutación automática permite establecer servicios adicionales a los normales (o sea a la conmutación propiamente dicha) como por ejemplo servicio de operadora, conferencia, prioridad, etc.

5.4.2.3 Línea Compartida

En este caso no hay conmutación propiamente dicha pero si hay conexión telefónica. El término Línea Compartida en sí es claro cuando establece el hecho que los abonados telefónicos que operan bajo este sistema comparten un enlace común. La característica que distingue a este modo de enlace es la selección directa y la integración inmediata de abonados a una llamada en curso.

5.4.3 Comunicaciones Móviles

5.4.3.1 Generalidades

Las comunicaciones móviles establecen enlaces de frentes de traba

jo dentro de la Red Eléctrica con puestos de supervisión, por medio de señales hertzianas. Para este tipo de comunicaciones hay que distinguir un término muy importante y es el área de servicio. Dentro de las comunicaciones móviles, éstas se establecen en diferentes puntos, en un área de servicio, con el puesto de supervisión. El área de servicio involucra naturalmente las componentes del Sistema Eléctrico, tales como subestaciones, líneas de transmisión, centros de generación. Las alternativas de implementación de Sistemas para comunicaciones móviles son variadas y en general están sujetas a las consideraciones de propagación que se establecieron cuando se hizo el análisis del Subsistema de Transmisión. Sin embargo, incluiremos algunas particularidades que para este servicio presentan equipos que operan en la banda de HF y VHF.

5.4.3.2 Comunicaciones Móviles en HF

Estos sistemas para comunicaciones móviles sustentan su operación en la propagación de las señales electromagnéticas tanto como ondas de superficie y ondas espaciales, especialmente las ionosféricas, en consecuencia se pueden distinguir dos tipos de servicios primarios, uno estable debido a las ondas de superficie y el segundo inestable como producto de las ondas ionosféricas. Naturalmente debido a la elevada atenuación de las Ondas de Superficie, el servicio es mayormente cubierto por medio de Ondas Ionosféricas.

En condiciones óptimas de transmisión la cobertura puede abarcar el 100% dado que la propagación es por reflexión ionosférica

5.4.3.3 Comunicaciones Móviles en VHF

Las comunicaciones móviles en esta banda son de mayor calidad porque se puede lograr transmisiones más estables; sin embargo lugares de topografía difícil pueden disminuir el área de servicio como consecuencia de la presencia de obstáculos o interferencia por reflexión. La utilización de repetidoras para soportar el tráfico telefónico móvil se hace indispensable.

5.5 Configuración de las Alternativas

5.5.1 Generalidades

De acuerdo a la configuración de la Red Eléctrica es necesario establecer un intercambio de información entre las siguientes estaciones:

- a. C. C.H.H. Aricota N° 1 y N° 2
- b. S.E. Tacna (Calana)
- c. S.E. Tacna (Para)

La configuración de la Red Eléctrica aparece en el Plano N° 013

Con el objeto de facilitar la operación de la Red Eléctrica se es

tá considerando la instalación de los siguientes servicios para -
el Sistema de Telecomunicaciones:

- Telefonía
- Comunicaciones móviles
- Teleprotección
- Transmisión de datos (Previsión)

De acuerdo a los servicios considerados anteriormente y a la configuración de la Red Eléctrica determinante del volumen de tráfico se está planteando las siguientes configuraciones de alternativas divididas según la naturaleza de su función.

5.5.2 Subsistema de Telefonía

5.5.2.1 Generalidades

El subsistema de Telefonía deberá cubrir la demanda interna y externa de llamadas telefónicas en y entre las estaciones enumeradas anteriormente. Desde un punto de vista de instalación de Redes Telefónicas, se pueden establecer las siguientes condiciones: La C.H. Aricota N° 2 cuenta actualmente con una Central Telefónica Automática PAX que atiende llamadas internas y externas. Las características de operación de esta Central se han enumerado en un apartado anterior. Esta Central se interconecta con una similar instalada en la S.E. Tacna (Para) la que a su vez atiende lla

mas internas y externas en ese lugar. Asimismo ambas estaciones están conectadas a una Red Telefónica de Llamada por tono a través de los equipos respectivos instalados en esos lugares. La utilización de una red telefónica mixta condiciona el planteamiento de la alternativa que en este rubro se puede plantear para la Red Eléctrica bajo estudio; por lo que es necesario presentar las consideraciones que al proyectista le llevaron a adoptar esta configuración.

En primer lugar, se trata de enlazar un Centro de Generación Hidroeléctrica con una Subestación de Distribución y por lo tanto se espera un flujo de información importante. Por otro lado hay hasta tres tipos de comunicaciones diferentes en naturaleza y por tanto en prioridad de cursarse. Estas son:

- Comunicaciones para Despacho de Carga.
- Comunicaciones Técnico-Administrativas.
- Comunicaciones Administrativas y personales.

La Red Telefónica deberá permitir la operación y el mantenimiento de la Red Eléctrica en forma exclusiva entonces es deseable separar el primer tipo de llamadas de las dos últimas. Esto es posible conseguirlo de dos maneras; una de ellas es establecer una Red Telefónica programable en sus servicios y la segunda utilizar equipos de llamada por Tono de Línea Compartida de uso exclusivo para el primer tipo de llamadas.

Una evaluación primaria de la demanda telefónica reconociendo la participación de cada abonado en la operación de la Red Eléctrica, permite dimensionar inicialmente la Red Telefónica.

Las estaciones activas dentro de la Red Eléctrica son la Sala de Control de la C.H. Aricota N° 1, la Sala de Control de la C.H.-Aricota N°2 y la Sala de Control de la S.E. Tacna (Para) por lo que es necesario interconectar estos tres puntos.

La generación hidroeléctrica utiliza como infraestructura hidráulica una toma, presa de regulación (opcional) y reservorio los cuales se interconectan por medio de canales y/o túneles de aducción. A través de las tuberías de presión se alimentan las turbinas, de las casas de máquinas, las que a su vez se conectan a los generadores eléctricos. La transmisión de la energía eléctrica se realiza utilizando banco de transformadores instalados en el patio de llaves; los cuales permiten la obtención de una tensión de transmisión adecuada. La supervisión de la operación del Sistema Completo se realiza desde la Sala de Control de la Casa de Máquinas donde se cuenta con los elementos de supervisión y mando necesarios. Durante labores de maniobra que pueden ser restauración de servicios o mantenimiento, se tiene que seguir una secuencia de pasos distribuidos en área, los cuales es necesario coordinar. La coordinación se realiza verbalmente. En consecuencia, es necesario instalar un Sistema para comunicaciones telefónicas

cas, que normalmente es una Central Telefónica.

La C.H. Aricota N° 2, cuenta con 20 abonados locales y 3 remotos instalados en la C.H. Aricota N° 1, Planta de Bombeo y Toma-respectivamente.

Análogamente se puede plantear necesidades telefónicas similares-para subestaciones de interconexión y de pre-distribución. El volumen de demanda telefónica es semejante al caso de Centrales Hidroeléctricas por lo que se puede determinar un número oscilante-entre 10 y 15 abonados. En consecuencia, es necesario tener también para realizar las coordinaciones telefónicas una Central Telefónica.

Es importante, por supuesto, en ambos casos disgregar las funciones telefónicas reconociendo las de despacho de carga de todas las demás. Esta función como se discutió en el apartado respectivo es aplicable tanto al Sistema de Conmutación Telefónico como a la configuración misma de la Red Telefónica (utilización de dos sistemas de telefonía distintos).

Dentro de este contexto para la Red Eléctrica se ha adoptado una Solución Clásica y esta es la que considera la diversificación -de los sistemas telefónicos, la cual utiliza Sistemas de Llamada-por Tono de Línea Compartida para llamadas de Despacho de Carga y Redes Telefónicas Automáticas para los otros tipos de llamadas.

Las ventajas principales que otorga esta configuración son las que a continuación se detallan:

- a. Fluidez
- b. Seguridad
- c. Alternancia

La utilización de estas alternativas se circunscribe a la intercomunicación de Sistemas Eléctricos que contienen una infraestructura importante; por ejemplo: grandes Centrales Hidroeléctricas, y como consecuencia de ello manejan grandes volúmenes de energía. En instalaciones menores la utilización de esta configuración es muy restringida.

Las instalaciones del proyecto en estudio que son:

Ampliación del patio de llaves de la C.H. Aricota N° 2.

Instalación de la Subestación Tacna(Calana)

Deberán analizarse dentro del marco de una ampliación.

La primera instalación no altera mayormente al estructura interna de las comunicaciones telefónicas en la C. H. Aricota N° 2, sin embargo, las comunicaciones externas si deben ser reconsideradas, toda vez que existe una nueva estación con la cual se va a intercomunicar. Por otro lado la subestación Tacna (Calana) requiere-

atender comunicaciones internas y aquellas para Despacho de Carga, en consecuencia, es necesario instalar equipo telefónico que pueda atender ambos servicios simultáneamente. La solución para este proyecto es casi forzada teniendo en cuenta que hay que interconectar un sistema nuevo a uno instalado.

Luego la configuración que adopta la red telefónica es la utilización simultánea de equipo de llamada por tono de línea compartida y de centrales telefónicas de conmutación automática.

5.5.2.2 Equipo de Llamada por Tono de Línea Compartida

El equipo de Llamada por Tono de Línea Compartida deberá integrarse a la Red Telefónica que opera con este principio.

El equipo que se utiliza en esta red obedece al siguiente principio de operación. La selección se realiza mediante la transmisión y la respectiva recepción de una frecuencia. El direccionamiento es pasivo, por medio de híbridos. A consecuencia de la atenuación en los híbridos y a la necesidad de tener un margen de alcance de abonado, se incluye dentro de los híbridos amplificadores direccionales.

Cuando se diseña una red telefónica que trabaja según el principio de llamada por tono de línea compartida, hay que considerar en primer lugar la estructura de la Red Eléctrica. Esta queda de

finida por el número de abonados y el número de direcciones por-abonado. De acuerdo a este párrafo y en atención al plano N° se puede plantear lo siguiente:

- a) Se requiere un circuito híbrido de 4 entradas y 1 salida en la S.E. Tacna (Para).
- b) Un equipo de llamada por tono sintonizado a la frecuencia de 550 HZ.

La red telefónica a la cual se va a conectar el nuevo abonado tiene capacidad para atender 10 abonados de la cual 8 están ocupados quedando disponibles las frecuencias de 500 y 550 HZ. Toda vez - que las frecuencias son muy cercanas es indiferente elegir cualquiera de ellas, sin embargo se prefiere utilizar en la medida de lo posible frecuencias altas con el objeto de disminuir el efecto nocivo de ruidos externos.

El rango dinámico de un equipo de llamada por tono es de 29 DBm a proximadamente, asimismo la atenuación en el circuito híbrido es de 8 DB; por lo que el alcance efectivo de una extensión se establecerá dentro de un rango de 13 DEm.

Si utilizamos un conductor cuyo diámetro es de 0.6 mm, tendremos una atenuación promedio en el conductor de 1.33 Db/Km. Luego es posible obtener una comunicación dentro de una distancia de 9 Kms.

5.5.2.3 Equipo de Conmutación Automática (PAX)

La conmutación automática ha sido descrita anteriormente y para la definición de la red telefónica que trabaja según este principio es necesario tomar en cuenta la siguiente información:

- N° de abonados : 15 (max.)
- N° de Troncales : 6 (max.)

El comportamiento, estocástico, en principio de una troncal es diferente al de un abonado debido a que la distribución del tráfico interurbano es distinto al local.

Por otro lado, la configuración del sistema de conmutación p.e. - Rotary o Cross Bar define el grado de servicio de la red telefónica. Este término está relacionado directamente con los siguientes parámetros:

- a) N° de abonados y troncales
- b) N° de enlaces
- c) Porcentaje de uso por abonado-troncal en hora de máxima demanda.

En redes telefónicas privadas el grado de servicio es un factor - gravitante para su utilización; por esta razón siempre se escoge un valor elevado para este número y éste puede ser 0.02; lo cual

significa que un abonado interno o externo encontrará ocupado una sola vez al sistema si él realiza cincuenta (50) intentos durante la hora de máxima demanda. El porcentaje de uso del sistema por un abonado interno o externo en la hora de máxima demanda, medido en términos absolutos en erlangs puede variar entre 0.1 y 0.6. Se elige un término próximo al límite inferior porque se trata de una red telefónica pequeña. Este puede ser 0.2.

Combinando todos estos datos y utilizando la curva que se muestra a continuación la cual es sólo aplicable al caso de centrales ECS de General Electric. En estas condiciones se obtiene el número de enlaces que vendría a ser la incógnita y es 3.

En consecuencia tenemos un sistema de conmutación automática que puede atender 15 abonados y 6 troncales, con un grado de servicio igual a 0.02 que ofrece un tráfico sostenido de 0.2 erlangs.

5.5.3 Subsistema de Transmisión

Se van a configurar dos enlaces utilizando como medios de transmisión la Onda Portadora y el radio VHF, para unir Aricota-Tacna y Calana-Para.

5.5.3.1 Cálculo del Enlace por Onda Portadora

De acuerdo a la teoría expuesta en el anexo N° 2 procedemos a rea

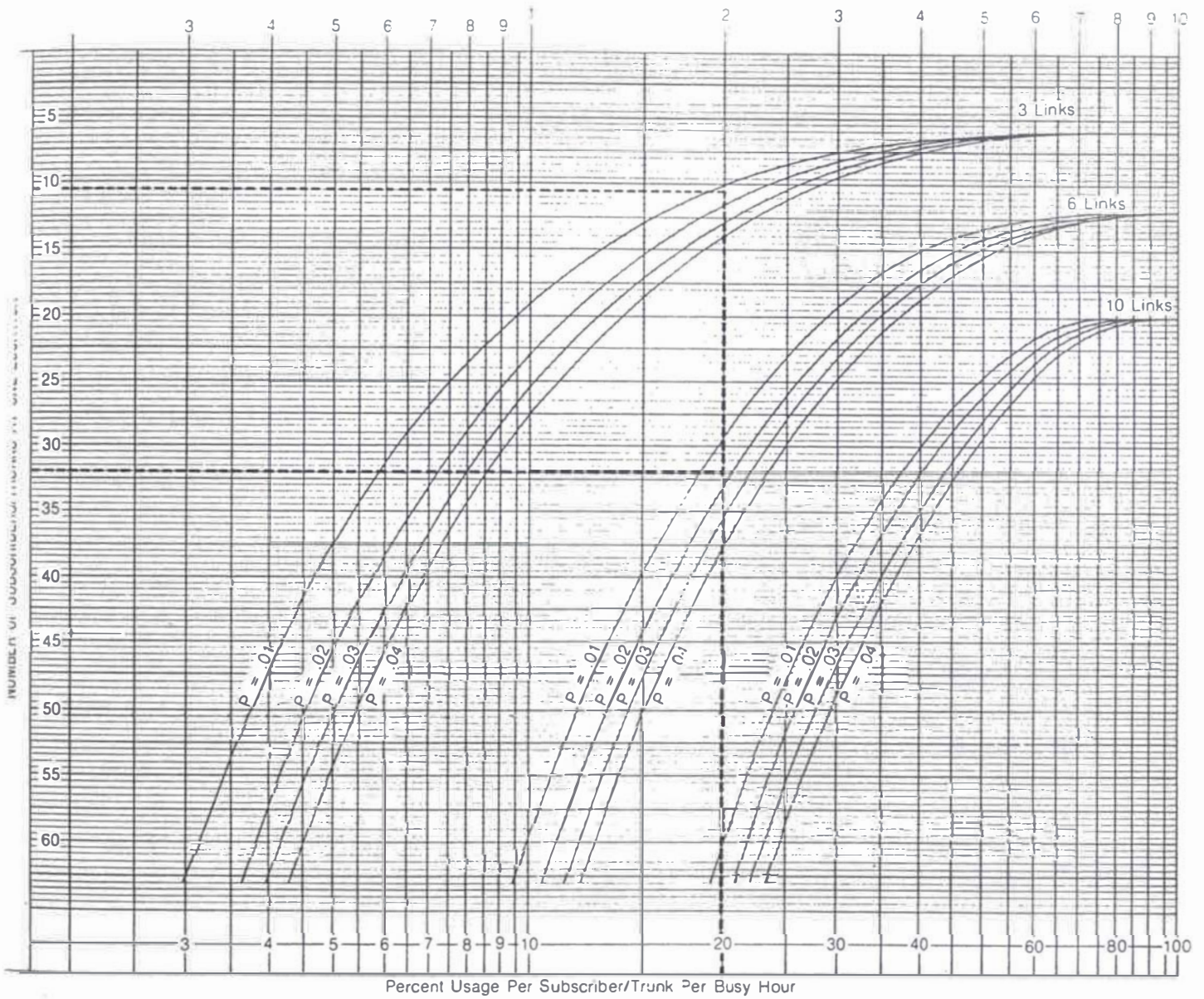


FIGURE 9
GRADE OF SERVICE FOR ECS-6300

lizar el cálculo del enlace Aricota-Tacna.

1. Cálculo de la Potencia Efectiva Transmitida

Para el cálculo de la potencia efectiva transmitida tenemos - que considerar, la cantidad y el tipo de información a transmitir, y esta es:

- Canal de Telefonía.
- Canal de Teleprotección (200 baudios).
- Canal de Telesupervisión (600 baudios).

Sólo consideraremos el canal de telefonía y el canal de telesupervisión, que son los únicos que se transmiten continuamente. El canal de teleprotección sólo se transmite eventualmente y en ese momento toda la potencia disponible se transfiere a este servicio. Luego tomando como referencia una potencia-pico de 20 vatios sobre una carga de 50 ohmios tenemos:

$$E_T = \sqrt{20 \times 50} = 31.62 \text{ voltios}$$

En cualquier momento se debe cumplir que:

$$E_T = [4.5a + b + 1 + 1.6d] E_p$$

En nuestro caso: $a = 1$; $b = 1$; $d = 1$

luego:

$$E_p = \frac{31.62}{4.5 + 1 + 1 + 1.6} = 3.9$$

$$E_p \text{ DBm} = 20 \text{ Log}_{10} \frac{3.90}{0.224} = 24.8 \quad y$$

$$E_{vav} = 24.8 + 10 = 34.8 \text{ DBm}$$

2. Cálculo de la Atenuación

Para el cálculo de la atenuación tomaremos en cuenta los siguientes parámetros:

- a) Tensión de línea : 138 Kv.
- b) Tipo de conductor : ACSR 240 mm²
- c) Factor de la resistencia del conductor (RF) : 13.36×10^{-6}
- d) Altura máxima de conductores: 17 mts
- e) Flecha promedio de conductores: 10 mts.
- f) Altura media de conductores: 10 mts.
- g) Separación entre los conductores: 4.3 mts.
- h) Relación d/h: 0.43.
- i) Tamaño del cable de guarda: 3/8" (9.53).

La influencia de la frecuencia en todo el proceso de transmisión es directa, en consecuencia antes de realizar el cálculo de la atenuación propiamente dicho es necesario establecer un plan de frecuencia basado en los siguientes criterios:

- a) Longitud de la línea
- b) Posibilidad de interferencia con equipo de telecomunica-

ciones de servicios diferentes instalados en las cercanías de las líneas.

- c) Equipo de onda portadora instalado en la zona del proyecto.

Como es fácil de entender la atenuación crece con la frecuencia, por lo que es deseable utilizar frecuencias bajas cuando las líneas de transmisión son largas y viceversa.

Las comunicaciones y señalizaciones para control de tráfico marítimo y aéreo se realizan en una banda de frecuencia que está incluida dentro de la banda de frecuencia asignada a la operación de la onda portadora, en consecuencia es de importancia verificar que el recorrido de las líneas pasen por las cercanías de algún aeropuerto o radiofaro a fin de tomar consideraciones especiales al momento de definir el plan de frecuencias. Las bandas de frecuencias asignadas a estos servicios en los Estados Unidos de Norteamérica se listan a continuación:

20-70 KHZ Marítima móvil

70-90 KHZ Marítima móvil

Radio navegación Marítima

90-110 KHZ Radio navegación

110-130 KHZ Marítima móvil

Radio navegación Marítima

130-160 KHZ Fija

Marítima móvil

160-200 KHZ Fija

200-285 KHZ Radio navegación aérea

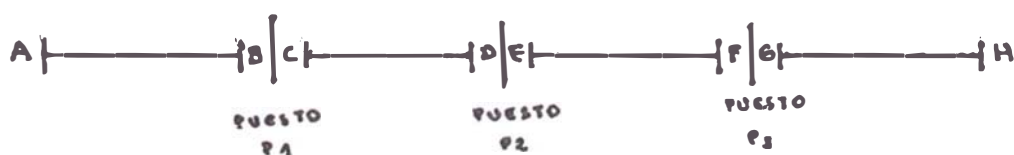
285-325 KHZ Radio navegación Marítima

325-405 KHZ Radio navegación aérea

405-415 KHZ Radio navegación Marítima

A los dos factores anteriores hay que añadir un tercero y es el de posibilidad de interferencia con equipos de onda portadora instaladas en líneas interconectadas a las líneas bajo estudio, en este caso hay que considerar el nivel de diafonía, el cual entre dos enlaces por onda portadora no debe ser menor a los 50 DB. A este respecto, así mismo, hay que considerar el siguiente postulado matemático según se muestra en el presente esquema. A saber existen dos casos:

- 1) Los enlaces que utilizan líneas a un mismo nivel de tensión:



Si se desea reutilizar las mismas frecuencias de operación del enlace de la sección AB en la sección GH entonces:

$$a_{trp_1} + a_{cd} + a_{trp_2} + a_{ef} + a_{trp_3} \geq 50 \text{ dB}$$

donde:

a_{ab} es la atenuación del tramo AB

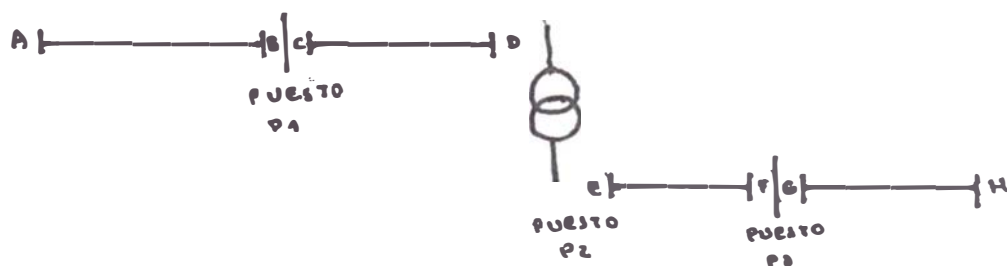
a_{ce} es la atenuación del tramo CE, etc.

a_{trp} es la atenuación de transferencia del puesto P.

La atenuación de transferencia del puesto P entre el extremo Pn y el extremo Pp es la atenuación entre las frecuencias portadoras medidas en el punto Pn y las mismas frecuencias medidas en el punto Pp.

- 2) El segundo caso se refiere a la interferencia que se podrá producir entre enlaces de Onda Portadora instalado en líneas de Alta Tensión que operan a diferentes tensiones.

El análisis se realiza en atención al siguiente esquema:



En general las condiciones siguientes deben ser satisfechas:

$$a_{trp1} + a_{cd} + a_{trp2} \geq 50 \text{ dB} \quad o$$

$$a_{trp2} + a_{ef} + a_{trp3} \geq 50 \text{ dB}$$

Con este conocimiento pasaremos a estudiar el presente caso a partir del esquema unifilar del sistema existente y del proyectado.

Actualmente se encuentran operando canales de Onda Portadora en la zona del proyecto cuya asignación de frecuencia se muestra en el plano N° 014. Los equipos de Onda-Portadora actualmente disponibles en el mercado aceptan un rango de atenuación para operación confiable de 40 dB. Teniendo en cuenta que el acoplamiento es fase tierra de bemos considerar una atenuación, adicional a las pérdidas de acoplamiento estimadas en 9 dB, que llega a los 8 dB. Este hecho nos otorga un rango de atenuación neto que puede ser estimado por simple diferencia aritmética y da como resultado 23 dB; por lo que como una primera a aproximación al diseño del enlace, la atenuación por unidad de longitud no debe exceder a:

$$A_{t1} = \frac{23}{102} = 0.22 \text{ dB/Km } \text{ ó } 0.36 \text{ dB/mill.}$$

Utilizando las gráficas de atenuación vs frecuencia incluidas en el anexo se puede establecer dentro del rango de frecuencia asignada a la Onda Portadora que para condiciones de contaminación salina costera y bajo nivel isocerámico, el enlace puede operar confiablemente para frecuencias menores a 225 KHz. En estas condiciones poseemos un espectro bastante importante de elección. El primer paso es verificar la posibilidad de repetir frecuencias, esto es frecuencias que están siendo utilizadas por enlaces en operación. En este caso sólo examinaremos frecuencias útiles y de los tramos de líneas influyentes. El problema principal en este caso es la determinación de la atenuación de transferencia de los puestos intermedios entre secciones de línea.

Tomando en consideración pérdidas adicionales de dispersión derivación capacitiva se puede adoptar 8 dB como el nivel de atenuación por transferencia para los casos estudiados.

Las siguientes son las líneas de transmisión que tienen influencia potencial sobre la línea en cuestión:

L.T. Botiflaca Toquepala 32 Km

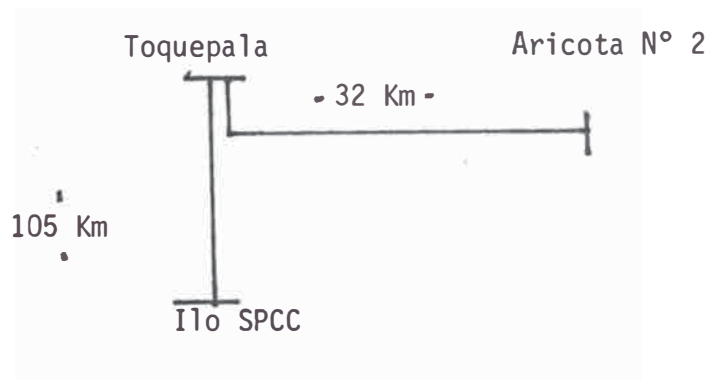
- L.T. Ilo S.E. Toquepala 62 Km
 L.T. Toquepala Aricota N° 2 32 Km
 L.T. Botiflaca C.T. Ilo 85 Km

Todas estas líneas operan a la misma tensión y por lo tanto se puede asimilar al primer caso. Las frecuencias de operación en estas líneas son:

	Tx	Rx
Ilo - Toquepala	144-160	164-180 KHZ
Toquepala - Aricota N° 2	132-138	142-148 KHZ
Botiflaca - Toquepala	184-200	221-228 KHZ
Botiflaca - C. I. Ilo	96-112	116-132 KHZ

Todas las frecuencias aquí presentadas son potencialmente utilizables por lo que pasamos a calcular aproximadamente el nivel de interferencia o diafonía.

El nivel de interferencia de la línea de transmisión Ilo Toquepala se puede calcular a partir del siguiente esquema:



Entre Ilo y Toquepala la frecuencia más alta de operación es 180 KHZ. Con esta frecuencia procederemos a calcular el nivel de interferencia. A partir del gráfico de atenuación vs frecuencia mencionado anteriormente, para esta frecuencia, en condiciones ambientales adversas se obtiene la siguiente constante de atenuación:

$$a = 0.35 \text{ dB/mill}$$

Con este valor se procede a calcular el nivel de separación diafónica entre Ilo SPCC y Aricota N° 2 de la siguiente manera:

$$\frac{105}{1.6} \times 0.35 + 8 + \frac{32}{1.6} \times 0.35 + 8 = 46 \text{ dB}$$

El caso Botiflaca - Toquepala - Aricota puede ser analizado a partir del siguiente esquema:



La frecuencia más alta de operación en la dirección Botiflaca - Toquepala es de 200 KHZ. De las gráficas de atenuación vs. frecuencia, a esta frecuencia la constante

de atenuación es:

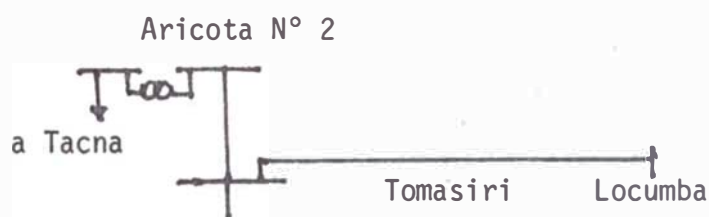
$$0.32 \text{ dB/mill}$$

En este caso el nivel de separación diafónica entre Botiflaca y Aricota N° 2 es:

$$\frac{32}{1.6} \times 0.32 + 8 + \frac{32}{1.6} \times 0.32 + 8 = 29 \text{ dB}$$

Luego esta frecuencia tampoco puede ser reutilizada.

El siguiente caso a analizar es el caso de interferencia de la L.T. Aricota - Tomasiri sobre la línea bajo estudio. La configuración aproximada para este caso se muestra en la figura siguiente:



Como puede observarse se trata de un caso de interferencia de dos líneas de transmisión que operan a tensiones diferentes. En estos casos se tiene asegurada una atenuación por transferencia que excede los 30 dB. Actualmente existe un canal de Onda Portadora entre Tacna y Lo

cumba en la gama de frecuencias de 152 KHZ a 158 KHZ. En este caso la frecuencia de interés es 158 KHZ y con este valor pasaremos a analizar el nivel de diafonía entre Locumba y Aricota N° 2 138 Kv. Del gráfico atenuación-vs. frecuencia para el caso de lluvia y neblina, obtenemos a esa frecuencia 0.31 dB/mil , luego el nivel de diafonía es:

$$30 + \frac{58.3}{1.6} \times 0.35 + 8 + \frac{36}{1.6} \times 0.31 = 56 \text{ dB}$$

Como puede observarse el nivel de diafonía excede al mínimo requerido; sin embargo este no es el caso más crítico por lo que computaremos la misma expresión para el valor inferior de frecuencia, esto es 152 KHZ. En este caso de la curva ya mencionada obtenemos una atenuación de 0.3 dB/milla. Luego el nivel de diafonía será:

$$30 + \frac{58}{1.6} \times 0.3 + 8 + \frac{36}{1.6} \times 0.3 = 55.68 \text{ dB}$$

En conclusión esta gama de frecuencias podría ser utilizada para la implementación del enlace. Sin embargo este análisis no considera el efecto de paralelismo entre las líneas, el cual se va a estudiar a continuación. El cálculo de la inducción de una línea que transporta e

energía sobre otra tiene dos (2) componentes: una componente magnética y una componente electrostática. El cálculo se muestra en el anexo N° 3

El cálculo de la inducción electromagnética requiere de un conocimiento detallado de la disposición geométrica - del circuito inductor y del inducido en todo el tramo de exposición.

Para calcular la diferencia de potencial en el circuito-inducido, aplicando la fórmula que de inducción debemos conocer la variación de la corriente del inductor con el tiempo.

Asumiendo que la señal que se propaga por el circuito inductor tiene un comportamiento armónico sinusoidal, dicha fórmula se reduce a la siguiente:

$$V = j\omega MI \quad \dots\dots\dots (3)$$

donde I es el valor eficaz de la corriente que circula - por el circuito inductor.

Para el caso de la Onda Portadora con un equipo de 20 va tios de salida en una impedancia de 50 ohmios:

$$P = I^2 R \quad \therefore I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{20}{50}} = 0.63 \text{ Amp}$$

Sin embargo este valor no puede aún ser utilizado en la fórmula (3), sino que previamente hay que calcular su valor, para el caso del modo 3:

$$M_3 = \sum_{i=1}^3 P_i/3$$

En nuestro caso estamos utilizando una fase para inyectar la señal de Onda Portadora, en consecuencia:

$$M_3 = \frac{1}{3} \times I$$

Por otro lado el valor de la inductancia depende también de la frecuencia de transmisión P, por lo que utilizando:

$$f = 150 \text{ KHZ}$$

$$S_{de} = 659 \sqrt{\frac{100}{150 \times 10^3}} = 17 \text{ mts}$$

Como este resultado conduce a un valor de conflicto puesto que la altura promedio de los conductores sobre la superficie a una tensión 138 KV excede este valor y varía entre 18 y 20 mts. En este caso entonces se puede asumir que DE es igual a 18 mts.

Para este valor:

$$M = \frac{4 \times 10^{-7}}{2} \left[100 \ln [1 + (18/100)^2] + 18 \ln (1 + 1^2) \right]$$

$$M = 31.3 \times 10^{-7} \text{ H}$$

Además:

$$I_{n3} = \frac{0.63}{3} = 0.21 \text{ A}$$

$$V = j 3.13 \times 2 \times 150 \times 10^3 \times 10^{-6} \times 0.21 = j 0.62 \text{ v}$$

Para el cálculo del efecto electrostático se procede de la siguiente manera:

$$E = \sqrt{PR} = 31.2 \text{ voltios}$$

Al nivel de tensión de transmisión, se suelen utilizar conductores de un calibre aproximado de 795 MCM. Esto equivale a un área media del conductor de 404 mm^2 , lo que da un diámetro aproximado de:

$$D_t = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = 22.7 \text{ mm}$$

luego:

$$U = \frac{\ln r_2/r_1}{\ln \frac{4h}{\sqrt[3]{4S^2 d}}} \times E$$

con:

$$E = M_3 = \frac{V}{3} = 10.4 \text{ voltios}$$

$$U = 0.15 \text{ voltios}$$

luego:

$$U_t = 0.15 + j 0.62$$

$$|U_t| = 0.63$$

Esto representa en una carga de 50 ohmios una potencia

$$P = 7.94 \text{ mw}$$

$$PR = 9 \text{ dBm}$$

Como puede observarse si este es el nivel de señal medido en la estación receptora entonces la interferencia se vuelve intolerable para los enlaces de Onda Portadora a instalar. En consecuencia a partir de este cálculo preliminar no es aconsejable reutilizar esta banda de frecuencia para el canal asignado por los problemas de interferencia que se podrían presentar.

El otro canal interferente a analizar es el instalado en

tre Aricota y Tacna. En este caso el nivel diafónico entre Aricota - Tacna 66 KV y Aricota - Tacna 138 KV puede ser calculado de la siguiente manera:

El enlace de onda portadora instalado entre Aricota y Tacna opera en las siguientes bandas:

180-190	KHZ	Aricota	Tacna
200-210	KHZ	Tacna	Aricota

De acuerdo a la teoría de propagación de señales de RF es evidente que la inferior no puede ser reutilizada porque no cumple con el nivel de aislamiento diafónico deseado, el cual para líneas que salen de una misma subestación, no puede ser asegurado ni por el transformador de tensión, ni las capacidades creadas por los elementos conductores con respecto a tierra. Por lo tanto preferiremos saltar el uso de esta banda de frecuencias para la implementación del enlace de onda portadora en estudio. Aplicando el criterio de diafonía para la banda superior del enlace instalado tenemos que a 210 KHZ de la curva:

$$a_t = 0.35 \text{ dB/mi}^2$$

luego:

$$\frac{40}{1.6} \times 0.35 + 6 + \frac{55.3}{1.6} \times 0.35 + 8 + 30 + 8 =$$

$$= 73$$

Como puede observarse este número excede largamente el nivel diafónico mínimo aceptado entre ambos enlaces.

Sin embargo como una extensión del análisis de interferencia electromagnética, para este caso el nivel diafónico producido por este efecto resultaría intolerable para ambos enlaces.

El último par de bandas de frecuencia a examinar para el caso de reutilización de frecuencias es aquel existente entre Tacna y la Yarada. Para este caso las bandas de frecuencia son:

103-107 KHZ Tacna	Yarada
113-117 KHZ Yarada	Tacna

La frecuencia a investigar es 117 KHZ, y de la curva de atenuación versus frecuencia:

$$a_t = 0.28 \text{ dB/mill}$$

luego el nivel de interferencia:

$$\frac{27}{16} \times 0.28 + 8 + \frac{40}{1.6} \times 0.28 + 6 + \frac{58.3}{1.6} \times 0.28 + 8 + 30$$

$$= 72 \text{ dB}$$

Análogamente para la frecuencia igual a 103 KHZ de la curva:

$$a_t = 0.26 \text{ dB/mill}$$

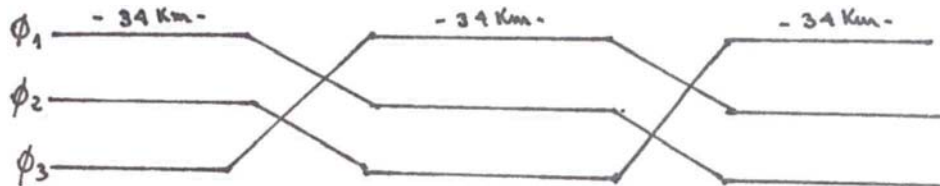
$$8 + \frac{40}{1.4} \times 0.26 + 6 + \frac{58.3}{1.6} \times 0.26 + 8 + 30 = 68 \text{ dB}$$

Estos números demuestran la factibilidad de reutilizar estas bandas de frecuencias. Sin embargo por razones de optimización de espectro, las cuales entre otras cosas son las siguientes:

- a) Conservación de frecuencias bajas para enlaces críticos- (largos o de niveles de atenuación elevados).
- b) Separación de los enlaces de Onda Portadora de los servicios para navegación aérea y marítima.

Utilizaremos la banda de 168-176 KHZ: para un enlace monocanal. En caso de requerirse un canal adicional se considerará la banda de 216-224 KHZ.

La configuración de la disposición de las Líneas de Transmisión es como se muestra a continuación:



Además de las configuraciones geométricas propias de la Línea de Transmisión utilizada en la transmisión de señales de radiofrecuencia, otro factor muy importante involucrado en dicha transmisión es la resistividad de la superficie terrestre. La teoría, así como la práctica, demuestran que las pérdidas de transmisión están en relación directa con la resistividad del terreno.

Un examen del recorrido de la línea ha establecido valores de resistividad de la superficie terrestre que van entre 100 a 32,000 ohms-metro. Lo que da un valor promedio de resistividad:

$$\rho = 2,880 \text{ ohms-metro}$$

Este valor de resistividad es considerado elevado, lo cual, de acuerdo a la teoría expuesta en el anexo N° 2 conduce a niveles de atenuación pequeños. La utilización del trabajo presentado por RFL para las características de la Línea de Transmisión y superficie terrestre-

presente conduce necesariamente a una extrapolación.

Examinando los gráficos incluidos en esta publicación vemos que los valores de resistividad de terreno utilizados para elaborar las curvas cuyo tipo se aproxima a la línea en cuestión son 30 y 200 ohm-metro. Por otro lado el valor medio de resistividad calculado excede largamente al valor máximo de resistividad utilizado por lo que adoptaremos una solución de compromiso tomando un valor de resistividad $P = 1,000$ ohm-metros. Una observación inicial de la curva nos permite establecer que - conforme aumenta la resistividad el valor el incremento de la constante de velocidad relativa de los modos 1 y 2 tiende a disminuir por lo que se puede plantear si l es resistividad y K es la constante mencionada:

$$\frac{dK}{dP} = \frac{-A}{P} \quad \text{o}$$

$$K = -A \int \frac{dP}{P} + C$$

$$K = -A \ln P + C_1 \quad \text{o}$$

$$K = A \ln \frac{1}{P} + C$$

con: $P = 30 \quad K = 0.92$

$P = 200 \quad K = 0.987$

Se obtiene:

$$A = 2.6 \times 10^{-3} \quad \text{y} \quad C = 1$$

$$K = 2.6 \times 10^{-3} \ln 1/\varphi + 1$$

Para $\varphi = 1,000$ ohm-metro.

$$K = 0.982$$

Con este valor procederemos a calcular el valor de la frecuencia crítica, para lo cual los modos 1 y 2, se anulan. El valor de F para este concepto está dada por:

$$F = \frac{K}{1 - K} \times \frac{nc}{2L} \dots\dots\dots \varphi$$

Pero por otro lado K es también una función de la frecuencia y en atención a las gráficas se puede aproximar a la siguiente función:

$$K = mF + b$$

donde:

$$m = 1.2 \times 10^{-5}$$

además con: $F = 170$ KHZ $K = 0.982$

$$\therefore b = 0.980$$

luego:

$$K = 1.2 \times 10^{-5} F + 0.980 \dots\dots\dots \beta$$

con F en KHZ

Entonces usando α y β y con L = 34 Km, C = 300,000 Km/seg.

$$F = \frac{1.2 \times 10^{-5} F + 0.98}{1 - 1.2 \times 10^{-5} F - 0.98} \times \frac{300}{2 \times 34}$$

Resolviendo obtenemos:

$$F_1 = 256 \text{ KHZ}$$

$$F_2 = 1,405 \text{ KHZ}$$

Solo la primera frecuencia interesa para el presente análisis.

La siguiente frecuencia a investigar es el tercer múltiplo que obedece a la siguiente ecuación:

$$F = \frac{K}{1 - K} \times \frac{3c}{2L}$$

$$F = \frac{K}{1 - K} \times 13.23$$

Resolviendo:

Se llega a la conclusión de que no hay solución real.

Análogamente para $n = 2$ se llega a la conclusión también de que no existe ninguna solución real.

Luego las frecuencias planteadas para implementar los enlaces de Onda Portadora se encuentran apropiados.

A fin de realizar el cálculo explicado en la parte teórica es necesario además conocer la atenuación de los modos 1 y 2, como función de la resistividad (f) a la frecuencia de operación propuesta.

$$\alpha_1 = a \ln 1/f + b$$

con:

$$f = 30 \quad = 0.0416$$

$$f = 200 \quad = 0.0368$$

Con estos datos obtenemos:

$$\alpha_1 = 0.033 \text{ dB/Km}$$

Análogamente:

$$\alpha_2 = 1.47 \times 10^{-2} \ln 1/\rho + 0.218$$

y para:

$$\rho = 1,000 \text{ ohm-mt.}$$

$$\alpha_2 = 0.116 \text{ dB/Km}$$

El cálculo de la atenuación se realiza de la manera expuesta en el anexo N° 2 mediante programa para computador y utilizando la siguiente información resumida:

$$K = 0.982$$

$$\alpha_1 = 0.033 \text{ dB6Km}$$

$$\alpha_2 = 0.116 \text{ dB/km}$$

$$L = 34 \text{ Km (longitud de cada transposición)}$$

$$F = 170 \text{ KHZ}$$

De la salida incluída obtenemos una atenuación de aproximadamente 10 dB para la fase utilizada, esto es la fase central de la línea de transmisión, que es a su vez la menor atenuación correspondiente a cada una de las fases involucradas en la transmisión.

3) Estimación del Ruido

De acuerdo a lo expuesto en el apartado teórico, el ruido presente en el lado receptor de un enlace de la Onda Portadora ,

contiene componentes de diversos orígenes, siendo quizás el más importante el originado por el efecto corona. Los niveles de ruido medidos por esta causa varían ampliamente, sin embargo a partir de mediciones y evaluaciones se ha obtenido 24 dBm como un valor aceptable para el nivel de ruido.

Sin embargo a fin de evitar problemas como consecuencia de un nivel inesperado de ruido utilizaremos los siguientes valores como niveles de ruido:

- - 15 dBm (4 KHZ)
- - 18 dBm (voz)
- - 32 dBm (50 baud.)
- - 29 dBm (100 baud.)

3.1 Determinación de la Relación señal a Ruido

1. Potencia efectiva de transmisión	34.8 dBm
2. Atenuación del enlace	
Atenuación de Línea	10 dB
Pérdidas de acoplamiento más derivación	9.0 dB
TOTAL	19.0 dB
3. Nivel de señal recibida (1) - (2)	15.8 dBm
4. Nivel de Ruido (Caso desfavorable)	-18.0 dBm
5. Relación S/R (3) - (4)	33.8 dB

Sabiendo por otro lado que la relación señal a ruido para buena recepción de un canal de voz es 30 dB, llegamos a la conclusión que la potencia de salida del equipo se encuentra adecuada.

5.5.3.2 Cálculo del Enlace de Radio Chintari-Para

La frecuencia de transmisión a utilizar es de 40 MHz, luego:

$$\lambda = \frac{C}{F} = \frac{300}{40} = 7.5 \text{ mts}$$

De acuerdo a lo establecido en las consideraciones de Fresnel a verigüamos la incidencia de la reflexión en este proceso.

Para tal efecto dividiremos el tramo total en tres (3) secciones-determinadas por la presencia de obstáculos que impiden el libre-paso de la energía.

El primer obstáculo identificado por A genera pérdidas por Di fracción calculadas de la siguiente manera:

Directamente de la figura:

$$H = 390 \text{ mts}$$

$$F_c = 1/2 (d_1 d_2 / KRT)$$

$$K = 4/3$$

$$R_T = 6,370 \text{ Kmts}$$

ELECTROPERU S.A

GERENCIA TECNICA

SUB-GERENCIA DE INGENIERIA

M. S. N. M.

3500-

A

O

2000-

B

500-

15

30

45

60 63

KMS.

CHINTARI

62.5 KMS.

PARA

ALTURA : 2850 M.S.N.M.

TORRE : 15 M.T.S.

LONGITUD OESTE :

LATITUD SUR :

ALTURA : 800 M.S.N.M.

TORRE : 20 M.T.S.

LONGITUD OESTE :

LATITUD SUR :

$$d_1 = 3.4 \text{ Km}$$

$$d_2 = 59.1 \text{ Km}$$

$$\therefore F_c = 1/2 (3.4 \times 59.1) (4/3 \times 6.370) = 11.8 \text{ mt}$$

$$H_t = H + F_c = 401.8 \text{ mts.}$$

$$b = (\lambda d_1 d_2 / d)^{\frac{1}{2}} =$$

$$\frac{3.4 \times 59.1}{62.5} \times 7.5 \times 10^3 = 155.3$$

$$v = \frac{H (2)^{\frac{1}{2}}}{b} = \frac{401.8}{155.3} \times (2)^{\frac{1}{2}} = 3.6$$

como $v > 2$

$$- F(v) \approx 12.95 + 20 \log_{10} v = 12.95 + 20 \log_{10} 3.6 = 24 \text{ dB}$$

$$F_1 = 24 \text{ dB}$$

En el segundo punto B se presenta un fenómeno de obstrucción de la primera Zona de Fresnel, el cual va a ser analizado de la siguiente manera:

$$H = 140 \text{ mt}$$

$$F_c = \frac{1}{2} \times \frac{18.4 \times 40.7}{8.55} = 44 \text{ mts}$$

$$H_T = 140 - 44 = 96 \text{ mt}$$

$$b = \left[\frac{18.4 \times 40.7}{59.1} \times 7.5 \times 10^3 \right]^{\frac{1}{2}} = 308 \text{ mts}$$

$$v = \frac{96 (2)^{\frac{1}{2}}}{308} = 0.44$$

El cálculo de las integrales de Fresnel se realiza aproximadamente:

$$C(v) = \frac{1}{2} + 0.42 = 0.92$$

$$S(v) = \frac{1}{2} + 0.08 = 0.54$$

$$F(v) = \frac{1}{(2)^{\frac{1}{2}}} (0.92 + j0.54)$$

$$F(v) = 0.75$$

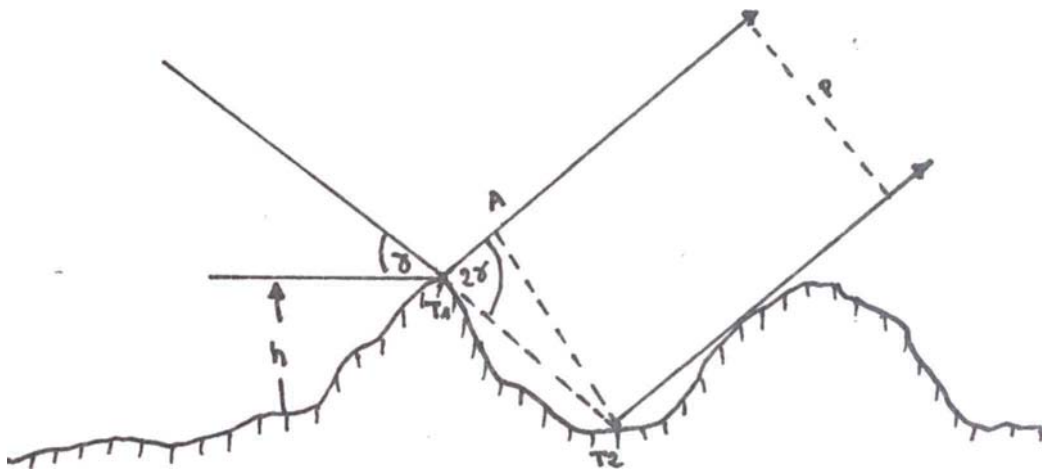
$$F_2 = 2.5 \text{ dB}$$

1. Análisis de la Onda Reflejada

El fenómeno de reflexión para el caso de la propagación de las ondas de radiofrecuencia es muy singular y como expliqué-

anteriormente, la reflexión se produce antes que en un punto-geométrico, dentro de un área que abarca la primera zona de Fresnel.

Esta particularidad se expresa de la siguiente manera, de acuerdo a la siguiente figura:



$$\text{Si } h_L > \frac{\lambda \cdot d}{8(h_s + h_e)} \quad R \rightarrow 0$$

Para el tramo AB

$$\lambda = 7.5 \text{ mts}$$

$$d = 18.4 \text{ Kmts}$$

$$h_s = 1,700$$

$$h_e = 1,000$$

$$h_L = \frac{7.5 \times 18.4}{8(1,700 + 1,000)} = 6.4 \text{ mts}$$

En consecuencia $R \rightarrow 0$ ya que $h > h_L$

Análogamente para el tramo B:

$$h_L = \frac{7.5 \times 40.7 \times 10^3}{8(9.5 + 1.7) \times 200} = 17 \text{ mts}$$

En conclusión la reflexión no interviene en el presente enlace. Las pérdidas totales de propagación en consecuencia son:

$$L = 20 \log_{10} 4\pi d - 20 \log \lambda - 20 \log F_1 F_2$$

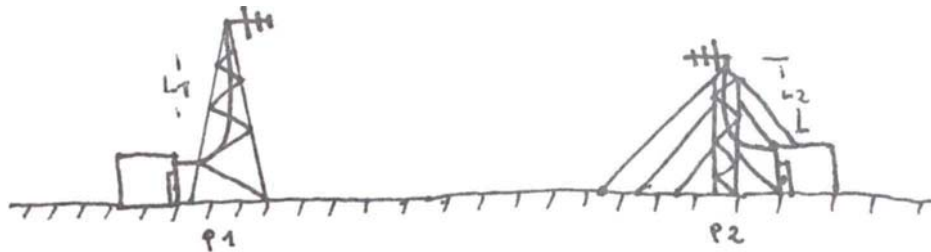
luego:

$$L = 32 + 20 \log d \text{ Km} + 20 \log F_{\text{MHz}} + 20 \log F_1 + 20 \log F_2$$

Reemplazando

$$L = 126.9 \text{ dB}$$

Además de las pérdidas por transmisión tenemos las pérdidas por los alimentadores. El sistema es tal como se muestra a proximadamente:



donde:

$$L_1 = 20 \text{ mts}$$

$$L_2 = 15 \text{ metros}$$

El cable coaxial utilizado presenta una atenuación media de la banda de operación de 2 dB/100 mts.

Luego las pérdidas en los alimentadores es:

$$LAL = [20 + 15] \times \frac{2}{100} = 0.7 \text{ dB}$$

A esta frecuencia las pérdidas en los conectores es irrelevante. Luego las pérdidas totales son:

$$L_t = 127.6 \text{ dB}$$

2. Ruido

El ruido presente en el receptor tiene varias componentes,

que se reúnen en dos grandes grupos: ruidos de origen externo y el segundo ruido de origen interno. El ruido generado de la última clase es producido por el equipo mismo. El primero en cambio, se produce a consecuencia de fenómenos naturales, como las descargas atmosféricas, la radiación cósmica y la agitación misma consustancial en la naturaleza. El análisis teórico de estos fenómenos establece que a la frecuencia de operación, el segundo tipo de ruido se deben tomar en consideración, a tal efecto según la referencia (2).

$$E = 0.12 \text{ uv/m.KHZ} \quad (\text{max.})$$

$$E = 0.08 \text{ uv/m.KHZ} \quad (\text{min.})$$

También basado en la misma referencia para el ruido interno

$$P_{\text{ruido}} = NK T_e B$$

con:

$$K = 1.38 \times 10^{-23} \text{ Joul/grado}$$

donde:

$$T_e = 300^\circ \text{ K}$$

$$N = 10^3$$

$$P = 4.14 \times 10^{-18} \text{ W/KHZ}$$

Además:

$$P = \frac{E^2}{120 \pi} \quad \therefore \quad E = (120 P)^{\frac{1}{2}} \quad y$$

$$E = 0.04 \text{ uv/mt. KHZ}$$

Por lo tanto el ruido total presente en el punto de recepción será

$$E_m = 0.16 \text{ uv/mt.KHZ}$$

$$E_m = 0.12 \text{ uv/mt.KHZ}$$

Con una altura efectiva dada por la siguiente fórmula:

$$h_e = \frac{\lambda \sqrt{GR_d}}{69} \quad y$$

para:

$$\lambda = 7.5 \text{ mt.} \quad R_d = 72 \text{ ohmios} \quad G = 3.98$$

$$h_e = 1.84$$

$$V = 0.14 \times 1.84 \times 3.6 = 0.92 \text{ uv}$$

3. Cálculo de Transmisión

Tenemos:

$$L_T = 127.6 \text{ dB (pérdidas totales)}$$

$$G_1 = G_2 = 6 \text{ dB (ganancias de antena)}$$

$$P_{\text{ruido}} = \frac{V^2}{R} = 1.7 \times 10^{-14} \text{ W}$$

$$P_{\text{ruido}} = -107 \text{ dBm}$$

Relación señal a ruido mínima admisible: 30 dB

Luego

$$P. \text{ recepción mínima} = 30 + (-107) = -77 \text{ dBm}$$

$$\begin{aligned} P. \text{ Transmisión} &= P_{R_{\text{min}}} + L_T - G_1 - G_2 = \\ &= -77 + 127.6 - 12 = 38.6 \end{aligned}$$

Potencia de salida del equipo (P_s)

$$P_s = 10^{3.86} \cdot 10^{-3} = 10^{0.86} = 7.2 \text{ vatios}$$

Con un equipo de 10 vatios de potencia de salida se puede con seguir comunicaciones con un buen nivel de recepción.

5.5.3.3 Comunicaciones Móviles

Se trata de una estación base instalada en el c° Para, controlada remotamente desde la subestación. El modo de operación es sim - plex. La frecuencia utilizada es 163.8 MHZ.

El objetivo de los cálculos, que posteriormente deberán ser corroborados mediante pruebas de campo, es determinar aproximadamente el área de cobertura levantando perfiles en los puntos considerados críticos.

En la red de Radiocomunicaciones existen dos tipos de comunicaciones: el móvil-base y el móvil-móvil.

1. Cálculo de Transmisión móvil-base

El único fenómeno a considerar será el de la difracción, pues to que la reflexión en esta banda de frecuencia en una trayec toria directa no es importante. La señal por otro lado que - podría llegar por múltiple rebote (reflexión) llegaría dema - siado atenuada como para considerar que tenga efecto en la re cepción.

Luego las pérdidas totales L_T serían el producto de:

$$L_T = \text{Pérdidas en el espacio libre} + \text{pérdidas por di} \\ \text{fracción} + \text{pérdidas en los alimentadores}$$

Para $F = 163.8 \text{ MHz}$

En el espacio libre:

$$L_o = 32.49 + 20 \log d \text{ KM} + 20 \log F \text{ MHz}$$

Luego:

$$\text{con } d = 55 \text{ KM}$$

$$L_o = 111.5 \text{ dB}$$

Las pérdidas en los alimentadores se estima:

$$L_A = 1.5 \text{ dB}$$

Las pérdidas por difracción se calcula de la siguiente manera:

$$H = 50 \text{ mts}$$

$$F_c = \frac{22.5 \times 32.5}{22 \times 4/3 \times 6.37} = 21.5 \text{ mts}$$

Luego:

$$H_T = 71.5$$

$$b = \left[\frac{300}{163.8} \times \frac{22.4 \times 32.5}{55} \times 10^3 \right]^{1/2} = 156 \text{ mts}$$

$$v = \frac{H (2)^{\frac{1}{2}}}{b} = 0.648$$

Para este valor las integrales de Fresnel son:

$$C(v) = -0.63 + \frac{1}{2} = -0.13$$

$$S(v) = -0.15 + \frac{1}{2} = -0.35$$

Y la función atenuación F:

$$F = 0.26$$

$$F_{dB} = 11.7 \text{ dB}$$

Luego:

$$L_T = 111.5 + 1.5 + 11.7 = 124.7 \text{ dB}$$

2. Potencia de Ruido

A la frecuencia de transmisión el ruido externo más influyente es el producido por el sol inactivo, cualquier otro ruido es muy inferior.

$$T_e = 3 \times 100^6$$

$$P = KTB = 1.38 \times 10^{-23} \times 3 \times 10^6 \times 3.6 \times 10^3 =$$

$$= 15 \times 10^{-14} \text{ W}$$

Además

$$P = \frac{E^2}{120\pi}$$

$$E = 7.5 \text{ uv/ mt.}$$

Altura efectiva:

$$h_e = \frac{\lambda \sqrt{R_d G}}{69} = 0.28 \text{ mt}$$

$$V = 2.16 \text{ uv}$$

como:

$$P = \frac{V^2}{R} = 9.4 \times 10^{-14}$$

$$P_{\text{rui}} = -100 \text{ dBm}$$

Luego:

$$P_T = L_T - (G_1 + G_2) + P_R + R_{SR}$$

$$P_T = 124.7 - 0 - 100 + 20$$

$$P_T = 44.7 \text{ dBm}$$

$$P_T = 30 \text{ vatios}$$

Con un equipo de Potencia de salida de 30 vatios se podría cubrir la distancia. Sin embargo los equipos actualmente sólo poseen 10 vatios por lo que la recepción a una distancia de 55 Kms. no está asegurada, sino tan sólo a 17 Kms., teniendo en cuenta la misma configuración del obstáculo.

La comunicación entre móviles sólo puede ser garantizada para distancias menores a 10 Kms., cuando no existe línea de vista.

3. Enlaces en Alta Frecuencia

Las comunicaciones móviles en la banda de AF, se realizan bajo dos formas, una como ondas de superficie y la segunda como ondas ionosféricas. La banda de Alta Frecuencia se extiende entre los 3 y 30 MHz; pero en la práctica el espectro se reduce aún más y se puede para analizar el caso de propagación de ondas de superficie utilizando una frecuencia de 10 MHz.

Para las ondas de superficie se ha logrado establecer la siguiente función atenuación:

$$F(x) = \frac{2 + 0.3x}{2 + x + 0.6x^2}$$

con:

$$x = 52.5 \text{ (dKM)} / (\sigma \cdot \lambda \text{ mt})$$

Para tierra normal:

$$\sigma \approx 10^{-2} \text{ S/m}$$

Luego con:

$$F = 10 \text{ MHz} \quad \therefore \quad \lambda = 30 \text{ mt}$$

$$x = 17.5 \text{ d}$$

$$x_{1\text{Km}} = 17.5 \quad F_{x1} = 0.03 \quad = 30 \text{ dB}$$

$$x_{10\text{Km}} = 175 \quad F_{x10\text{Km}} = 3 \times 10^{-3} = 50 \text{ dB}$$

En todos los casos estos niveles de atenuación revelan ser muy elevados y en general sólo se podría garantizar la conexión radiofónica para distancias muy cortas.

Las pérdidas en el espacio libre entre antenas isotrópicas se calcula:

$$L = 82 + 20 \log \text{dKM} - 20 \log \lambda \text{ mt}$$

con:

$$\lambda = 30 \text{ mt}$$

$$L_d = 52 + 20 \log d \text{ KM}$$

$$L_{T1} = 52 \text{ dB}$$

$$L_{T10} = 72 \text{ dB}$$

A fin de lograr una intensidad de campo mínimo con una radiación en el plano horizontal de $\pm 30^\circ$, estableciéndose una relación señal a ruido de 30 dB.

$$E = (1 \mu\text{v})/\text{m} \text{ (intensidad de ruido atmosférico)}$$

$$h_e = [\lambda (R_d G)^{\frac{1}{2}} / 69]$$

$$R_d = 73.1$$

$$G = 1.64$$

$$\lambda = 30 \text{ m.}$$

$$h_e = 4.76 \text{ mt.}$$

$$V = E h_e = 4.76 \text{ uv}$$

$$P_r = \frac{V^2}{R} = 4.5 \times 10^{-13} \text{ vatios}$$

Potencia de ruido:

$$PrdBm = -93 \text{ dBm}$$

Potencia de Transmisión en el plano horizontal:

$$P_T \text{ dBm} = 30 \text{ dB (sobre 1 vatio)}$$

Relación señal a ruido:

$$RSR = 30 \text{ dB}$$

$$L_{Tmax} = 30 - (30 - 93) = 93 \text{ dB}$$

Lo cual limita el alcance a distancias menores a 2.0 Km. Por lo tanto las comunicaciones se realizan preferentemente utilizando la ionósfera.

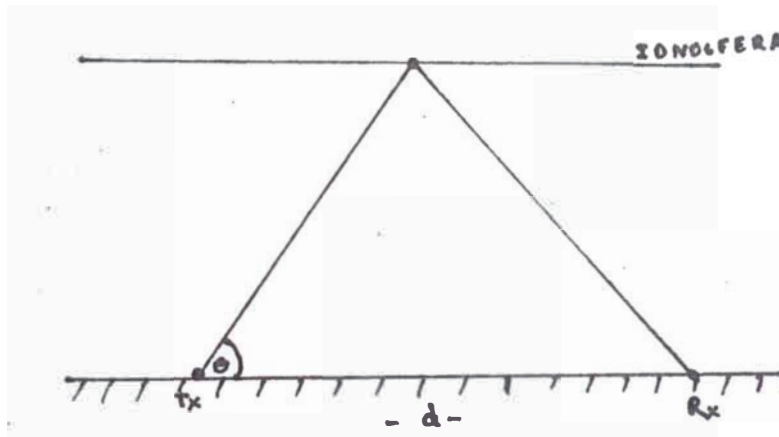
El cálculo de estos enlaces para comunicaciones móviles se realiza de la siguiente manera:

La ionósfera es un medio altamente inestable y por lo tanto las características de propagación varían continuamente en función del número de manchas solares, la posición geográfica de las estaciones, la estación del año, mes y hora del día. Esta consideración conlleva la utilización de varias frecuen-

cias de operación que permitan establecer una comunicación altamente confiable.

En primer lugar existe una frecuencia máxima utilizable (FMU) la cual no puede ser sobrepasada porque no habría reflexión, además las pérdidas por absorción de la ionósfera obligan a utilizar una frecuencia óptima de trabajo, que generalmente se define como el 80% de la FMU. Como se demuestra en el anexo respectivo las frecuencias más eficientes en la zona del proyecto son aquellas que se encuentran en la banda de 5 MHz y 7 MHz.

Para el cálculo de pérdidas por transmisión, utilizaremos la frecuencia de 7 MHz.



$$r = d \sec \theta$$

$$\text{si } d = 30 \text{ Kms.}$$

$$\text{Luego } Tg \theta = 8$$

$$\theta = 82.8^\circ$$

$$r = 30 \sec 82.8^\circ = 242 \text{ Kmts.}$$

Las pérdidas en el espacio libre serán:

$$L_o = 32.44 + 20 \log 242 + 20 \log 7 = 97 \text{ dB}$$

Las pérdidas por absorción ionosférica se calcula de la siguiente manera: el índice de absorción I es función del ángulo cenital del sol (ψ) y del número de manchas solares (S), según la siguiente ecuación:

$$I = (1 + 0.0037S)(\cos 881\psi)^{1.3}$$

Para la latitud en la cual se está diseñando el enlace:

$$\psi = 20^\circ \text{ para enero}$$

$$S = 42 \text{ para el mismo mes (año 1984)}$$

Luego:

$$I = 1.08$$

Luego las pérdidas por absorción serán a partir de:

$$LI = 10 \text{ dB}$$

La pérdida en los alimentadores se estima en 3 dB.

Luego, las pérdidas totales:

$$L_T = 97 + 10 + 3 = 110 \text{ dB}$$

A fin de lograr un sistema operacional que justifique la utilización del sistema de HF por una baja inversión utilizaremos antena dipolos de $\frac{1}{2}$ onda de disposición horizontal, las cuales por otro lado pueden brindar un adecuado ancho de haz para distancias cortas. En estas condiciones el único condicionante es la altura eléctrica del dipolo horizontal sobre la superficie terrestre.

Una condición necesaria y suficiente es que $h = 0.25\lambda$, donde λ es la longitud de onda de la señal que está siendo transmitida. En estas condiciones la ganancia de antena es de 2 dB sobre la isotrópica.

El ruido predominante en esta banda de frecuencia es el atmosférico y el producido por el hombre. Se calcula a partir de gráficas que permiten determinar el ruido promedio en cualquier zona del mundo.

A la frecuencia de operación y en la zona del proyecto

$$E_{\text{ruido}} = 0 \text{ dB} = 1 \mu\text{v/mt}$$

luego como se explicó anteriormente:

$$PrdBm = -93 \text{ dBm}$$

Para una relación señal a ruido de 20 dB

$$P \text{ recibida mini.} = -93 + 20 = -73 \text{ dBm}$$

Y con un margen de desvanecimiento de 8 dB.

$$P_T = -73 + 110 + 8 = 45 \text{ dBm}$$

$$P \text{ salida} = 32 \text{ vatios.}$$

C A P I T U L O VI

EVALUACION TECNICA-ECONOMICA DE ALTERNATIVAS

6.1 Introducción

La evaluación técnica-económica se realizará utilizando los parámetros que se han establecido en el capítulo anterior, no se incluirá un análisis financiero detallado porque el sistema a determinar forma parte de todo un conjunto destinado a suministro de energía.

Al respecto, sin embargo, hay que hacer las siguientes acotaciones para el análisis económico: el índice de depreciación se asume lineal en el período de análisis de 15 años, el costo de oportunidad de la empresa se fijará en 13%, la inflación promedio 6.8%. Con estas consideraciones se procederá a hacer la evaluación de alternativas.

6.2 Sub-sistema de Telefonía

6.2.1 Evaluación Técnica

Los equipos a considerar son centrales telefónicas automáticas. Se analizará dos (2) tipos, las electromecánicas y las electrónicas. Dentro de las electromecánicas se consideran las que operan según el principio Rotary y las de barras cruzadas.

Las centrales telefónicas electromecánicas Rotary se caracterizan por ejecutar la selección del abonado paso-paso y utilizan sistemas de contactos giratorios, lo que les hace ineficientes para la implementación de redes telefónicas de gran capacidad.

Por otro lado esta forma de selección está sometido a un fuerte desgaste de manera tal que las necesidades de mantenimiento son más frecuentes. Las labores de mantenimiento son en general muy tediosas porque el desarmado de las partes mecánicas toma mucho tiempo. Estas centrales telefónicas son poco flexibles y es muy difícil ampliar su capacidad en un porcentaje pequeño ya que esta operación, la ampliación de capacidad, casi siempre trae consigo la utilización de una central adicional. Su comportamiento en general es, debido a que muchas piezas están en movimiento, bajo.

La siguiente tabla resume cuantitativamente lo anteriormente expuesto:

CONFIABILIDAD:	12
FACILIDAD DE MANTENIMIENTO:	12
COMPORTAMIENTO:	12
FLEXIBILIDAD:	10

Luego

$$B = 12 \times 0.4 + 12 \times 0.15 + 12 \times 0.10 + 10 \times 0.05 = 8.3$$

Las centrales automáticas electrónicas, están organizadas alrededor de microprocesadores, lo cual les otorga una eficiencia en el proceso de conmutación muy elevada. La centralización de la operación en uno o dos dispositivos electrónicos (microprocesadores) les otorga una elevada confiabilidad. Estas centrales pueden crecer ilimitadamente y poseen todas las características de comportamiento que los dispositivos le pueden otorgar.

La siguiente tabla resume las consideraciones anteriores para las centrales telefónicas electrónicas:

CONFIABILIDAD:	16
FACILIDAD DE MANTENIMIENTO:	18
COMPORTAMIENTO:	18
FLEXIBILIDAD:	20

Luego análogamente:

$$B = 11.9$$

6.2.2 Evaluación Económica

Tiempo útil:	15 años
Inflación:	80% (media anual)
Año "0": 1984	Mes: Enero

Una central cualquiera consta de los siguiente: La capacidad es 20 líneas (anexas y troncales) y 3 llamadas simultáneas como instalación inicial ampliable a 30 líneas y 4 llamadas simultáneas. Con esta información se requiere:

- Un panel de conmutación
- Un panel de distribución principal
- Un panel de llamadas inter-urbanas y tránsito
- Un panel de distribución intermedia

El costo de una central Rotary de las características anteriores, y contenido es de 15,000 \$ USA. Los gastos de operación y mantenimiento (COM) se estiman en 2'000,000 Soles anuales. El valor de recuperación en el año 15 es de 500 \$ USA (3% de costo inicial).

El cambio Dolar/Sol = 2,600. La devaluación anual proyectada es igual a la inflación (hipótesis).

Valor de recuperación año 0 = 500 x 2,600 = 1'300,000

Costo Inicial = 15,000 x 2,600 = \$ 39'000,000

Costo de operación y mantenimiento COM_0 referido al año 0 es:

$$COM_0 = A \frac{(1+i)^{-N} - 1}{(1+i)^{-1} - 1}$$

con $A = 2'000,000$ e $i = 80\%$

como:

$$COM_0 = 2'000,000 \frac{1 - (1.8)^{-15}}{1 - (1.8)^{-1}} = 3,600 \text{ Miles de Soles}$$

Luego: Inversión inicial de central telefónica Rotary es:

$$I_0 = 39,000 - 1,300 + 3,600 = 41,300 \text{ Miles de Soles del 84}$$

Analogamente:

PAX EM CB (Central Telefónica Automática Electro Mecánica Cross - Barr)

Costo Enero 84 = 20,000 \$ USA

Costo OM = 1,000 miles de sobre MS

Valor de Recuperación = 1,000 \$ USA

Luego:

$$CI = 20,000 \times 2,600 = 52,000 \text{ MS}$$

$$COM_0 = 1,8 \times 1,000 = 1,800 \text{ MS}$$

$$R_0 = 1,000 \times 2,600 \text{ MS}$$

$$I_0 = 51,200 \text{ miles de soles del 84}$$

y para la Central Electrónica:

$$\text{Costo Enero 84} = 25,000 \text{ \$ USA}$$

$$\text{Costo OM} = 100,000 \text{ Soles}$$

$$\text{Valor de Recuperación} = 1,500 \text{ \$ USA}$$

Luego:

$$CI = 65,000 \text{ MS}$$

$$COM_0 = 180,000 \text{ Soles}$$

$$VR_0 = 3,900 \text{ MS}$$

$$I_0 = 61,280 \text{ MS}$$

Cuantificando esta característica para cada central:

$$\text{PAX EM ROTARY} = 16$$

$$\text{PAX EM CROSS BAR} = 13$$

$$\text{PAX ELECTRONICA} = 10$$

Resumiendo:

$$\text{Costo Rotary} = 4,8$$

$$\text{Costo Cross Bar} = 3,9$$

$$\text{Costo Electrónica} = 3,0$$

Finalmente:

Calidad Rotary = 12.9

Calidad Cross Bar = 13.7

Calidad Electrónica = 14.9

Obteniéndose un mayor beneficio para la instalación de una central electrónica.

6.3 Subsistema de Transmisión

6.3.1 Evaluación Técnica

El subsistema de transmisión dentro del conjunto del sistema de telecomunicaciones es el más importante pues a través de él se envía la información. En consecuencia un análisis más cuidadoso debe ser realizado:

Los soportes de Transmisión son:

- a) Onda Portadora sobre líneas de Alta Tensión
- b) Radio enlace en la banda de Muy Alta Frecuencia

El término confiabilidad va a ser aplicado a todo el enlace y debe ser medido utilizando los siguientes parámetros:

- Potencia de salida
- Relación señal a ruido
- Margen de desvanecimiento
- Vulnerabilidad

1. Potencia de Salida

La potencia de salida del equipo tiene que ver con las pérdidas totales en el circuito y el nivel de ruido en el extremo del receptor y deberá ser de tal magnitud de lograr una intensidad de campo mínimo que asegure inteligibilidad cómoda en la comunicación.

Por otro lado, la potencia de salida además determina en forma directa el tiempo de vida de los equipos (dentro de márgenes de construcción óptimos) dado que una de las condiciones degerativas más determinantes es el calor generado dentro de los equipos. Dentro de este contexto es deseable reducir la potencia de salida a un mínimo, lo cual por otro lado disminuye el nivel de salida - absoluto de emisiones.

2. Relación señal a ruido (RSR)

La sensibilidad de los equipos es el umbral a partir del cual se puede reconocer una señal. Además de este factor limitante tenemos el nivel de ruido. El análisis de la relación sensibilidad, ruido y señal útil conduce a la utilización del término RSR el cual determina de una manera inequívoca la calidad del enlace. La RSR para buena recepción comercial es casi independiente del equipo a utilizar; sin embargo cada equipo en particular y cada sistema condicionan el enlace generando más o menos ruido en el extremo receptor lo cual evidentemente conduce a niveles de intensidad de campo elevados o bajos según el caso.

Lo deseable es pues tener un equipo que adicione muy poco ruido a la señal que llega al receptor y que además en la banda de operación sea poco influenciada por elementos externos.

3. Margen de desvanecimiento

Las pérdidas del enlace están sometidas a variaciones aleatorias como producto de las variaciones del medio ambiente, teniendo presente esto se estila agregar una "pérdida adicional" que compense estas variaciones a fin de asegurar comunicación el 99% del tiempo. Tanto en las comunicaciones por onda portadora sobre Líneas de Alta Tensión y Radioenlaces se encuentran este tipo de cambios - inesperados en las pérdidas.

4. Vulnerabilidad

El daño del equipamiento o parte de él por descargas atmosféricas o catástrofes naturales determina la pérdida del enlace y lo que es más grave aún la ausencia de comunicación por períodos de tiempo importantes.

5. Servicios

La capacidad del equipo de otorgar diferentes servicios en un mismo canal. Esta característica debe ser evaluada como una capacidad estandar.

Utilizando los parámetros anteriores se ha elaborado la siguiente tabla para hallar un número para la confiabilidad.

TABLA

DESCRIPCION	ONDA PORTADORA		RADIO VHF	
	Valor	Calificación	Valor	Calificación
Potencia de Salida	20 W	12	10 W	14
Relación señal a ruido	30 dB	14	30 dB	14
Margen de Desvanecimiento	15 dB	16	20 dB	14
Vulnerabilidad	-	18	-	16
Servicios	-	20	-	12
Promedio		16		14

Los parámetros de análisis siguientes se refieren a la factibilidad de mantenimiento; al respecto se debe añadir - que existe al tendencia actualmente a distribuir las funciones en módulos, lo cual facilita enormemente la supervisión y el mantenimiento. La flexibilidad, esto es, -

el aumento de canales y servicios en los equipos también es una característica inherente a la técnica actual, lo que a su vez también está sustentada en la modularidad.

La siguiente tabla permite evaluar las bondades técnicas de los soportes de transmisión mencionados Onda Portadora sobre líneas de Alta Tensión:

a) Confiabilidad:	16
b) Facilidad de mantenimiento:	18
c) Comportamiento:	18
d) Flexibilidad:	18

Luego, utilizando los factores de ponderación:

$$B = 11.72$$

Radioenlace en la banda de VHF:

a) Confiabilidad:	14.0
b) Facilidad de Mantenimiento:	16
c) Comportamiento:	16
d) Flexibilidad:	16

Luego:

$$B = 10.48$$

6.2.2 Evaluación Económica

6.2.2.1 Onda Portadora sobre Líneas de Alta Tensión

Costo a Enero 84 de un enlace de Onda Portadora monocanal para conexión fase-tierra, sin considerar condensador de acoplamiento:

45,000 \$ USA

Valor de Recuperación: 1,500 \$ USA

Costo de Operación y

Mantenimiento: 3,000 miles de soles / año

Esta evaluación obviamente está sometida a las mismas consideraciones económicas del análisis anterior. Esto es:

Tiempo útil: 15 años

Inflación media anual: 80%

Luego:

$$I_0 = 117,000 \text{ ms} + 5,400 - 3,900 = 118,500 \text{ ms}$$

6.2.2.2 Radioenlaces de Muy Altas Frecuencias (VHF)

Costo a Enero 84 de un radio enlace en VHF, monocanal, sin repetidor, estaciones base alejadas (caseta, torre y cable de alimentación)

Moneda Extranjera: 36,000 \$ USA

Moneda Nacional: 30,000 ms

Valor de recuperación: 1,800 \$ USA

Gastos de Operación y mantenimiento: 1,500 ms/año

Luego:

$$I_o = 97,600 + 2,700 = 4,680 = 95,620 \text{ ms.}$$

Cuantificando estas características para cada soporte tenemos:

$$OP \text{ SLAT} = 12.5$$

$$R \text{ VHF} = 15.5$$

Finalmente

$$\text{calidad onda portadora} = 11.72 + 0.3 \times 12.5 = 15.32$$

$$\text{calidad Radio MAF} = 10.48 + 0.3 \times 15.5 = 14.98$$

Obteniéndose un mayor beneficio por la instalación de un enlace por Onda Portadora sobre líneas de Alta Tensión.

6.4 Subsistema para Comunicaciones Móviles

La implementación de subsistemas para comunicaciones móviles utilizados en los equipos de MAF ofrecen un servicio que en términos de beneficio a largo plazo no pueden ser comparados con los sistemas de AF - por las razones siguientes:

- a) La confiabilidad de comunicaciones en la banda de AF es en términos reales muy baja.
- b) La disponibilidad de frecuencias totalmente restringida debido a la presencia de muchos equipos ya instalados.
- c) La calidad de servicio es pobre, porque no se puede mantener la relación señal a ruido deseado durante un gran porcentaje - de tiempo.

- d) Los enlaces en HF se prestan mejor para comunicaciones a larga distancia y que tengan carácter transitorio.

En consecuencia siempre se orienta la configuración de la red de radio comunicaciones a la utilización de equipos en la banda de VHF y de ser necesario una combinación con equipo UHF a fin de economizar espectro y optimizar la red.

A manera referencial diremos que el costo de un sistema para comunicaciones móviles en la banda de VHF con respecto a la de HF, guarda una relación de 3 a 1 con tendencia a disminuir en favor a los circuitos de MAF.

C A P I T U L O VII

CARACTERIZACION DE LA ALTERNATIVA ELEGIDA

De acuerdo a la evaluación técnica/económica presentada en el capítulo anterior, el sistema de telecomunicaciones elegida está compuesto por los siguientes equipos:

- a) Equipos de conmutación telefónica automática dispuestos de la siguiente manera:

1 Central Telefónica PAX instalada en la C.H. Aricota N° 2 que reemplazará a la existente. Esta central será trasladada a la S.E. Calana en donde continuará operando. La configuración es como se muestra en el plano N° 016.

- b) Equipo de llamada por tono de línea compartida, consistente en un equipo terminal instalado en la S.E. Calana. Un circuito híbrido 4-4-2 a instalarse en la S.E. Para. El circuito 4-2 actualmente operando en la S.E. Para será trasladada a la S.E. Calana. La figura del plano N° 017 muestra el detalle de este arreglo.

- c) Equipo de Onda Portadora dispuestos en la L.T. Aricota-Tacna (Calana) y en Tacna, entre la S.E. Calana y la S.E. Para. La disposición de estos enlaces se incluye.

- d) Equipos de Radioenlaces en la banda de VHF, conformados por una estación en el Cerro Para y otra estación remota en el Cerro

Chintari; ambas estaciones son controladas remotamente desde la S.E. Tacna, Para y la C.H. Aricota N° 2, respectivamente. La configuración de este enlace se muestra en el plano - N° CCR-014.

- e) Un enlace por cable de Entel Perú entre la S.E. Calana y la S.E. Para.

La configuración total del sistema de telecomunicaciones aparece en el Plano N° CCR-014.

Para el planteamiento de alternativas se toma en consideración para la definic.de una configuración de alternativa las características mas importantes de ésta, de tal manera que al hacer la comparación de éstas se logre una selección que a la vez de rápida, sea correcta.

Una vez seleccionada la alternativa con la mejor propiedad técnica-económica, se realiza lo que se conoce como ingeniería de detalle a fin de precisar las características adicionales a aquellas que sirvieron como base de comparación y además definir características propias de configuración e instalación que permitan su correcta integración a la Red Eléctrica Asociada. El presente capítulo tiene ese fin.

7.1 Telefonía Automática

La red telefónica automática se ha diseñado para atender 20 líneas entre abonados y troncales con un volumen de tráfico cercano a los 0.2 Erlangs, para lo cual es necesario 3 alimentadores o circuitos de llamada simultánea. De acuerdo a estas características de tráfico telefónico se requerirá el siguiente equipamiento. Se ha tomado como referencia el PAX fabricado por CII ALCATEL.

Si utilizamos dos armarios uno del tipo AL y otro del tipo BT, es posible obtener las siguientes facilidades de conmutación:

- 12 líneas mixtas (locales o interurbanas)
- 20 líneas locales
- 6 circuitos de conexión 2/4 hilos
- 3 circuitos de conexión locales
- 3 registradores de tránsito
- 2 registradores locales
- 6 conectores de cambio de cadena
- 1 máquina de llamar

Adicionalmente se requiere un armario de distribución, los datos anteriormente presentados se refiere a capacidades máximas de los equipos. Definida la cantidad y tipo de equipo a utilizar el siguiente paso es calcular el sistema de alimentación. La elevada disponibilidad solicitada en los Sistemas de Telecomunicaciones obliga a planear sistemas de alimentación autónomos. Desde este punto de vista, se está planteando un sistema de alimentación independiente para la red telefónica consistente en:

- 1 rectificador - cargador
- 1 banco de baterías

La configuración de este sistema es tal como se muestra en la figura N° 014. El cálculo de estos dispositivos se realiza a partir de los datos incluidos en los manuales de operación de las centrales. Para la capacidad de conmutación deseada se tiene una corriente máxima de 10 Amperios y una corriente media medida en una hora de 3 amperios, con esta información es posible calcular la capacidad del Banco de Baterías, así como la del rectificador-cargador.

La capacidad del Banco de Baterías está dada por una ecuación que relaciona la corriente de descarga y una constante de compensación con respecto a la capacidad de 8 horas (Ampere=horas).

Según:

$$C = K_T \cdot I$$

Si deseamos otorgar una autonomía de 8 horas, $K_T = 8$, luego:

$$c = 8 \times 3 = 24 \text{ A-H}$$

Considerando una pequeña reserva para el consumo por medio de dispositivos especiales.

$$C = 30 \text{ A-H}$$

La capacidad del rectificador-cargador se realiza por medio de la siguiente ecuación:

$$I = 3 + \frac{1.1 \times 30}{24}$$

$$I_{\text{Rect.}} = 5A$$

7.2 Equipo de Llamada por Tono de Línea Compartida

Estos equipos como se ha descrito en apartados anteriores utilización la Onda Portadora como soporte de transmisión.

Los niveles de transmisión y recepción requeridos para la conexión de ambos equipos es regulado por reglamentaciones CCITT.

Consideraciones adicionales de instalación y alimentación serán consideradas en esta sección.

Los dispositivos asociados como son los circuitos híbridos se dispondrán en cubículos dentro de los racks de Onda Portadora.

La alimentación para estos equipos se derivará de la prevista para la Onda Portadora.

El consumo de estos equipos se estima en 1 Amperio como corriente - media en una hora.

7.3 Equipos de Onda Portadora

Los equipos de Onda Portadora como se describió anteriormente, comprende:

- El equipo transmisor-receptor de Onda Portadora
- El filtro de acoplamiento
- El condensador de acoplamiento
- La trampa de onda

- El cable coaxial

Cada uno de estos elementos será tratado en detalle con el objeto de elaborar las especificaciones técnicas.

7.3.1 Equipo Transmisor-Receptor de Onda Portadora

El equipo transmisor-receptor de acuerdo a los cálculos de transmisión tendrá una potencia PEP = 20 Vatios; lo cual determina un régimen de operación del sistema de alimentación. La configuración para el Sistema de Alimentación es idéntica al caso de la Red Telefónica.

A partir de los datos de los fabricantes se tiene:

Recepción: 1.2 A

Emisión: 2.8 A

El régimen de trabajo asumido será 50% del tiempo emitiendo y 50% del tiempo recepcionado, lo cual da una corriente media:

$$I = (1.2 + 2.8) \times 1/2 = 2.0 \text{ Amperios}$$

El cálculo del banco de baterías es el mismo que el explicado para el caso del sistema telefónico, luego:

$$C = K_T I$$

Para una autonomía de 8 horas:

$$K_T = 8$$

$$Y \quad C = 8 \times 2 = 16 \text{ Amper-Hora}$$

Luego se puede elegir un banco de baterías de 20 A-Horas de capacidad.

La capacidad del cargador así mismo será:

$$I = 2 + \frac{1.1 \times 20}{24} = 2.9 \text{ Amperios}$$

Luego $I_N =$ puede ser de 3

$$I = 3 \text{ Amperios}$$

7.3.2 El Filtro de Acoplamiento

Teniendo en cuenta futuras ampliaciones se está proponiendo un filtro de Banda Ancha. De acuerdo a las consideraciones de transmisión las frecuencias límites son:

$$F_1 = 100 \text{ kHz}$$

$$F_2 = 220 \text{ kHz}$$

Con estos datos, siguiendo el procedimiento descrito en la referencia (3) se obtiene:

La media geométrica:

$$F_M = \sqrt{F_1 \times F_2} = 148 \text{ kHz}$$

El ancho de banda

$$BW = F_2 - F_1 = 220 - 100 = 120 \text{ kHz}$$

A fin de no exceder pérdidas por acoplamiento a los 3.5 dB, la capacidad mínima seguida para el condensador a acoplamiento será:

$$C_{\min} = 6,000 \text{ pF}$$

7.3.3 El Condensador de Acoplamiento

En el presente proyecto el Condensador de Acoplamiento cumple con una doble finalidad: primera con transformador de tensión capacitivo para la operación de relés y aparatos de medida y segundo como dispositivo de acoplamiento para la onda portadora.

Las consideraciones de transmisión para Energía de 60 ciclos aparece en el capítulo de subestaciones, y versa sobre tensión de operación, nivel de aislamiento y condiciones de baja tensión entre otros. Para el caso de la transmisión de Onda Portadora sólo se considera la capacidad que conjuntamente con el filtro de acoplamiento determina las características de ancho de la banda, gama de frecuencias y atenuación, como se expresó en la sección anterior para este caso el condensador debe tener una capacidad mínima de 6,000 PF.

7.3.4 La Trampa de Onda

La trampa de onda disminuye fundamentalmente las pérdidas en derivación así como independiza la transmisión de onda portadora de maniobras en los dispositivos de protección de la línea y patio de llaves.

La trampa de onda se diseña para atender a dos cosas: la primera se refiere a las características de transmisión de la energía de 60 ciclos.

En este sentido la trampa de onda debe aceptar una corriente permanente igual o mayor a la corriente normal de la línea.

$$I_N = \frac{50 \text{ MVA}}{\sqrt{3} \times 138 \text{ kV}} = 209 \text{ A}$$

Luego se puede seleccionar una trampa de onda de corriente nominal permanente igual a 400 A. La corriente de corta duración admisible, está normada por el IEC y no debe exceder a los 10 kA.

Las condiciones de transmisión de las señales de radiofrecuencia a su vez imponen características a la trampa de onda. En la información técnica de la referencia (3) se establece una relación de un gráfico entre la inductancia propia de bobina, la banda de frecuencias a bloquear y la impedancia característica de la línea de transmisión; - para obtener una pérdida por derivación mínima.

Así con:

$$F_1 = 100 \text{ kHz}$$

$$F_2 = 225 \text{ kHz}$$

$$Z_o = 400 \text{ ohmios}$$

$$L_o = 2.6 \text{ nepers}$$

Con esta información de las curvas se obtiene una inductancia mínima (C) igual a 0.3 mH.

7.3.5 El Cable Coaxial

El cable coaxial permite la conexión de los equipos de Onda Portadora instalados al interior con los filtros de acoplamiento instalados al

exterior. La longitud del cable coaxial depende de la disposición de las canaletas que guían los cables que llevan información de y hacia los equipos instalados al exterior. La limitada energía de los cables de control de mando que corren paralelos con el cable coaxial, así como el aislamiento en frecuencia de las señales de Onda Portadora de éstas no requieren mayor exigencia para el cable coaxial por efectos de diafonía que podrían producirse. Las longitudes aproximadas de cable coaxial requeridas son:

Aricota N° 2	:	30 metros
Tacna-Calana	:	50 metros
Tacna-Para	:	20 metros

La atenuación máxima permisible para cualquiera de los terminales debe ser igual a 2.5 dB.

7.4 Equipos de Radiocomunicaciones

Los equipos previstos para establecer enlaces de radiocomunicaciones se dividen en:

- Equipos para enlace punto-punto
- Equipos para radiomóvil

7.4.1 Equipos para enlace Punto-Punto

Las instalaciones para el enlace punto-punto lo conforman la estación remota instalada en el cerro Para y su pareja la estación instalada en el C° Chintari, ambas estaciones son controladas remotamente desde -

las respectivas instalaciones eléctricas cercana a su lugar de instalación.

El equipamiento instalado en el Cerro Chintari comprende:

- Transmisor/Receptor de VHF
- Equipo para control de distancia
- Cargador/Rectificador
- Banco de Baterías

Los equipos de control remoto permiten la manipulación y supervisión a distancia de los equipos de radio. Esto comprende:

- Control de volumen
- Interruptor
- Señalización de operación
- Señalización de presencia de portadora

Todas estas señalizaciones son transmitidas por medio de un cable de comunicaciones. La longitud máxima que pueden admitirse entre el control remoto y la unidad a controlar es 3,500 mts.

Existe sin embargo una relación directa entre la potencia disponible de cada una de las señales a transmitir desde la unidad de control remoto y el equipo a controlar, y la sección del conductor utilizado. Teniendo en cuenta que: $R = \rho \frac{L}{A}$, entonces al aumentar la sección del conductor disminuirán las pérdidas, asumiendo que la capacidad distribuida entre los conductores en el peor de los casos permanezca invariable. El diámetro de conductor más frecuentemente utilizado

es de 0.6 mm. El Conductor utilizado entre ambos dispositivos no debe introducir pérdidas mayores a 2 dB.

La potencia requerida en los equipos de radio será 10 vatios. Para esta potencia el fabricante proporciona los siguientes niveles de consumo:

$$- I_{\text{Transmisión}} = 5.5 \text{ A}$$

$$I_{\text{Recepción espera}} = 150 \text{ mA}$$

$$I_{\text{Recepción 2 W}} = 500 \text{ mA}$$

Para un régimen de operación 20, 20, 60, obtenemos el siguiente valor de corriente promedio:

$$I = 0.2 \times 5.5 + 0.2 \times 0.5 + 0.6 \times 0.15 = 1.3 \text{ A}$$

Luego la corriente para cálculo del sistema de alimentación será:

$$I = 1.5 \text{ A}$$

En estas circunstancias bajo el mismo concepto para el cálculo de banco de baterías y con una autonomía de 8 horas.

$$C = K_T I = 8 \times 1.5 = 12 \text{ A}$$

Escogemos un banco de baterías de 20 A-H

El rectificador debe estar previsto por su parte para entregar una corriente:

$$I = 1.5 + \frac{1.1 \times 20}{24} = 2.40$$

La corriente del cargador será luego:

$$I = 3 \text{ A}$$

Hay que añadir además que la alimentación a este cargador desde la estación más cercana se hará a través de un par abierto, cuidando - que la caída de tensión no exceda a lo establecido en el Código - Eléctrico del Perú (< 10 %).

Para el cálculo de los alimentadores del C° Para, en el caso más crítico, se debe asumir:

$$I_{\text{CARGA}} = 3 \text{ Amperios}$$

$$\text{Luego de } C = k_T \cdot I$$

Se puede elegir un banco de baterías

$$C = 30 \text{ A - Hora}$$

El cargador de batería debe tener una corriente

$$I = 3 + \frac{1.1 \times 30}{24} = 4.37$$

En consecuencia se puede usar un cargador de batería de una corriente de 6 Amperios.

Las consideraciones de transmisión propuestas para el caso de la estación transmisora del C° Chintari, se harán extensivas para el caso del C° Para. En cuanto a los postes requeridos para el tendido de la línea de alimentación y el cable de comunicaciones, sólo estarán limitados en cuanto a la altura que deben tener con respecto al piso dado

que no están sometidos a mayor esfuerzo. Los vanos estarán limitados por la capacidad de ruptura de los conductores y por las características geográficas del recorrido del mismo.

CAPITULO VIII
ESPECIFICACIONES TECNICAS

8.1 CONDICIONES GENERALES Y PARTICULARES

8.1.1 Alcances de las Especificaciones Técnicas

Las presentes Especificaciones Técnicas cubren el suministro, transporte de los equipos y los trabajos de instalación, incluyendo el cableado y conexionado necesarios con relación al proyecto Línea de Transmisión Aricota 2 - Tacna, como se describe en la sección 2 de este capítulo.

8.1.2 Descripción del Sistema de Telecomunicaciones

El sistema de Telecomunicaciones a ser equipado de acuerdo al contenido de estas especificaciones será utilizado para la operación y mantenimiento de las líneas de transmisión Aricota - Calana (Tacna) y Calana - Para cuyas características se detallan en el párrafo 2.1, como del equipo de subestaciones asociado. Este sistema comprende los circuitos y sistemas descritos en los párrafos 2.2 al 2.6.

2.1 Características de las Líneas de Transmisión

La línea de transmisión Aricota - Tacna consiste de un circuito a simple terna de tensión nominal 138 KV

y conectará el patio de llaves de C.H. Aricota N° 2- y la S.E. Calana (Tacna). A continuación se detallan brevemente las características de dicha línea:

Extensión	: C.H. Aricota N° 2 - S.E. Calana (Tacna)
Número de Circuitos	: 1 (Simple Terna)
Tensión Nominal	: 138 KV
Tipo de Conductor	: ACSR 240 mm ²
Longitud	: 102 Kmts.
Impedancia Característica	: 376 Ohmios
N° de Transformaciones	: 2

La línea de Transmisión Calana - Para (Tacna) está previsto con un circuito a simple terna y conectará ambas subestaciones. Las características principales de esta línea son:

Extensión	: S.E. Para - S.E. Calana
N° de Circuitos	: 1 (Simple Terna)

Tensión Nominal	:	66 KV
Longitud	:	13 Kmts
Tipo de Conductor	:	ACSR 240 mm ²
Impedancia Característica	:	376

2.2 Circuito Telefónico para Despacho de Carga

Se va a establecer un circuito telefónico para despacho de carga entre las estaciones: Aricota N° 2, Para y Calana, según la técnica de llamada por tono para lo cual se adicionará un equipo terminal telefónico de llamada por tono en Calana, a la red en actual operación en la Zona de Toquepala-Aricota-Tacna. Este equipo utilizará la onda portadora como soporte de transmisión. Para más detalle ver plano N°

2.3 Circuito Telefónico Administrativo

A fin de cursar llamadas telefónicas de carácter administrativo, diferente de coordinaciones de operaciones y mantenimiento de la red eléctrica, se utilizará la red telefónica automática existente, a la cual habrá que modificar de la siguiente manera.

La Central Telefónica (PAX) instalada en el edificio de control de la C.H. Aricota N° 2, será trasladada íntegramente a la S.E. Calana, en su lugar se instalará una central telefónica nueva para operar en conjunto con las centrales existentes, quedando conformada la red en malla Aricota-Calana-Para, con centrales telefónicas instaladas en cada uno de estos lugares, de las siguientes características:

S.E. Para 40/10/10/2 existente

S.E. Calana 20/6/6/2 existente (Trasladada)

C.H. Aricota N° 2 40/10/10/2 Nueva

El esquema de principio de la red aparece en el plano N°

2.4 Sistema de Teleprotección

El Sistema de Teleprotección está conformado por equipos transmisores-receptores de Teleprotección instalados en la S.E. Calana y la C.H. Aricota N° 2, y permitir la apertura coordinada de los interruptores instalados en los extremos de la L.T. Aricota N° 2 - Calana, según el principio de transferencia de disparo condicionado. Ver plano N° CCR-007.

2.5 Sistema de Radiomóvil

La inspección periódica de la línea así como la reparación por eventuales casos de fallas será cubierto por el equipo de radiomóvil existente, se incluirán las unidades para instalación vehicular necesarias para soportar los servicios que requiera la nueva línea. En lugares donde la comunicación por radio con el equipo existente es nula, se implementarán en algunos en la banda de H.F. (Alta Frecuencia) mediante equipos para unidad móvil para operar en conjunto con el equipo de radio en la banda de H.F. en actual operación en la S.E. Para, la conexión entre la S.E. Para y Calana se hará por medio de un sistema de Phone Patch.

2.6 Sistema de Transmisión

Lo conforman equipos de Onda Portadora que utilizarían las líneas de alta tensión como soporte de transmisión y equipos de radio en la banda de muy alta frecuencia. El enlace de Onda Portadora entre la C.H. Aricota N° 2 y S.E. Calana y el de S.E. Calana - S.E. Para se hará utilizando el tipo de conexión fase tierra. Para información adicional remitirse al plano N° CCR-007.

8.1.3 Equipo Principal a ser Suministrado e Instalado

El contratista suministrará e instalará el siguiente equipo principal establecido en los párrafos 3.1 al 3.5 de este capítulo en estricta concordancia con las condiciones del contrato, estas especificaciones técnicas y los planos respectivos.

3.1 Sistema de Onda Portadora

- 1) Equipo de Onda Portadora (BLU, voz + datos, mono canal)

Aricota N° 2	(20 vatios)	1 equipo
Calana	(20 vatios)	2 equipos
Para	(20 vatios)	1 equipo

- 2) Trampa de Onda (600 A., 0.3 mH)

Aricota N° 2		1 unidad
Calana		2 unidades
Para		1 unidad

- 3) Dispositivo de protección y acoplamiento

Aricota N° 2	(fase-tierra)	1 unidad
Calana	(fase-tierra)	2 unidades
Para	(fase tierra)	1 unidad

4) Cable coaxial + conectores

Aricota N° 2	30 mts.
Calana	50 mts.
Para	20 mts.

3.2 Sistema de llamada por Tono

1) Equipo de llamada por tono

Calana	1 unidad
--------	----------

2) Circuito Híbrido

Para	4-4-2	1 unidad
------	-------	----------

3.3 Sistema telefónico de conmutación automática

1) Central telefónica automática (40/10/10/2)

C.H. Aricota N° 2	1 unidad
-------------------	----------

2) Translador urbano automático

Aricota N° 2	5 unidades
--------------	------------

3) Aparatos telefónicos

S.E. Calana

Mesa	10 unidades
------	-------------

Pared : 3 unidades

3.4 Sistema de Teleprotección

Equipo Transmisor-Receptor de Teleprotección incluyendo circuitos de interfase.

S.E. Calana	1 unidad
C.H. Aricota N° 2	1 unidad

3.5 Sistema de Radiomóvil

1) Equipo para enlace Duplex

(a) Equipo Transmisor-Receptor de VHF (4 canales, 2 implementados)

C° Chintari	1 unidad
C° Para	1 unidad

(b) Antena Yagi (incluyendo cable coaxial)

C° Chintari	1 unidad
C° Para	1 unidad

(c) Cable piloto (6 pares)

C° Chintari - Edificio de Control C.H. Aricota N° 2 2 Kmts.

C° Para - Edificios de Control S.E. Para
2 Kmts.

8.2 Especificaciones Técnicas de Equipamiento

Estas especificaciones van a ser utilizadas en la adquisición de los equipos conformados por el equipo principal - listado en la sección 3 de las condiciones generales y particulares, y deberá estar de acuerdo con los siguientes párrafos-

8.2.1 Generalidades

8.2.1.1 Diseño General

El equipo de telecomunicaciones a ser suministrado por el Contratista, se utilizará en la operación y el mantenimiento de la red eléctrica, en consecuencia cualquier falla o falsa operación en estos equipos acarreará graves inconvenientes en la explotación del sistema eléctrico.

El contratista, además de cumplir estas especificaciones técnicas, deberá poner especial cuidado en el diseño y la fabricación de estos equipos a fin de reducir a un mínimo número de fallas o falsas operaciones. En especial tomará en cuenta posibles daños que se podrían producir en los equipos, particularmente en los equipos transistoriza

dos (en general de la técnica con semiconductores), como consecuencia de tensiones impulsivas o ruido eléctrico. El contratista será el único responsable del funcionamiento a entera satisfacción del equipo que va a instalar.

8.2.1.2 Normas aplicables

Donde no se mencione explícitamente en este volumen, el equipamiento estará de acuerdo con las siguientes normas:

IEC International Electrotechnical Commission

CCITT Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía

CCIR Comité Consultivo Internacional de Radio

El Contratista puede proponer normas alternativas que sean equivalentes a las listadas. En este caso el Contratista enviará a Electroperú una copia en Inglés del contenido de la misma para su aprobación.

8.2.1.3 Unidades de medida

Como sistemas de medida se utilizarán el sistema métrico y el sistema centígrado para la temperatura.

8.2.1.4 Partes y materiales de los equipos

Todas las partes serán nuevas y de la mejor calidad, y

del tipo más apropiado por las condiciones de trabajo especificados y serán fácilmente reemplazables.

Todos los circuitos activos de los equipos estarán conformados por dispositivos de estado sólido.

Todos los relés serán de tipo de contactos gemelos y deberán operar por largo tiempo sin ningún tipo de ajustes.

Deberá incluirse eliminadores de arco para evitar el deterioro de los contactos del relé.

El aislamiento entre los conductores dentro del equipo será mejor que el aislamiento de forro de vinilo sylkbri - ded.

8.2.1.5 Condiciones de operación

Todos los equipos estarán diseñados y fabricados para operar correctamente en las condiciones ambientales siguientes:

	Temperatura (°C)	Humedad (%)
Para interior	0 - 45	30 - 90
Para exterior	0 - 40	0 -100

8.2.1.6 Marcas y Placas

El nombre de las placas, las instrucciones en las placas,

señales de advertencia y cualquier otra marca puesta en el equipo, instrumentos y accesorios, estará en español.

8.2.1.7 Pintura

- 1) Se aplicará pintura de resina sintética en spray sobre la superficie de los equipos, y no en el campo, salvo para reparar daños que pudieran haberse producido.

El Contratista suministrará suficiente cantidad de pintura, para trabajos de reparación. La pintura no se pelará, ni derretirá por acción del calor, aceite, o vibración mecánica.

- 2) A las tuberías y soportes se le aplicará una capa de pintura excepto para las partes empotradas en concreto.

Dos (2) capas de pintura final se aplicarán en el sitio, en consecuencia la pintura requerida para las dos (2) capas finales será suministrado junto con el equipo.

- 3) Al aplicar la pintura en la fábrica, el contratista deberá tener en cuenta el transporte del equipo para

instalación en zonas calientes y climas tropicales.

- 4) Los colores de los equipos se decidirán después de la firma del Contrato.

8.2.1.8 Embalaje

- 1) Todo el equipamiento será cuidadosamente embalado de manera de soportar largo tiempo de transporte por mar y tierra. El equipamiento de Telecomunicaciones será completamente protegido contra la humedad.
- 2) La superficie final del equipo así como la parte a empotrarse en concreto estará competamente protegido contra la oxidación y el moho.
- 3) Las partes de repuesto serán marcadas como partes de repuestos en el exterior de los paquetes. Una lista del envío incluyendo número y parte serán adosados en una envoltura a prueba de agua.

8.2.1.9 Dimensiones de los equipos

Las dimensiones de los equipos que aparecen en estas especificaciones deben ser tomadas como valores de referencia.

8.2.2 Sistema de Onda Portadora

El sistema de Onda Portadora, en este proyecto, es el soporte básico de transmisión y se utilizará para implementar los canales requeridos en la transmisión de señales -fónicas y de teleprotección; y eventualmente en el futuro, canales para transmisión de datos. Este sistema está conformado por el equipo de Onda Portadora, las Trampas de Onda, los dispositivos de protección y acoplamiento y condensador de acoplamiento. La configuración del sistema a parece en el esquema general de telecomunicaciones. Plano N° CCR-014.

8.2.2.1 Equipo de Onda Portadora

1) Generales

El equipo de Onda Portadora permitirá la generación, transmisión y demodulación de señales de teleinformación, agrupadas en un canal de banda base, por medio de una portadora siguiendo la técnica de modulación en Banda Lateral Unica (BLU).

Los componentes de los circuitos deberán ser de fabricación a estado sólido, utilizando semiconductores de silicio. La construcción debe ser de tipo mo

dular, esto es, consistente de módulos uniformes que permitan armar diferentes circuitos con diferentes funciones utilizando elementos que en parte son idénticos.

El acabado de todo el equipo debe ceñirse a lo establecido en las presentes especificaciones, en su parte condiciones generales y particulares y todo el equipo, circuito de potencia, terminal de baja frecuencia y periféricos deben ser ofrecidos como una sola unidad, pues el conjunto se montará en el mismo medio.

El equipo debe poder autosupervisarse, dando alarmas por medio de contactos libre de potencial, para:

Falta de tensión de alimentación en el equipo.

Tensión de regulación bajo un nivel predeterminado.

Relación señal a ruido demasiado bajo.

El equipo deberá aceptar también la conexión de un teléfono de prueba a fin de verificar las condiciones de discado y comunicación fónica entre terminales transmisor y receptor.

2) Terminal de Baja Frecuencia

El terminal de baja frecuencia del equipo de onda portadora, deberá aceptar en un ancho de banda de 4 KHz y según las técnicas de multiplex en frecuencia la conexión de un canal de fonía y varios canales de teleacción.

El canal de fonía podrá ocupar un ancho de banda comprendido entre 300 Hz y 2000 Hz, utilizando un tono-piloto fuera de banda en 3600 Hz para las señales de discado, sirviendo a la vez este tono para la regulación de niveles. La conexión será duplex.

La banda restante desde los 2160 a los 3400 Hz será-utilizado para transmitir canales de teleacción (mando, medida y/o señales de teleprotección). Todas las conexiones se harán por medio de 4 conductores y a una impedancia de 600 ohms.

3) Características técnicas del equipo de onda portadora

A continuación se listan las características técnicas de los equipos de onda portadora, válidos para el propietario, el ofertante lo llenará con las características de su equipo y lo incluirá en la oferta.

3) Características técnicas del Equipo de Onda Portadora

POS	CARACTERISTICAS	EXIGENCIA	A GARANTIZAR POR CONSTRUCTOR
0.1	Fabricante		
0.2	Tipo		
1.0	<u>Generales</u>		
1.1	Modulación	Banda Lateral Unica. (Por-tora-reduci-da).	
1.2	Gama de Frecuencias 30 - 500 KHZ		
1.3	Ancho de Banda Bruto	4 KHZ	
1.4	Estabilidad de Frecuencia	$+ 20 \times 10^{-6}$	
1.5	Impedancia en alta frecuencia	125 ohmios, a simétrico, a-tenuación de reflexión mayor a 12 dB	
1.6	Plan de Frecuencias (Equipos conectados en paralelo)		
	- Transmisor y receptor propio	4 KHZ	
	- Transmisor a Transmisor vecino	12 KHZ	
	- Transmisor a receptor vecino	8 KHZ	
	- Receptor a receptor vecino	4 KHZ	
1.7	Desviación máxima de frecuencia	300 a 3,480 HTZ A 4 KHZ Bruto	
1.8	Respuesta de frecuencias		
	- Voz (Referido a 800 HZ)		
	- Señales de Teleacción		
1.9	Factor de distorsión		

3) Características técnicas del Equipo de Onda Portadora (continuación)

POS	CARACTERISTICAS	EXIGENCIA	A GARANTIZAR POR CONSTRUC TOR
	<ul style="list-style-type: none"> - Voz (a 400 HTZ) - Señales de Teleacción 		
1.10	Linealidad		
	<ul style="list-style-type: none"> - Sin compansor - Con compansor 		
1.11	Cross-Talk, near-far end		
1.12	Atraso de grupo		
1.13	Distorsión de atraso de grupo		
1.14	Salidas de alarma		
	- Alarma combinada emisor-receptor	Si	
	- Alarma emisor	Si	
	- Alarma receptor	Si	
	- Alarma squelch	Si	
	(Potencia de conmutación 50W)		
2.0	<u>Emisor</u>		
2.1	Potencia de salida	20 vatios PEP	
2.2	Emisión espurea		
	<ul style="list-style-type: none"> - Atenuación de banda lateral no transmitida - Atenuación de armónicos - Distancia de intermodulación referida a PEP 		
2.3	Entradas de baja frecuencia		
	<ul style="list-style-type: none"> - Nivel de voz (mínimo en 600 ohmios, si métrica, aislado de tierra) 		

3) Características técnicas del Equipo de Onda Portadora (continuación)

POS	CARACTERISTICAS	EXIGENCIA	A GARANTIZAR POR CONSTRUC TOR
	<ul style="list-style-type: none"> a) 2 hilos b) 4 hilos <p>Atenuación de reflexión ≥ 20 dB</p> <ul style="list-style-type: none"> - Señalización (selección telefónica de llamada) <ul style="list-style-type: none"> a) Velocidad de manipulación contacto externo - Entradas de teleacción <ul style="list-style-type: none"> a) Número de entradas ajustables individualmente, con 600 ohmios, simétrica, aisladas de tierra. b) Nivel mínimo de entrada para modulación total 		
3.0	<u>Receptor</u>		
3.1	Sensibilidad en alta frecuencia para relación S/R		
3.2	Supresión de la banda imagen		
3.3	Supresión de frecuencia intermedia		
3.4	Margen de regulación	± 0.5 dB para variaciones de ± 20 dB de la señal de entrada	
3.5	Salidas de baja frecuencia (niveles máximos)		
	<ul style="list-style-type: none"> - Voz <ul style="list-style-type: none"> a) 2 hilos b) 4 hilos 		

3) Características técnicas del Equipo de Onda Portadora (continuación)

POS	CARACTERISTICAS	EXIGENCIA	A GARANTIZAR POR CONSTRUC TOR
	- Señalización		
	a) Contacto galvánicamente aislado		
	b) Distorsión de impulso (max.)	<u>+</u> 1.5 msg.	
	- Canales de teleoperación		
4.0	<u>Otros</u>		
4.1	Alimentación	48 Vcc	
4.2	Consumo		
4.3	Voltaje de radio interferencia		
4.4	Aislamiento		
	- Terminales de AF, desbalanceado		
	- Terminales de BF		
	- Contacto del Relé		
	- Batería		
4.5	Dimensiones		
	- Altura, largo y profundidad		
	Peso		
4.6	Condiciones de operación		
	- Temperatura (Min. - Max.)		
	- Humedad relativa %		

8.2.2.2 Dispositivos de Protección y Acoplamiento

1) Generales

Los dispositivos de protección y acoplamiento se utilizan para prevenir sobrevoltajes y corrientes peligrosas en los equipos de Onda Portadora provenientes del sistema eléctrico a corriente industrial y a la vez inyectar las señales de portadora a las líneas de alta tensión con un mínimo de pérdidas de transmisión. Estos equipos lo conforman:

- Filtros de acoplamiento
- Dispositivos de protección, que comprende:
 - a) Bobina de drenaje
 - b) Cuchilla de puesta a tierra
 - c) Descargador o pararrayos
- Cable coaxial

Todo este equipamiento es para montaje al exterior.

2) Filtros de Acoplamiento

Proveen aislamiento y acople de impedancia. La configuración prevista es tal como se muestra en el plano N° Al final de secc. se listan las características técnicas de los filtros de acoplamiento, válidos

Al final de se se listarán las características del cable, válidos para el propietario, el ofertante los llenará con las características de su equipo y lo incluirá en la oferta.

6) Condensador de Acoplamiento

El condensador de acoplamiento requerido para la inyección de las señales de Onda Portadora a las líneas de alta tensión será del tipo transformador de tensión capacitiva.

Las características de este dispositivo aparecen listadas en la parte de subestación respectivo y no forman parte de este volumen. La cantidad requerida de estos dispositivos se desprenden del plano N° CCR-014.

La capacidad total mínima requerida para el transformador de tensión capacitivo es de 3000 pf.

7) Trampa de Onda

Este dispositivo deberá aislar el circuito de telecomunicaciones del equipo de maniobra de las instalaciones y a la vez disminuir las pérdidas por derivación.

Las Trampas de Ondas deben estar previstas para montaje al exterior y el tipo de montaje requerido para las trampas se hará en pedestal sobre el transformador de tensión capacitivo.

El suministro debe incluir todos los accesorios necesarios para el montaje.

Al final de sec.se listan las características de Trampa de Onda, válidos para el propietario, el ofertante la llenará con las características de sus equipos y los incluirá en la oferta.

8) Repuestos

El fabricante recomendará, el tipo y la cantidad de repuestos adecuado, que permita funcionar el equipo sin interrupciones por lo menos cinco (5) años. La oferta deberá incluir una lista detallando éstos.

9) Pruebas en Fábrica

9.1 Onda Portadora

Los equipos se someterán a las siguientes pruebas en fábrica, registradas en el respectivo protocolo de pruebas:

- 1) Inspección General.
- 2) Chequeo de Tensión y Corriente en cada punto de prueba.
- 3) Potencia de Transmisión.
- 4) Frecuencia de portadora y su estabilidad.
- 5) Distorsión de señales de audio.
- 6) Característica de respuesta en frecuencia.
- 7) Diagrama de nivel de las diferentes etapas.
- 8) Características de sobrecarga.
- 9) Relación señal a ruido.
- 10) Margen de Cross Talk
- 11) Variaciones permisibles de voltaje.
- 12) Resistencia de aislamiento
- 13) Operación total
- 14) Consumo

9.2 Dispositivos de Protección y Acoplamiento

- 1) Inspección General.
- 2) Prueba de impulso.
- 3) Tensión de disparo del descargador.
- 4) Pérdidas de transmisión.
- 5) Atenuación de la reflexión.
- 6) Resistencia del dieléctrico.
- 7) Resistencia del aislamiento.

9.3 Trampa de Onda

- 1) Inspección General.
- 2) Prueba de impulso.
- 3) Tensión de disparo del descargador.
- 4) Impedancia de Bloqueo.
- 5) Pérdidas de inserción.

8.2.3 Sistema de Llamada por Tono

El sistema de llamada por tono actualmente instalado en la región Toquepala - Aricota - Tacna ha sido diseñado para una capacidad de diez abonados, 2 de los cuales se encuentran disponibles para añadir abonados a la red. Uno (1) de ellos será utilizado para integrar la estación Calana a la red.

El equipo a suministrar formará parte de una red existente por lo que se deberán tomar las previsiones del caso que aseguren la compatibilidad de lo nuevo con lo instalado. Ver plano N° CCR-017.

8.2.3.1 Equipo de llamada por tono

El equipo de llamada por tono estará diseñado de acuerdo a las siguientes características básicas de composición y función:

Composición

- Los botones de selección estarán sobre un panel frontal.
- El teléfono de magneto será montado sobre el mismo panel del equipo de llamada por tono.
- El equipo deberá incluir un zumbador.

Funciones

- Este equipo deberá poder transmitir diez (10) frecuencias y recibir una cualquiera de éstas.

Al final de **sec.** se listarán las principales características del equipo, válidas para el propietario, el ofertante las llenará con las características de sus equipos y lo incluirá en la oferta.

8.2.3.2 Dispositivos de Conexión Híbrida

Estos dispositivos, requeridos para la conexión del equipo de tono ringer con el equipo de Onda Portadora, van a ser de dos tipos como se muestra en el esquema del sistema de llamada por tono, plano N°17. El dispositivo de conexión híbrido requerido en la S.E. Calana es del tipo 4-2. Un híbrido de estas características se encuentra disponible actualmente en la S.E. Para y será reinstalado en la S.E. Calana.

El dispositivo de conexión híbrido requerido en la S.E. Para, tipo 4-4-2, será suministro nuevo.

Al final de sec. se listarán las características técnicas de estos dispositivos, válidos para el propietario, el ofertante la llenará con las características de sus equipos y lo incluirá en la oferta.

8.2.3.3 Respuestas

El fabricante recomendará el tipo y la cantidad de repuestos necesarios para una operación continua de los equipos de por lo menos cinco (5) años. La lista de los mismos será incluido en la oferta.

8.2.3.4 Pruebas de Fábricas

Los equipos y dispositivos, serán sometidos a las siguientes pruebas en fábrica, detallando los resultados en sus respectivos protocolos de prueba:

- 1) Inspección General.
- 2) Nivel máximo de salida.
- 3) Relación señal o ruido.
- 4) Cross Talk.
- 5) Operación total.

8.2.3.3 Respuestas

El fabricante recomendará el tipo y la cantidad de repuestos necesarios para una operación continua de los equipos de por lo menos cinco (5) años. La lista de los mismos será incluida en la oferta.

8.2.3.4 Pruebas de Fábrica

Los equipos y dispositivos, serán sometidos a las siguientes pruebas en fábrica, detallando los resultados en sus respectivos protocolos de prueba.

- 1) Inspección General.
- 2) Nivel máximo de salida
- 3) Relación señal o ruido.
- 4) Cross Talk.
- 5) Operación total.

8.2.4 Sistema Telefónico de Conmutación Automática

8.2.4.1 Descripción de Funcionamiento

La red del sistema telefónico automático estará conformada por una central telefónica nueva en la C.H. Aricota-Nº 2 cuya capacidad será (40/10/10/2), una central telefónica en la S.E. Calana trasladada de la C.H. Aricota Nº 2 y una Central Telefónica en la S.E. existente in

terconectadas de tal manera de establecer una comunicación en malla la cual se integrará a la red telefónica pública en Tacna.

El sistema telefónico así conformado debe cumplir con las recomendaciones del CCITT donde existan y sean aplicables, así como cubrir los siguientes requerimientos:

- Tráfico Full - Duplex.
- Sistema de numeración automática, cualquier abonado puede comunicarse con cualquier otro, dentro de las jerarquías asignadas.
- Selección automática de líneas libres cuando dos estaciones estén conectadas por dos o más líneas troncales. Es decir, cuando una línea esté ocupada o fuera de servicio automáticamente el sistema conmutará a una libre y en buen estado de funcionamiento.
- La conexión de abonos locales se realizará en dos (2) hilos, las conexiones de tránsito debe hacerse en cuatro (4) hilos.
- Debe permitir la implementación de un esquema de prioridad, con abonos que puedan interrumpir conversación en curso.

8.2.4.2 Central Telefónica Automática

La central telefónica a suministrar, deberá diseñarse teniendo en cuenta el contenido del párrafo anterior e incluir un gabinete de distribución principal (MDF).

A continuación se listan las características principales de esta central, válidos para el propietario, el ofertante los llenará con las características de sus equipos y la concluirá en la oferta.

8.2.4.3 Aparato Telefónico

Se requieren dos tipos de teléfono como se listan a continuación:

- Teléfono de mesa.
- Teléfono de pared.

A continuación se listan los requerimientos principales de estos aparatos:

- Apropriados para instalación en zonas tropicales.
- Velocidad de discado 3-12 impulsos/seg., razón 1/3.
- Supresión de Schocks acústicos.
- Respuesta de frecuencia 300-3400 HTZ.
- Se prefiere el uso de material termoplásticos, de color a definir, resistente a los golpes, detergentes y otros agentes extraños.
- El microteléfono será diseñado para funcionar exento de realimentaciones acústicas.
- Los alambres de los microteléfonos serán del tipo espiral.

8.2.4.4 Repuestos

El fabricante recomendará el tipo y la cantidad de repuestos adecuada, que permita funcionar el equipo continuamente por lo menos cinco (5) años.

8.2.4.5 Pruebas en Fábrica

El equipo será sometido a las siguientes pruebas en fábrica, registradas en los respectivos protocolos de prueba.

- 1) Inspección general.
- 2) Pérdida de Transmisión.
- 3) Trabajo límite de registros.
- 4) Prueba del generador de señales
- 5) Prueba de los dispositivos de alarma y supervisión.
- 6) Operación total.

8.2.5 Sistema de Teleprotección

8.2.5.1 Principio de Funcionamiento

Teniendo en cuenta que la falsa desconexión o la apertura no inmediata de un interruptor puede ocasionar daños en la red, así como comprometer su estabilidad debe emplearse para la teleprotección, un método que garantice la seguridad y rapidez requeridas.

Por consiguiente, el equipo a instalarse empleará como mínimo dos frecuencias, una para la señal de mando (transferencia de disparo) y otra para la señal de guarda (supervisión). Esta última debe estar siempre presente en condiciones normales para eliminar la posibilidad de falsos disparos.

La orden de disparo se hará efectiva solamente cuando, además de llegada de la señal de mando, no se encuentre presente la señal de guarda. La ocurrencia simultánea de estos dos estados opuestos aumenta la confiabilidad del sistema.

De otro lado, por razones de operación, mantenimiento y compatibilidad así como por consideración de que la teleprotección actúa en raras ocasiones y muy brevemente, se utilizará un servicio alternado de canal de transmisión de 4 KHZ.

Esto significa que se compartirá la banda de transmisión la banda de teleprotección con la telefonía. Cuando actúe la protección, la señal de voz se suprimirá y la potencia será absorbida por la señal de transferencia de disparo, lográndose de esta manera una mayor seguridad de detección, a fin de conservar el espectro disponible.

8.2.5.2 Equipo de Teleprotección

Las características técnicas están contenidas en las tablas siguientes. El ofertante las completará con la información sobre el equipo ofrecido para luego adjuntarlo a la oferta.

8.2.5.3 Repuestos

El fabricante suministrará el tipo y la cantidad adecuada de repuestos que permitirán operar continuamente al equipo por lo menos cinco (5) años.

8.2.5.4 Pruebas en Fábrica

El equipo será sometido a las siguientes pruebas en fábrica emitiéndose el respectivo protocolo de pruebas.

- 1) Inspección General.
- 2) Estabilidad de Frecuencia.
- 3) Principio de Disparo.
- 4) Operación total del Equipo.
- 5) Consumo.

8.2.5.5 Alcance del Suministro

El ofertante suministrará el siguiente equipo y los accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.

Dos (2) Equipos transmisores - Receptores de Teleprotección e interfases, a instalar S.E. Calana y C.H. Aricota N° 2, uno en cada lugar

8.2.6 Sistema de Radio

8.2.6.1 Generales

El sistema de radio comprende la instalación de equipo - de radio para enlace duplex, que reemplazará al existente con capacidad prevista para 4 canales, 2 de los cuales se utilizarán para establecer comunicaciones telefónicas. Este equipo se está previendo con capacidad para

transmisión de voz + datos. Así mismo se ha considerado la ampliación del número de unidades móviles en la banda de VHF y la inclusión de unidades móviles en la banda de HF para casos de emergencia.

8.2.6.2 Equipo Tranceptor

Los equipos de radio obedecerán a las características de concepción, diseño e instalación explicadas en el capítulo Condiciones Generales y Particulares. Los equipos a sí mismo deberán ser de concepción modular, fácil inspección y mantenimiento.

Los medidores, puntos de prueba, controles, etc. se instalarán en la parte frontal. Las unidades móviles deberán contar con parlante incorporado y micrófono de mano del tipo Push-to-Talk.

A continuación se listarán las características técnicas de estos equipos, validos para el propietario, el oferente lo llenará con las características de sus equipos y lo incluirá en la oferta.

8.2.6.3 Antena

Para la implementación del enlace duplex se requeriran - antenas unidireccionales cuyas características principa-

les se incluyen al pie:

- | | |
|--------------------------|---|
| 1) Tipo | Yaqui 3 elementos |
| 2) Impedancia de entrada | 50 ohmios (desbalanceado) |
| 3) V.S.W.R. | 1.5 ó menos a la frecuencia de trabajo. |
| 4) Ganancia | 8 dB o más. |
| 5) Potencia permisible | 50 W o más. |
| 6) Polarización | Vertical u horizontal. |

Además se requerirá de cable coaxial y conectores cuyas características se listan a continuación:

- | | |
|--------------------------------|------------------------------------|
| a) Atenuación | menos de 0.1 de B/m a 150 MHz |
| b) Impedancia característica | 50 ohms |
| c) V.S.W.R. | menor a 1.3 |
| d) Resistencia de aislamiento | 100 M ohms a 500 V ac |
| e) Resistencia del dieléctrico | mayor a 1000 V ca, 50 ó 60 HTz, 1' |

8.2.6.4 Cable de Comunicaciones

Se requerirá un cable de comunicaciones para enlazar el equipo instalado en el cerro Chintari con el edificio de

control de la S.E. Para. El cable tendrá las siguientes características:

1) Estructura

a) Cubierta

P.V.C. negro.

b) Aislante

Polietileno, alrededor del conductor coaxialmente.

c) Conductor

Conductor de Cobre 0.9 mm de diámetro

d) Armadura

Capa de aluminio o equivalente.

2) Características Eléctricas de Transmisión

a) Número de conductores

12 pares

b) Diámetro del conductor

0.9 mm

c) Resistencia de conductor

29 ohmios o menos por Km a 20° C

d) Resistencia de Aislamiento

10 000 M ohms o más por Km

e) Dieléctrico

Conductor a conductor: 2000 V ca para (1) minuto
4000 V ca para (2) seg.

Conductor a armadura 10000 V ca para (1) min.

Armadura o cobertura

exterior 4000 V ca para un (1) minuto

f) Atenuación

0.8 dB o menos por Km a 1000 Hz

g) Impedancia

500 ohmios + 20% a 1000 Hz por cada par

h) Atenuación de Cross Talk

85 dB o más cada 500 m a 100 Hz

El suministro incluirá el equipo de protección respectiva.

Los equipos para instalación vehicular y portátiles en la banda de HF utilizarán antenas de media onda tipo látigo. Las características de estas antenas estarán de acuerdo a las listadas anteriormente donde correspondan.

8.2.6.5 Repuestos

El ofertante recomendará el tipo y la calidad de repuestos necesarios para una operación continua de los equipos por lo menos durante cinco (5) años.

8.2.6.6 Pruebas en Fábrica

Los equipos se someterán a las siguientes pruebas en fábrica, registrados en los respectivos protocolos de prueba:

- 1) Inspección general.
- 2) Voltaje y corriente en cada punto de prueba.
- 3) Potencia de radio frecuencia.
- 4) Características de modulación
- 5) Estabilidad en frecuencia.
- 6) Emisión espurea del transmisor.
- 7) Respuesta y distorsión en baja frecuencia.
- 8) Relación señal o ruido.
- 9) Sensibilidad.
- 10) Selectividad.
- 11) Consumo de potencia.
- 12) Operación total.

.2.2 Características del Filtro de Acoplamiento

POS	CARACTERISTICAS	EXIGENCIA	A GARANTIZAR POR CONSTRUC TOR
0.1	Fabricante		
0.2	Tipo		
1.0	<u>FILTRO DE ACOPLAMIENTO</u>		
1.1	Pérdidas de retorno	14 dB	
1.2	Pérdidas de inserción	2 dB	
1.3	Distorsión de intermodulación (3er orden)	60 dB	
1.4	Impedancia nominal		
	Lado del equipo	125 ohmios	
	Lado de línea	320 ohmios	
1.5	Rango de frecuencia	30 - 500 KHZ	
1.6	Condensador de acoplamiento	2 n F	
1.7	Tensión de aislamiento a frecuencia industrial (Entre primaria y secundaria)	10 KV ac, 1 min.	
1.8	Tensión de impulso (1.2/50 seg) (entre terminal primario y tierra)	10 KV	
1.9	Máxima potencia de R.F.	200 W	

2.2 Características Principales de los Dispositivos de Protección

POS	CARACTERISTICAS	EXIGENCIA	A GARANTIZAR POR CONSTRUCTOR
0.1	Fabricante		
0.2	Tipo		
1.0	<u>PARARRAYOS</u>		
1.1	Tensión nominal	1 KV RM	
1.2	Tensión mínima de descarga a frecuencia industrial	2.2 KV cresta	
1.3	Tensión residual con corriente de descarga 8/20 μ seg, 65 KA	3.75 KV cresta	
1.4	Corriente de descarga nominal 8/20 μ seg	65 KA	
2.0	<u>SECCIONADOR</u>		
2.1	Corriente nominal	150 A	
3.0	<u>BOBINA DE DRENAJE A TIERRA</u>		
3.1	Inductancia	45 mH	
3.2	Corriente nominal	1 A	

2.2.2 Características Técnicas del Cable Coaxial

POS	CARACTERISTICAS	EXIGENCIA	A GARANTIZAR POR CONSTRUCTO <u>R</u>
0.1	Fabricante		
0.2	Tipo		
1.0	<u>GENERALES</u>		
1.1	Impedancia característica	125 ohmios, \pm 15%	
1.2	Capacidad	38 p F/m	
1.3	Atenuación (menor o igual a)		
	- 50 KHZ	1.75 dB/Km	
	- 100 KHZ	2.2 dB/Km	
	- 300 KHZ	3.5 dB/Km	
1.4	Resistencia óhmica del conductor (menor o igual)	39 ohmios/Km	
2.0	<u>CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS</u>		
2.1	Diámetro		
	- Hilo de cobre desnudo	0.8 mm.	
	- Tubo de polietileno	7.5 mm.	
	- Trenza de hilos de cobre estañado	8.3 mm.	
	- Vaina de PVC gris tipo()	9.9 mm.	
	- Aunadura 2 flejes de hierro	10.5 mm.	
	- Vaina de PVC negro	13.5 mm.	
2.2	Peso de kilómetro		
3.0	<u>Otros</u>		
3.1	Resistencia de aislamiento (aplicando 500 V cc, un (1) minuto)	10,000 M ohms/	

.2.2 Características Técnicas del Cable Coaxial (continuación)

POS	CARACTERISTICAS	EXIGENCIA	A GARANTIZAR POR CONSTRUC TOR
3.2	Resistencia del dieléctrico		
	- Conductor interno y externo	3,000 V ca, 60 HTZ, 1 minuto	
	- Conductor externo y cubierta	6,000 V ca, 60 HTZ, 1 minuto	

2.2 Características Técnicas de la Trampa de Onda

POS	CARACTERISTICAS	EXIGENCIA	A GARANTIZAR POR CONSTRUCTOR
0.1	Marca		
0.2	Tipo		
0.3	Montaje	Según planos	
0.4	Corriente máxima permanente	400 A	
0.5	Corriente corta duración admisible	10 KA	
0.6	Valor de cresta de la corriente de corto circuito	25.5 KA	
0.7	Calentamiento a la corriente nominal	100° C	
0.8	Calentamiento a la corriente de corta duración admisible durante 1 seg.	200° C	
0.9	Inductancia nominal a 60 HTZ	0.3 mH	
1.0	<u>Impedancia de bloqueo</u>	400 ohmios	
1.1	Componente óhmico de la impedancia de bloqueo	400 ohmios	
1.2	Pérdidas por derivación	2.6 dB	
1.3	Banda de frecuencias a bloquear	de acuerdo al plan de frecuencias	
1.4	Tensión nominal de pararrayos	1 KV	
1.5	Tensión de reacción al impulso del descargador	2 KV	
2.0	<u>Detalles constructivos</u>		
2.1	Temperatura ambiente admisible		

2.2.2 Características Técnicas de la Trampa de Onda (Continuación)

POS	CARACTERISTICAS	EXIGENCIA	A GARANTIZAR POR CONSTRUC TOR
	Mínima	0° C	
	Máxima	40° C	
2.2	Presión debida al viento (máxima admisible 40 Km/h)		
2.3	Esfuerzo máximo admisible sobre los bornes de conexión		
2.4	Esfuerzo de tracción máximo admisible (en el sentido longitudinal y suspendido)		

8.2.3.1 Características de Transmisión y Recepción de Equipo de llamada por Tono

POS	CARACTERISTICAS	EXIGENCIA	A GARANTIZAR POR CONSTRUC TOR
0.1	Marca		
0.2	Tipo		
1.0	Nivel de recepción	+4 dBm a -25 dBm	
1.1	Nivel de transmisión	-4 dBm a +4 dBm	
1.2	Volumen del zumbador	70 phons a 0.5 mts	
1.3	Impedancia de entrada (a 1,000 HTZ)	600 ohmios des - colgado	
1.4	Estabilidad de frecuencia	\pm 8 HTZ	
1.5	Alimentación	6 V \pm 1 V ac	

8.2.3.2 Características Técnicas del Dispositivo de Conexión Híbrido

POS	CARACTERISTICAS	EXIGENCIA	A GARANTIZAR POR CONSTRUC TOR
0.1	Marca		
0.2	Tipo		
1.0	Banda de frecuencia	300 HTZ- 2,000 HTZ	
1.1	Respuesta en frecuencia	3 dB	
1.2	Impedancia de entrada y salida	600 ohms	
1.3	Nivel máximo de salida	10 dBm	
1.4	Diafonía entre el circuito de trans <u>misión</u> y recepción	- 40 dB	
1.5	Relación señal a ruido	40 dB	
1.6	Atenuación		
	4 a 2 alambres	8 dB	
	4 a 4 alambres	9.5 - 12.5 dB	
1.7	Alimentación	48 V dc <u>+</u> 10 %	

8.2.4.2 Características de la PAX

POS	CARACTERISTICAS	EXIGENCIA	A GARANTIZAR POR CONSTRUC TOR
0.1	Marca		
0.2	Tipo		
1.0	Sistema de conmutación	Electromecánica. Barras cruzadas	
1.1	Alimentación	48 V ac + 10% (+) tierra	
1.2	Características de línea física		
	- Resistencia de bucle	1,200 ohmios (sin incluir el aparato telefónico)	
	- Resistencia de aislamiento	20 K ohms	
1.3	Impulso de discado		
	- Velocidad	10 imp/seg.	
	Razón	33%	
1.4	Pérdidas de Transmisión (a 1,500 HTZ)	2 dB	
1.5	Atenuación de cross talk (a 1,500 HTZ)	60 dB	
1.6	Capacidad		
	Nº de abonados	40	
	Nº de circuitos de interconexión	10	
	Nº de circuitos troncales	10	
	Nº de registros	2	

8.2.4.2 Características Técnicas de la PAX (continuación)

POS	CARACTERISTICAS	EXIGENCIA	A GARANTIZAR POR CONSTRUC TOR
1.7	Señales		
1.71	Señal de timbrado	20 HTZ 1 seg, prendido 2 seg, apagado	
1.72	Señal de marcar	400 HTZ, conti nuo	
1.73	Señal de ocupado	400 HTZ, 0.5 seg, prendido 0.5 seg, apagado	
1.74	Señal de control de llamad	400 HTZ 1 seg prendido, 2 seg apagado	
1.8	Supervisión		
1.81	Alarma fusible	Si	
1.82	Alarma contra llamada permanente	Si	
1.83	Alarma para dispositivo de control común	Si	
1.84	Alarma de falla de generador de timbrado	Si	

8.2.5.2 Características Técnicas del Equipo de Teleprotección

DESCRIPCION	REQUERIDO	A GARANTIZAR POR CONSTRUC TOR
- Fabricante		
- Tipo		
- Número de Esquema		
1. <u>Generales</u>		
1.1 Tipo de Teleprotección	Transferencia disparo permi sivo	
1.2 Medio de Transmición	O. P.	
1.3 Asignación de Frecuencias:		
- señal de comando		
- señal de guarda		
1.4 Estabilidad de frecuencia	+ 5 Hz	
1.5 Tiempo de Transmición total de una orden de disparo	menos de 20 msg	
1.6 Impedancia de salida		
1.7 Probabilidad de un falso disparo (indicar condiciones)		
1.8 Probabilidad de pérdida de una orden de disparo (indicar condiciones)		
1.9 Tensión de aislamiento (60 Hz, 1 min.)		
1.10 Alimentación		
1.11 Consumo		

8.2.5.2 Características Técnicas del Equipo de Teleprotección (continuación)

DESCRIPCION	REQUERIDO	A GARANTIZAR POR CONSTRUC TOR
2. <u>Transmisor</u>		
2.1 Niveles de salida (% modulación)		
- Señal de mando - Señal de guardia		
3. <u>Receptor</u>		
3.1 Sensibilidad del receptor		
3.2 Salida de comando:		
- tensión - corriente		
4. <u>Características Mecánicas</u>		
4.1 Dimensiones		
4.2 Peso total		
4.3 Montaje		
5. <u>Condiciones Ambientales</u>		
5.1 Rango de temperatura		
5.2 Humedad relativa máxima		

8.2.6.2 Características de Equipo de Radio para enlace Duplex

POS	CARACTERISTICAS	EXIGENCIA	A GARANTIZAR POR CONSTRUC TOR
0.1	Marca		
0.2	Tipo		
1.0	<u>GENERALES</u>		
1.1	Rango de frecuencias	40 MHZ	
1.2	Número de canales	4	
1.3	Banda de conmutación	Máx. 0.5 MHZ	
1.4	Separación de canales		
	- Adyacentes	25 MHZ	
	- Canales duplex	Min. 4 MHZ	
1.5	Tipo de modulación	Modulación de fase	
1.6	Desviación de frecuencia		
	- Nominal	3.5 KHZ	
	- Máxima	5 KHZ	
2.0	<u>TRANSMISOR</u>		
2.1	Potencia de salida	15 vatios	
2.2	Operación	Continua durante 8 horas	
2.3	Estabilidad en frecuencia	+ 1.35 KHZ	
2.4	Emisión espurea	2.5 UW	
2.5	Nivel de ruido (Ponderado) referido a 1 KHZ de desviación nominal	63 dB	

8.2.6.2 Características de Equipo de Radio para enlace Duplex (continuación)

POS	CARACTERISTICAS	EXIGENCIA	A GARANTIZAR POR CONSTRUC TOR
2.6	Distorsión de BF para desviación nominal	3%	
3.0	<u>RECEPTOR</u>		
3.1	Sensibilidad (para 20 dB S/R)	0.3 uV	
3.2	Sensibilidad del squelch	0.3 uV	
3.3	Selectividad <u>+</u> 20 KHZ	80 dB	
3.4	Respuesta de atenuación de señales espureas	80 dB	
3.5	Intermodulación	70 dB	
3.6	Emisión espurea	2 nW	
3.7	Relación S/N		
4.0	<u>OTROS</u>		
4.1	Alimentación	24 V dc	
4.2	Consumo		
4.3	Dimensiones		
4.4	Peso		

8.2.6.2 Características del Equipo de Radio para Unidad Móvil (VHF)

POS	CARACTERISTICAS	EXIGENCIA	A GARANTIZAR POR CONSTRUCC TOR
0.1	Marca		
0.2	Tipo		
1.0	<u>GENERALES</u>		
1.1	Frecuencia de Operación	163.8 MHZ	
1.2	Sistema de comunicación	Simplex, push to talk	
1.3	Sistema de llamada	por voz	
1.4	Tipeo de modulación	Frecuencia	
1.5	Desviación de frecuencia		
2.0	<u>TRANSMISOR</u>		
2.1	Potencia de salida	10 vatios	
2.2	Operación	continuo duran te 8 horas	
2.3	Estabilidad en frecuencia		
2.4	Emisión espurea		
2.5	Nivel de ruido (ponderado), referido a 1KHZ de desviación nominal.		
2.6	Distorsión de baja frecuencia para desviación nominal.		
3.0	<u>RECEPTOR</u>		
3.1	Sensibilidad (Para 20 dB S/R)		
3.2	Relación Señal-Ruido		
4.0	<u>OTROS</u>		
4.1	Alimentación	12 Voltios cc (-) Tierra	

8.2.6.2 Características del Equipo de Radio para Instalación Vehicular (HF)

POS	CARACTERISTICAS	EXIGENCIA	A GARANTIZAR POR CONSTRUC TOR
0.1	Marca		
0.2	Tipo		
1.0	<u>GENERALES</u>		
1.1	Rango de frecuencia	2.18 MHZ	
1.2	Nº de canales (simplex)	6	
1.3	Modos de operación	LS/AM (compatible) CW	
1.4	Estabilidad en frecuencia	+ 100 HTZ	
1.5	Acople de antena		
1.6	Controles		
	- Clarificador	Si	
	- Control de sintonización de antena	Si	
1.7	Batería	Ni-cd recargable	
1.8	Cargador de batería	Si	
2.0	<u>TRANSMISOR</u>		
2.1	Potencia de salida	20 vatios PEP	
2.2	Control automático de ganancia (+ 10 dB de variación en señal de entrada)	+ 1 dB	
2.3	Respuesta en BF		
2.4	Emisión espurea y harmónica		

8.2.6.2 Características del Equipo de Radio para Instalación Vehicular (HF)
(continuación)

POS	CARACTERISTICAS	EXIGENCIA	A GARANTIZAR POR CONSTRUC TOR
2.5	Supresión de portadora		
2.6	Supresión de banda lateral no deseada		
2.7	Distorsión de intermodulación		
3.0	<u>RECEPTOR</u>		
3.1	Tipo	Super hetero- dino	
3.2	Sensibilidad		
3.3	Selectividad		
3.4	Rechazo de imagen		
3.5	Control automático de ganancia		
3.6	Rango del clarificador		

8.2.7 Sistema de Alimentación

8.2.7.1 Equipo Existente

Está conformado por el cargador-rectificador y las baterías de acumuladores.

Actualmente en la zona del proyecto se dispone del siguiente conjunto Cargador-Rectificador-Batería.

En C.H. Aricota N° 2, para la alimentación de los equipos de Telecomunicaciones se dispone de un rectificador-cargador de las siguientes características:

	ONDA PORTADORA	TELEFONIA
Tipo :	Carga Flotante SSFE 28-50VF	Carga Flotante SSFE 20 VF
Tensión Nominal de Ali- menta - ción :	220 V ca	220 V ca
Tensión de co - rriente conti - nua		

- . Carga flotante : 25.2 - 26.4 Vcc 50.4 - 52.8 Vcc
- . Carga de equipo : 27 - 28 V cc 54 - 56 Vcc
- . Corriente Salida : 50 A 20 A

El banco de baterías tiene las siguientes características:

ONDA PORTADORA	TELEFONIA
Tensión Nominal : 24 Vcc	48 Vcc
Tensión Nominal por celda : 2	2
N° de celdas : 12	24
Capacidad de descarga :	

- a. 33A durante
 10 horas: 330 A-h 7A durante 8 horas: 93 A-h

Asímismo en la S.E. Para, para el mismo efecto se cuenta con el siguiente equipo:

CARGADOR-RECTIFICADOR

Tipo : Carga Flotante / SSFE 28 - 50 VF

Tensión Nominal de alimentación	:	220 Vca
Tensión en Corriente continua	:	
- Carga Flotante	:	25.2 - 26.4 Vcc
- Carga de Equilibrio	:	27 - 28 Vcc
Corriente de salida	:	50 A
Banco de Baterías:		
- Tensión nominal	:	24 Vcc
- Tensión nominal por celda	:	2 V
N° de Celdas	:	12
Capacidad de descarga	:	33 durante 10 horas- 330 A/h

En la estación de radio del cerro Para se cuenta con un rectificador cargador de 24 v / 10 amp. y baterías de acumuladores de 84 A/h, a régimen de descarga de 8 amp. - durante 10 horas.

Así mismo en la estación de radio del cerro Chintari se cuenta con un rectificador/cargador de 24 v - 10 amp. y baterías de acumuladores de 34 A/h, a régimen de descarga de 3 amp. durante 10 horas.

8.2.7.2 Sistema - Cargador - Rectificador de Batería

El sistema cargador-rectificador será doble: uno para alimentación de la central telefónica y el segundo para la alimentación del equipo de Onda Portadora.

Se adoptará un sistema de carga flotante a voltaje constante de las celdas será 2.15 voltios. El voltaje de la carga insertado entre la batería y el circuito de carga a fin de evitar sobrecargas originada por la carga flotante o carga de equalización.

La capacidad requerida del cargador será 48 Vcc, 10 Amperios cada uno. A continuación se listarán las características principales de este equipo:

- | | | |
|------------------|---|------------------------|
| 1) Entrada | : | Trifásica |
| 2) Voltaje | : | 220 + 10 %
- 15 % |
| 3) Frecuencia | : | 60 [±] 2/3 HZ |
| 4) Salida | : | 48 Vcc |
| 5) Rizado | : | 5 mv o menos |

- 6) Resistencia de aislamiento y Voltaje de prueba
- a) Resistencia de aislamiento : 3 M Ohmios o más
- b) Voltaje de prueba entre tierra y entrada de C. : 1500 Vca un minuto.
- A.

7) Se incluirá dispositivos de protección y alarma y mediadores para supervisión.

- 8) Regulador de voltaje :
- a) La tensión de carga flotante y carga de ecualización se conseguirá por medio de un regulador de voltaje manual.

Luego de conseguidos éstos, se mantiene este voltaje - automáticamente dentro de los límites ya previstos.

- b) El ajuste de voltaje de carga flotante y con carga ecualizadora se hará por medio de un compensador de voltaje del elemento rectificado.

La variación de voltaje estará entre $48 \text{ v} \pm 10\%$ para corrientes de carga entre 10% y 100% de la carga normal aunque la corriente de carga cambia rápidamente -

en un 50% de la corriente de carga normal para los límites de corriente de carga especificados.

8.2.7.3 Batería de Acumuladores

La batería de acumuladores estará formada por celdas de tipo plomo-ácido. Las características principales de estas baterías son:

- 1) Tensión nominal : 48 Vcc
- 2) Tensión nominal/celda : 2 Vcc
- 3) Capacidad de descarga a : (dispuestos en dos bancos
régimen de 12 Amp. du de 30 A-h cada uno)
rante 10 horas

La batería de acumuladores será montada sobre bastidores de madera. Estos bastidores de madera, previstos para soportar movimientos sísmicos, estarán revestidos por una capa de pintura a prueba de ácidos. Las celdas de la batería deberán estar protegidas contra el polvo y la suciedad y previstos contra la evaporación del electrolito. Se deberá incluir los siguientes elementos accesorios básicos:

- Conectores entre celdas
- Hidrómetro
- Termómetro del tipo respiradero

- Voltímetro para celdas
- Correctores Terminales
- Jeringas y embudos
- Acido Sulfúrico

8.2.7.4 Repuestos

Se incluirá para el cargador-rectificador de batería fusibles y lámparas en un número de dos (2) veces el empleado.

8.2.7.5 Pruebas en Fábrica

Se realizarán las siguientes pruebas con los equipos especificados en esta parte:

1) Batería de Acumuladores:

Inspección General

2) Rectificador-Cargador

a. Inspección General

b. Resistencia de Aislamiento y Tensión de prueba

c. Voltaje y corriente en cada punto de prueba

8.3 ESPECIFICACIONES PARA TRABAJO DE MONTAJE

8.3.1 Generales

8.3.1.1 Descripción General

Los trabajos de montaje aquí especificados se refieren - al transporte, instalación, cableado, ajuste y prueba de campo del equipamiento de Telecomunicaciones especificados en la parte I de este volumen.

8.3.1.2 Responsabilidad y Obligaciones

La fabricación, ensamble e instalación se harán en perfecta concordancia con las especificaciones técnicas de tal manera que los equipos puedan operar a su máxima eficiencia. El contratista será el único responsable de los trabajos, construcción, almacenamiento y conservación de los equipos y materiales.

8.3.1.3 Ejecución de los Trabajos

El contratista enviará reportes y recibirá instrucciones del Ingeniero Supervisor sobre tópicos importantes para una ejecución continua de los trabajos. El contratista adoptará las medidas que sean necesarias para prevenir - cualquier daño producto de robos, fuego, etc.

El contratista instalará los equipos de acuerdo con las especificaciones, instrucciones y planos.

8.3.1.4 Materiales de Instalación

- 1) El contratista suministrará todos los materiales necesarios para los trabajos de instalación de los equipos.
- 2) Los materiales de instalación estarán de acuerdo a las normas vigentes del país.
- 3) Los materiales de instalación serán de primera calidad y deberán ser aprobados por el ingeniero supervisor.
- 4) Todos los cables y alambres tendrán una cubierta de material no inflamable P.V.C. y de acuerdo al código de colores normalizados para corriente alterna y corriente continua.
- 5) Los materiales sobrantes se regresarán a un lugar - predestinado para tal fin por ELECTROPERU acompañado por una lista detallada del material utilizado y fallado.

8.3.1.5 Herramientas para la Instalación

Todas las herramientas necesarias para los trabajos de instalación serán proveídas por el contratista.

8.3.2 Trabajos de Transporte

El contratista transportará por tierra el equipamiento - de telecomunicaciones especificados en la Parte I de este volumen desde el puerto de Ilo hasta el lugar del proyecto.

8.3.3 Trabajos de Instalación

8.3.3.1 Generalidades

El contratista instalará los equipos de telecomunicaciones y materiales especificados en la Parte I de este volumen.

8.3.3.2 Trabajos de Instalación del Equipo de Telecomunicaciones

Los trabajos de instalación se realizarán de acuerdo con los planos.

Sistema de Ondas Portadoras

- 1) El equipo de Onda Portadora se montará en un armario fijado al piso. En la sala de control de la C.H. Aricota N° 2 se montará el equipo sobre el bastidor - disponible de Onda Portadora. En la S.E. Para se - montará el equipo también en un bastidor existente.

- 2) Los dispositivos de protección se fijarán firmemente en la pared a la entrada del cable en la sala de telecomunicaciones respectiva.
- 3) El cable coaxial será instalado para conectar el equipo de Onda Portadora y el filtro de acoplamiento a través de los dispositivos de protección en cada estación.
- 4) Se instalará el cable de energía que conecte la fuente de alimentación y el equipo de Onda Portadora.

Sistema de Llamado, por Tono

- 1) El equipo de llamada por tono se fijará sobre el pupitre y se hará el cableado necesario que conecte este equipo con el de Onda Portadora.
- 2) El circuito híbrido de la S.E. Para se desmontará, trasladará y reinstalará a la S.E. Calana. El nuevo circuito híbrido se instalará en la S.E. Para, haciendo el cableado respectivo con el equipo de Toner y el equipo de Onda Portadora.

Sistema Telefónico Automático

- 1) La central telefónica existente en la C.H. Aricota - N° 2 será desmontada y trasladada a la S.E. Calana,

sólo se dejará el armario de distribución principal-
(MDF)

- 2) La nueva central telefónica se instalará en la sala de telecomunicaciones del edificio de control de la C.H. Aricota N° 2, realizándose el cableado al MDF existente, para un máximo de (20) veinte abonados.
- 3) En la SE Calana se reinstalará la central telefónica y se cableará al nuevo MDF para atender veinte (20)-abonados.
- 4) Asimismo deberá realizarse el conexionado a los respectivos equipos de Onda Portadora.

Cable Telefónico

El trabajo comprende la instalación del cable de comunicaciones entre el Cerro Chintari y el edificio de control de la C.H. Aricota N° 2 utilizando la postería existente, así mismo se deberá instalar el cable de comunicaciones entre el Cerro Para y la S.E. Para, utilizando la postería existente.

8.3.4 Pruebas de Campo

El siguiente trabajo será realizado por el contratista luego de concluir la instalación de los equipos. Los de

talles serán indicador por el ingeniero después del contrato firmado.

8.3.4.1 Sistema de Onda Portadora

1) Equipo de Onda Portadora

- a. Inspección General
- b. Medida de voltaje y la corriente en cada punto de rueba
- c. Medida del nivel en cada punto de prueba
 - i) Nivel de portadora
 - ii) Nivel de recepción y transmición
Nivel de voz (mediante un tono de prueba)
Nivel de señal telefónica
Nivel de portadora piloto
- d. Relación señal a ruido
- e. Característica total de frecuencia
- f. Características del AGC
- g. Cable coaxial

Resistencia de aislamiento

Pérdidas de transmición

- h. Las pérdidas de transmición de las líneas de alta tensión se medirán las siguientes condiciones:
La línea de transmición es normal.
La barra del lado de la trampa está en circuito abierto.
La barra del lado de la trampa está conectado a tierra.

- 2) Dispositivos de Protección
 - a. Inspección General
 - b. Chequeo de la conexión del circuito
- 3) Trampas de Onda
 - a. Inspección General
 - b. Chequeo de la conexión del circuito
- 4) Instrumentos de Medida
Inspección General
- 5) Prueba de funcionamiento total del sistema

8.3.4.2 Sistema de Llamada por Tono de Línea Compartida

- 1) Equipo de tone Ringing
 - a. Inspección General
 - b. Prueba de llamada y recepción
- 2) Dispositivo de Conexión de Circuito Ramal
Inspección General
- 3) Prueba del sistema en su totalidad

8.3.4.3 Sistema Telefónico Automático

- 1) Central telefónica
 - a. Inspección General
 - b. Margen de la velocidad del discado
 - c. Margen de la razón del impulso
 - d. Atenuación de Cross Talk

- e. Pérdida de Transmisión
- f. Chequeo del Generador del Timbrado
- g. Prueba del Sistema Total

8.3.4.4 Sistema de Radio Movil

- 1) Equipo de Radio
 - a. Inspección General
 - b. Potencia de Transmición
 - c. Razón señal o ruido
 - d. Razón de Voltaje de Ondas Estacionarias
- 2) Antena
 - Inspección General

8.3.4.5 Sistema de Teleprotección

- 1) Equipo de Teleprotección
 - a. Inspección general
 - b. Medición del nivel en cada punto de prueba
 - c. Relación señal a ruido
- 2) Operación total del sistema

8.3.4.6 Sistema de Alimentación

- 1) Banco de Baterías

- a. Inspección General
 - b. Tensión, gravedad específica y medida de la temperatura por unidad de celdas.
- 2) Rectificador - Cargador
- a. Inspección General
 - b. Tensión y corriente medida en cada punto de prueba.
 - c. Prueba de carga
- 3) Prueba total del Sistema

8.3.4.7 Línea de Transmisión para alimentación a la Repetidora

- 1) Inspección General
- 2) Resistencia de Aislamiento
- 3) Resistencia de puesta a tierra

C A P I T U L O IX

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La diversificación de subsistemas conduce a una gran confiabilidad de cualquier sistema de telecomunicaciones.
2. La flexibilidad de un sistema de telecomunicaciones es requerimiento sustancial en todo diseño y a través de ella se puede conseguir una ampliación de servicios y capacidades de los sistemas de telecomunicaciones y además interconexión con otros sistemas sin alterar mayormente las características de los equipos escogidos.
3. La normalización de equipos en sistemas de telecomunicaciones sólo puede ser cubierta parcialmente debido a la constante mejora de los equipos disponibles en el mercado.
4. La aparición de centrales telefónicas automáticas electrónicas permite crear redes telefónicas de una gran capacidad de servicios, selectividad de llamadas y confiabilidad; a lo que hay que añadir las ventajas de la centralización de subsistemas.
5. La utilización de equipos de llamada por tono de Línea Compartida es definitorio cuando se trata de intercomunicar Redes Eléctricas de interconexión organizadas en tandem y además es muy ventajoso utilizarlo como medio de descarga para redes telefónicas congestionadas.

Cuando se están operando centros de despacho se debe pensar en un enlace fónico independiente en centro de control y el sistema de llamada por tono se ajusta muy bien a este requerimiento.

6. El empleo de Onda Portadora sobre Líneas de Alta Tensión se ha hecho una práctica usual debido a su gran relación beneficio/costo.
7. La utilización de enlaces de Radio alternativos se reserva para enlaces importantes ; por ejemplo entre centros de generación y centros de despacho de carga.
8. La implementación de redes de radio móviles en las bandas de VHF se presenta como una solución adecuada para aumentar la eficiencia de las labores de mantenimiento, sobre todo en Líneas de Alta Tensión de gran longitud y estaciones remotas no atendidas.
9. La teleprotección en Redes Eléctricas se ha convertido en una arma a la cual se recurre frecuentemente para resolver el problema de protección en sistemas interconectados, a través de la transferencia de disparo.
10. La transmisión de datos coadyuva a lograr una mejora de una operación centralizada, empero su utilización se debe orientar a la integración de la estación o estaciones, a las redes para centro de despacho.
11. La existencia de equipo instalado, por un lado y la integración a un sistema a implementarse posteriormente se presentaron especialmente

te interesantes para poner a prueba los criterios de diseños de los proyectistas, sobre todo en los aspectos de flexibilidad y compatibilidad.

12. La utilización de Onda Portadora sobre líneas de alta tensión para acoplamiento fase-tierra, se basó en el análisis del pasado histórico de un enlace similar instalado en la zona.
13. La proyección de necesidades futuras lleva a considerar reservas en el soporte de transmisión para una implementación inmediata de un servicio adicional, el presente proyecto se refiere a la implementación de transmisión de datos.
14. La red de Radio Móviles no ha sido ampliada en su rango de acción porque no se justifica esta inversión en vista del buen comportamiento de la línea de transmisión en los lugares donde no hay comunicación.

Teniendo en cuenta las características del proyecto se cree por conveniente realizar las siguientes recomendaciones:

- 1) Las Especificaciones Técnicas producto de un diseño cuidadoso del sistema de telecomunicaciones debe ser basado en las recomendaciones del CCIR, CITT e IEC, ser preciso en la definición de las características que asignen una eficiente operación del sistema, tales como: potencia de salida, emisiones espurias, rechazo a la intermodulación, sensibilidad, relación señal a ruido.

- 2) Se debe cuidar en especificar los niveles de entrada y salida de todos los equipos a fin de asegurar conexiones futuras de equipos similares.

1. H.K. Podzeck, *Carrier Communication over Power-Line*; Springer-Verlag, Berlín, 1972.
2. EPDCO LTD. TOKYO, JAPAN; *Design and Construction of Power Line System Communication Facilities*.
3. *Power Line Carrier Application Guide*. Pub. "General Electric", Linchburg. Va. USA.
4. Johnson W.C. *Transmission Lines and Networks*, Mc Graw Hill Co., 1950.
5. RFL Industries, Inc. *The RLC Handbook*.
6. CIT Alcatel. *Autoconmutateur a transit CT 700*
7. H. Widmer, *La nueva Generación de equipos de Teleprotección*, BBC.
8. Taylor George *Ingeniería Económica*.
9. Renán Aguilar. *La Transmisión de Información sobre Líneas de Alta Tensión. Monografía de Bachiller*.
10. Adolfo Tanco, *Sistema de Telecontrol y Telecomunicaciones para el Sistema Interconectado del Norte del Perú. Tesis de Grado*.
11. Dr. H. Paul, *Funk-Versorgung eines Gebretes fur Sprechfunk*; BBC.
12. Tomiyoshi Deguchi; *Manuel de Diseño de Enlaces por Microondas*, INICTEL.
13. Akira Kinare; *Ground Wave Propagation in the VHF, UHF and SHF Bauds*; OTCA.
14. M. Dowkhanov; *Propagation of Radio Waves*. Mir Publishers.
15. *Théorie et Thechnique de la Transmisión de doneés, Vol.II*; Ecole Nationale Superieure de Techniques avanceas.

LISTA DE PLANOS

CCR01	Diagrama Unifilar de la Red Eléctrica Existente
CCR02	Red Telefónica Existente (PAX + Party Line)
CCR03	Red de Onda Portadora Existente
CCR04	Red Eléctrica Proyectada entre Arequipa y Tacna
CCR05	Red Telefónica Automática
CCR06	Red de Transmisión de Datos
CCR07	Esquema de Principios para la Teleprotección
CCR08	Red de Onda Portadora
CCR09	Red de Radio Móvil para mantenimiento de Líneas
CCR10	Estación para Puesto Central
CCR11	Estación Remota
CCR12	Arreglo jerárquico de centros de despacho
CCR13	Red Eléctrica Aricota-Tacna
CCR14	Esquema General de Telecomunicaciones
CCR15-1	Plan de Frecuencias
CCR15-2	Plan de Frecuencias
CCR16	Esquema de la Red Telefónica
CCR17	Esquema del Sistema de Llamada por Tono

o-o-o-o-o