

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**“ENLACE DE COMUNICACIONES DE VOZ, DATOS Y
TELEPROTECCIONES POR ONDA PORTADORA
ENTRE LAS SS. EE. DE 220kV SOCABAYA
(AREQUIPA) Y MONTALVO (MOQUEGUA)”**

**INFORME DE COMPETENCIA
PROFESIONAL**

PARA OPTAR EL TITULO DE

INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

ROLANDO ALEJANDRO BARRERA ASTUHUAMAN

PROMOCION 1991-1

Lima - Perú

2008

**ENLACE DE COMUNICACIONES DE VOZ, DATOS Y
TELEPROTECCIONES POR ONDA PORTADORA ENTRE LAS SS.
EE. DE 220kV SOCABAYA (AREQUIPA) Y MONTALVO
(MOQUEGUA).**

A Dios por darme su bendición; a mis padres por darme la vida, su sacrificio e incondicional apoyo, y a mis hermanos por su comprensión. Al Ing. Marcial López Tafur. por su colaboración desinteresada y por su exigencia en el buen desarrollo del informe.

SUMARIO

El objetivo del presente informe de competencia profesional es mostrar la confiabilidad del sistema de comunicaciones por onda portadora implementada para la línea de alta tensión de 220 kV que une las subestaciones de Socabaya (Arequipa) y Montalvo (Moquegua), de la empresa REDESUR S. A. Este sistema de comunicaciones provee los servicios de voz, telecontrol y teleprotecciones, que garantizan el transporte de energía eléctrica de 220kV, entre estas dos subestaciones.

El procedimiento seguido, teniendo en consideración los requisitos de confiabilidad, bajo costo y mínimo mantenimiento, fue evaluar los equipos de comunicaciones de diferentes tecnologías, tales como: fibra óptica, radioenlaces y ondas portadoras.

Como resultado de la evaluación se eligió la implementación de los equipos de comunicaciones por onda portadora analógica y monocanal, para las líneas de alta tensión de 220 kV y sus respectivas subestaciones de REDESUR S. A.; obteniéndose la confiabilidad de su sistema eléctrico.

INDICE

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I

SISTEMA DE COMUNICACIONES DE VOZ, DATOS Y TELEPROTECCIONES, POR ONDA PORTADORA PARA EL ENLACE DE TRANSMISIÓN ELECTRICA DE 220kV ENTRE LAS S. E. DE SOCABAYA (AREQUIPA) Y MONTALVO (MOQUEGUA)

1.1	Introducción – Marco teórico	2
1.2	Líneas de transmisión	3
1.3	Trampa de onda	3
1.4	Transformador de tensión capacitivo	4
1.5	Unidades de acoplamiento	12
1.6	Transformador diferencial	16
1.7	Descripción del procesamiento de la señal analógica en el En el sistema de ondas portadoras	23
1.7.1	Modulaciones y demodulaciones	23
1.7.2	Utilización de la banda base	27
1.7.3	Utilización del canal piloto	28

CAPITULO II

OBJETIVO DEL INFORME

2.1	Problema a resolver	31
2.1.1	Servicio de voz	31
2.1.2	Servicio de datos o telecontrol	31
2.1.3	Servicio de datos o telecontrol	32

CAPITULO III

SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

3.1	Como se resuelve	33
3.1.1	Servicio de voz	33
3.1.2	Servicio de datos o telecontrol	33
3.1.3	Servicio de teleprotección	34
3.2	Constitución de un sistema de onda portadora DIMAT	34
3.2.1	Tipos de terminales	
3.2.2	Servicios opcionales	35
3.3	Sistemas de transmisión por onda portadora	35
3.4	Equipos para las comunicaciones por ondas portadoras	35
3.5	Plan de frecuencias para la transmisión por O.P.	37
3.6	Equipos de teleprotecciones analógica	37
3.7	Trabajos básicos de infraestructura	38
3.8	Configuración de las comunicaciones de las por onda portadora de REDESUR S. A.	39
3.8.1	Configuración completa del sistema de comunicaciones por onda portadora de REDESUR	40
3.8.2	Configuración unifilar completa del sistema de comunicaciones por onda portadora de REDESUR	41
3.8.3	Configuración unifilar del sistema de comunicaciones por onda portadora de Socabaya-Moquegua	42
3.8.4	Esquema del uso del canal de comunicaciones por onda portadora Socabaya-Moquegua	43
3.8.5	Esquema de comunicaciones de voz por onda portadora de Socabaya-moquegua	44
3.8.6	Esquema de comunicaciones de telecontrol por onda portadora de Socabaya-Moquegua	45
3.8.7	Esquema de comunicaciones de teleprotecciones por onda portadora de Socabaya-Moquegua	46
3.8.8	Cálculos técnicos para las comunicaciones por onda portadora de Socabaya-Moquegua	47

CAPITULO IV

ESTIMACIÓN DE COSTOS DE LA CONFIGURACION DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA ENTRE LAS SUBESTACIONES DE SOCABAYA Y MONTALVO.

4.1	Cuadro descriptivo y costo del equipamiento	50
4.2	Cuadro de costo de mano de obra para la puesta en servicio del sistema de onda portadora	52
4.3	Comparación de costo y beneficio de las comunicaciones por onda portadora	53

CAPITULO V

CONSIDERACIONES DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

5.1	Consideraciones de mantenimiento	54
-----	----------------------------------	----

	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
--	---------------------------------------	-----------

ANEXO A

	CURVAS REPRESENTATIVAS DE SINTONIZACIÓN Y DIAGRAMAS DE CONEXIÓN DE MEDIDAS A EQUIPOS DE ONDA PORTADORA	57
--	---	-----------

ANEXO B

	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA TIPO OPC-1, MARCA DIMAT	60
--	---	-----------

ANEXO C

	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE TELEPROTECCIÓN ANALÓGICO TIPO TDS 01A, MARCA DIMAT	81
--	--	-----------

	BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES DE INTERNET	98
--	---	-----------

INTRODUCCIÓN

El sistema de comunicaciones por Onda Portadora de la línea de transmisión de 220kV, que une las SS. EE. de Socabaya y Montalvo, ubicadas en la ciudad de Arequipa y Moquegua respectivamente, tiene la finalidad de mantener con alta confiabilidad la interconexión eléctrica de la empresa REDESUR al sistema interconectado sur del Perú, a través de los servicios de supervisión y control (telecontrol), utilizando un canal normalizado de 4kHz.

Este sistema de comunicaciones implementado, para el enlace entre estas dos SS. EE., es de tipo monocanal y de configuración fase-fase, por ser uno de los sistemas de comunicaciones más confiables y económicas.

Los equipos de comunicaciones por onda portadora, utilizan como medio físico de transmisión de las señales, los conductores de las líneas de Alta tensión de 220 kV., y soportan los servicios transmisión de datos para control y supervisión de la red eléctrica (telecontrol), la telefonía (canal voz) y las señales de teleprotección (para contingencias de perturbaciones eléctricas ó atmosféricas, de darse el caso).

Los equipos terminales de Ondas Portadoras a utilizar son del tipo analógicos y monocanales, con modulación de banda lateral única (B.L.U.), portadora suprimida y anchura de canal de 4 kHz. Cada Terminal está realizado en módulos enchufables alojados en paneles de 19" para montaje en rack y constituido por un panel de seis unidades y otro de tres.

El informe esta estructurado en cuatro capítulos. El capítulo I, presenta, el marco teórico y la descripción general de los elementos que conforman el sistema de comunicaciones por Onda Portadora. El capítulo II, presenta el Objetivo del informe, el planteamiento del problema de la línea de transmisión 220kV Socabaya-Moquegua. El capítulo III, presenta la solución del problema, la configuración y un cuadro resumen de los cálculos previos, realizados para la ejecución del enlace de comunicaciones. En el capítulo IV, se presenta el costo estimado de la configuración del sistema de comunicaciones por onda portadora, teleprotección y la cantidad del equipamiento utilizado, y un cuadro comparativo entre los sistemas de onda portadora versus los sistemas de radioenlaces y de fibra óptica. En el capítulo V, se da las consideraciones de operación y mantenimiento, y finalmente se presenta las recomendaciones y conclusiones del informe.

CAPÍTULO I

SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA DE VOZ, DATOS Y TELEPROTECCIONES, PARA EL ENLACE DE TRANSMISIÓN ELECTRICA DE 220kV ENTRE LAS S. E. DE SOCABAYA (AREQUIPA) Y MONTALVO (MOQUEGUA)

1.1 Introducción- Marco Teórico

Aún en el mundo de hoy de la Internet de alta velocidad y de las fibras ópticas, los tradicionales Power Line Carrier (PLC) ó Comunicaciones por Ondas Portadoras por líneas de transmisión eléctricas, son todavía ampliamente utilizados para proporcionar comunicaciones en tiempo real para la protección de las líneas de alta tensión. El PLC es a menudo la más económica y confiable de los canales dedicados de alta velocidad, disponible para las comunicaciones de los relés de protecciones, de voz y de las señales de control (telecontrol).

Un sistema de comunicaciones por ondas portadoras, incluye tres elementos básicos:

- Una línea de transmisión, que constituye un canal de comunicaciones para la transmisión de la energía de la portadora.
- Un sintonizador ó tuning, las trampas de ondas, y los equipos de acoplamiento, proporcionan la sintonización y el uso del ancho de banda, el confinamiento de las señales de portadora, y un medio de conexión y acoplamiento a la línea de transmisión de alta tensión.
- Los transmisores, receptores y los Relés, que vienen a ser los equipos terminales de ondas, y los equipos de aplicación de los servicios, etc.

El diagrama funcional simplificado de un sistema de comunicaciones por ondas portadoras, se muestra en la Figura N° 1.1.

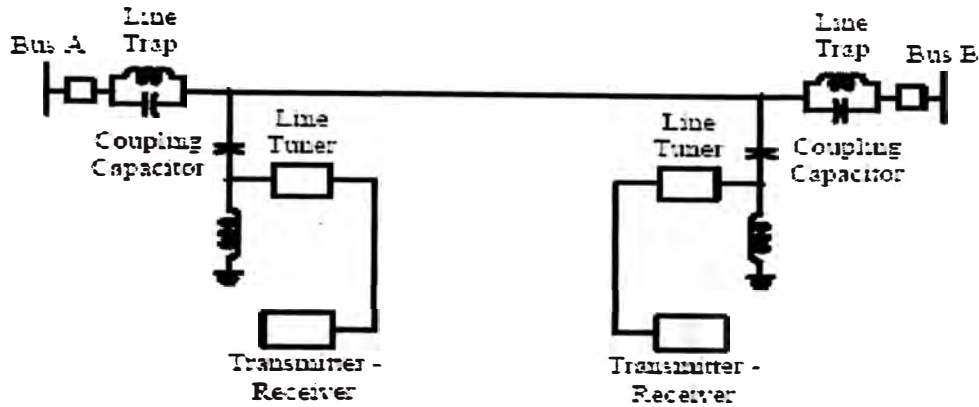


Figura. Nº 1.1: Diagrama funcional de un sistema de comunicaciones por ondas portadoras

1.2 Líneas de Transmisión

Los sistemas de comunicaciones por onda portadora de alta frecuencia AF, utilizan como medio de transmisión de las señales de comunicaciones las propias líneas áreas de alta tensión AT, superponiéndolas sobre ellas, sin perjudicar la seguridad de explotación del sistema eléctrico. Estos sistemas tienen una gran importancia, debido a que por ellas se pueden realizar comunicaciones de telefonía, de datos ó telecontrol, telemando y teledisparos.

Este sistema, conocido como comunicaciones por onda portadora, sirve como vía de comunicación principal entre dos subestaciones, si además se dispone de sistema de respaldo como los sistemas de microondas, fibra óptica ó telefonía.

Es muy considerable la economía que se ahorra, cuando se dispone del sistema de comunicaciones por ondas portadoras, respecto a los restantes sistemas: microondas, fibra óptica, etc., especialmente cuando se dispone del soporte físico para el envío de la información, como son el caso de las empresas generadoras, transmisoras y distribuidoras de energía eléctricas.

1.3 Trampas de Onda

Las trampas de onda, son esencialmente filtros eléctricos de autoinducción y capacidad en conexión paralelo. Se instalan en serie con los conductores eléctricos, en las llegadas de las subestaciones de un sistema eléctrico, con el objeto de confinar la alta frecuencia, portadora de la información.

La función principal de la trampa de onda es presentar una alta impedancia en la banda de frecuencia de portadora mientras que introduce una impedancia despreciable a la frecuencia de la línea de transmisión eléctrica o potencia.

La alta impedancia limita la atenuación de la señal portadora dentro del sistema eléctrico de potencia, al impedir que la señal portadora sea:

- Disipada en la subestación
- A tierra en el caso de una fallo de fuera de ruta de transmisión de portadora.
- Disipado en un toque en la línea o una sucursal de la ruta de transmisión principal
ruta de transmisión

La banda de frecuencias portadoras a cubrir por los circuitos de la trampa de onda se extiende desde 50kHz a 490kHz.

Esta banda de frecuencias está limitada en su extremo inferior por la frecuencia moduladora más alta a transmitir. Aunque el espectro audible del oído humano se extiende de 20hz a 20kHz, se obtiene una buena inteligibilidad modulando la portadora con un espectro restringido de una década, comprendiendo entre 350kHz y 3500kHz, siendo necesario, si se utiliza un sistema de modulación en banda lateral única, un ancho de banda mínimo de unos 4kHz, difícil de obtener con portadoras de fcn < 50 kHz, autoinducciones $L_n \leq 0.50\text{mH}$ y resistencias $Z_{bn} \geq 600\Omega$.

Dentro de esta banda 50 a 490kHz, las administraciones pueden restringir parcialmente la utilización de algunas franjas de frecuencias para evitar interferencias con otros servicios.

Por otra parte, las corrientes de corto circuito en las líneas de A. T, son cada vez más elevadas, En consecuencia, las bobinas de bloqueo deben poder soportar grandes esfuerzos mecánicos sin que se vean afectados eléctrica ni mecánicamente.

1.4 Transformadores de Tensión Capacitivo

Con el fin de que la pérdida de potencia de la señal de AF sea lo menor posible, conviene conexas el condensador de acoplamiento directamente a la salida de línea, y lo más próximo posible a la bobina de bloqueo.

Además con el fin de garantizar las comunicaciones, independizándolas de las maniobras en la red, todo seccionador, interruptor o cuchilla de puesta a tierra debe quedar del lado de las barras de la subestación y antes de la bobina de bloqueo. Este tipo de conexión no ofrece peligro en cuanto a la aparición de sobretensiones transitorias en la red, ya que el condensador de acoplamiento soporta muy bien este tipo de fenómenos.

El transformador de tensión capacitivo TTC reúne en un solo equipo las prestaciones de un condensador de acoplamiento y las de un transformador de tensión inductivo. Ello supone una gran ventaja económica, si bien su uso había sido limitado al presentar características inferiores, en relación al TT inductivo clásico, en cuanto a clase de precisión y respuesta en régimen transitorio. Con el desarrollo de nuevas técnicas en la fabricación de los TTC se han superado estas desventajas y su utilización se ha extendido ampliamente.

En un divisor de tensión capacitivo se cumple que el reparto de tensiones se establece según la relación (Fig. 1.2)

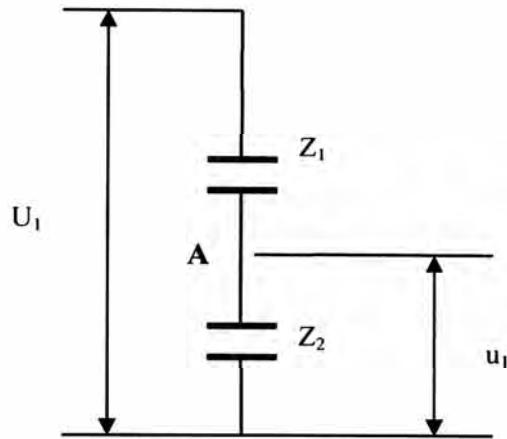


Figura N° 1.2: Divisor de tensión capacitivo

$$\frac{U_1}{u_1} = \frac{Z_1 + Z_2}{Z_2}$$

donde:

$$u_1 = U_1 \times \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} \quad (1.1)$$

Siendo:

U_1 = Tensión primaria

u_1 = Tensión intermedia

Z_1 = Impedancia del condensador situado entre el borne AT y el borne de la toma intermedia.

Z_2 = Impedancia del condensador situado entre el borne de la toma intermedia y tierra.

Si suponemos que se trata de condensadores puros, se podrán despreciar los valores de las resistencias e inductancias, con lo cual tenemos:

$$Z_1 = -\frac{j}{\omega C_1} \quad \text{y} \quad Z_2 = -\frac{j}{\omega C_2}$$

Sustituyendo estos valores en la ecuación (1), obtendremos finalmente el valor de la tensión en la toma intermedia, en función de la tensión primaria y de las capacidades C_1 y C_2 .

$$u_1 = U_1 \times \frac{C_1}{C_1 + C_2}$$

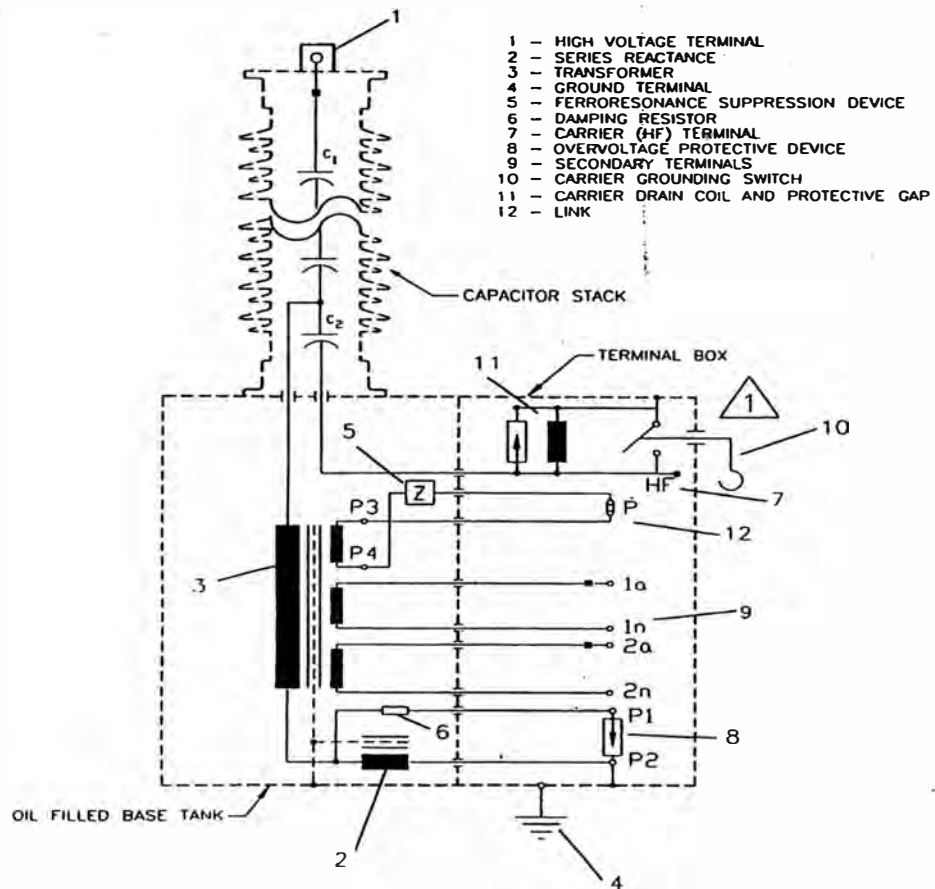


Figura N° 1.3: Transformador de tensión capacitivo.

Por otra parte, si partimos de un esquema de principio Fig. 1.3 de un transformador de tensión capacitivo se obtiene el circuito equivalente de la Fig. 1.4.

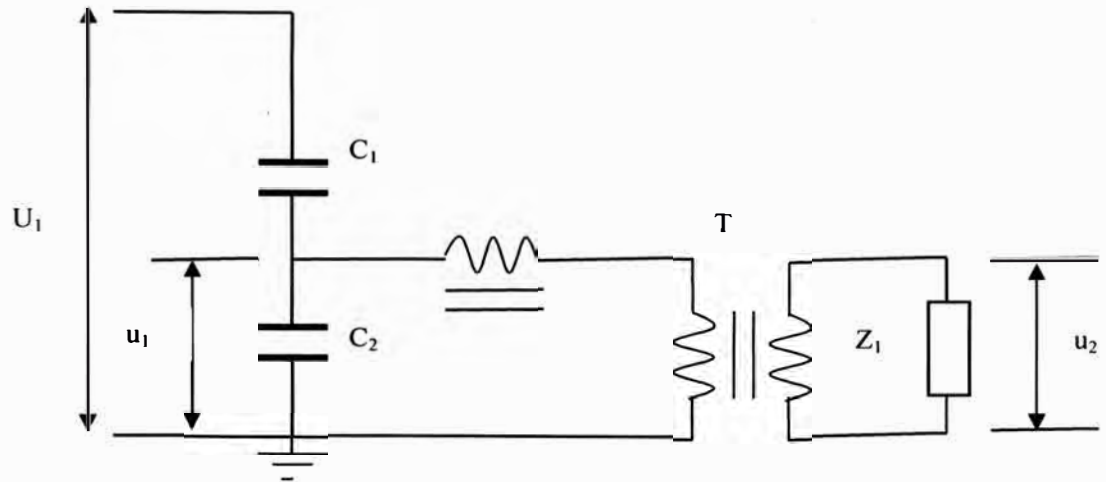


Figura N° 1.4: Esquema de principio de un transformador de tensión capacitivo

Donde (Figura N° 1.4)

C_1 y C_2 = Divisor capacitivo

L_1 = reactancia de corrección de ángulo.

T = transformador de medida inductivo

Z_1 = impedancia de la carga

U_1 = tensión primaria

U_2 = tensión secundaria

U_1 = tensión intermedia

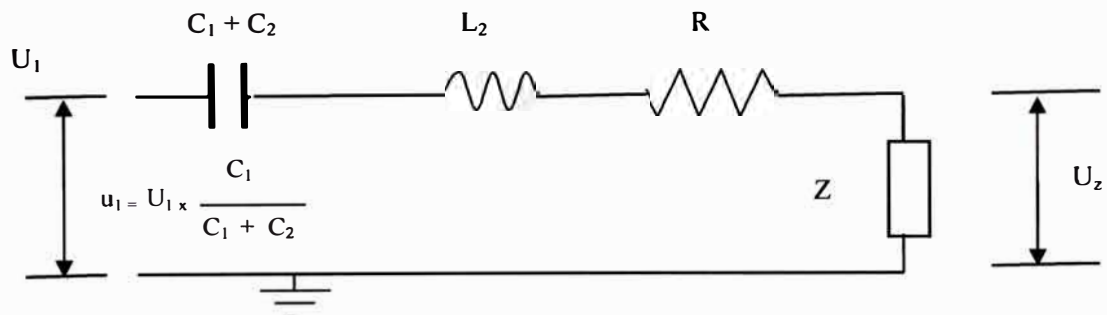


Figura N° 1.5: Circuito equivalente de un transformador de tensión capacitivo

Donde (Fig. N° 1.5)

C_1 , C_2 , U_1 , u_2 , u_1 = igual significado que en la Fig. N° 1.4.

- L = reactancia total
- R = resistencia ohmica total
- Z = impedancia total de la carga exterior
- n = relación de transformación de T.

TTC de Arteché consta de los siguientes elementos (Fig. 1.3):

Divisor de Tensión C1 y C2

Compuesto de varios elementos condensadores conectados en serie. Dividen la tensión de modo uniforme entre la AT (borne P1) y tierra (borne P2). Una toma intermedia A, divide a los condensadores en dos grupos de capacidades C1 y C2. De esta toma intermedia se obtiene la tensión de $22/\sqrt{3}kV$ ó $33/3kV$ que se aplica al transformador de tensión T.

El divisor de tensión y la toma A constituyen lo que denominamos la unidad de capacidad.

Transformador de Tensión T

Consta de dos secundarios para medida y/o protección. Un tercer devanado conectado a una resistencia R2 y a un circuito filtro – cuya respuesta ha sido mejorada mediante un dispositivo electrónico – anula las ferresonancia subármónicas.

Reactancia de Corrección de Ángulo de Fase LCF

Sirve para compensar la desviación en fase de la señal que se aplica al primario del transformador T, respecto a la tensión AT introducida por el divisor de tensión.

Realmente el LCF es un transformador que en función normal tiene su circuito secundario abierto, pero que tan pronto como aparezca la ferresonancia a la frecuencia fundamental, este circuito secundario se cierra. Ahora el LCF se comporta como un transformador cargado con una resistencia R1, debidamente calculada, para eliminar dicha ferresonancia.

Elementos Opcionales

- 1.- Accesorios de puesta a tierra de la unidad inductiva (sólo cuando la toma intermedia es $22/\sqrt{3}kV$) que consta de:
 - a) Cuchilla de puesta a tierra P, para cortocircuitar el transformador T. Ello permite efectuar cambios de conexionado en sus circuitos secundarios sin necesidad de cortar el servicio de la red ni de la telecomunicación.
 - b) Reactancia de choque LCH, para derivar a tierra la corriente a la frecuencia fundamental y evitar la derivación de la corriente portadora cuando la cuchilla P está cerrada.

c) Pararrayos PA de protección de la reactancia LCH.

2.- Los llamados accesorios de corriente portadora que consisten en:

a) Cuchilla de puesta a tierra Q, para cortocircuitar a tierra la borna AF, lo que permite operar en el sistema de telecomunicaciones estando el TTC en servicio.

La cuchilla Q está enclavada con la cubierta del compartimiento AF, de modo que no puede abrirse éste si aquélla no está cerrada.

b) Pararrayos PA colocado entre la borna AF y tierra.

c) Bobina de drenaje LD, que bloquea el paso a tierra de la corriente portadora.

NOTA:

Conviene señalar que los condensadores de acoplamiento ARTECHE constan del condensador, sin toma intermedia A, la borna AF, y como elementos opcionales los accesorios de corrientes portadora.

Los elementos básicos de que constan los TTC ARTECHE, son los siguientes (Fig. N° 1.6):

- Conexión de alta tensión P1.
- Unidad capacitiva, formada por el divisor de tensión y la toma intermedia.
- Unidad inductiva, formada por el transformador T, la reactancia LCF con la resistencia R1 y el circuito filtro de subarmónicos.
- Caja de bornas
- Toma general de tierra P2.

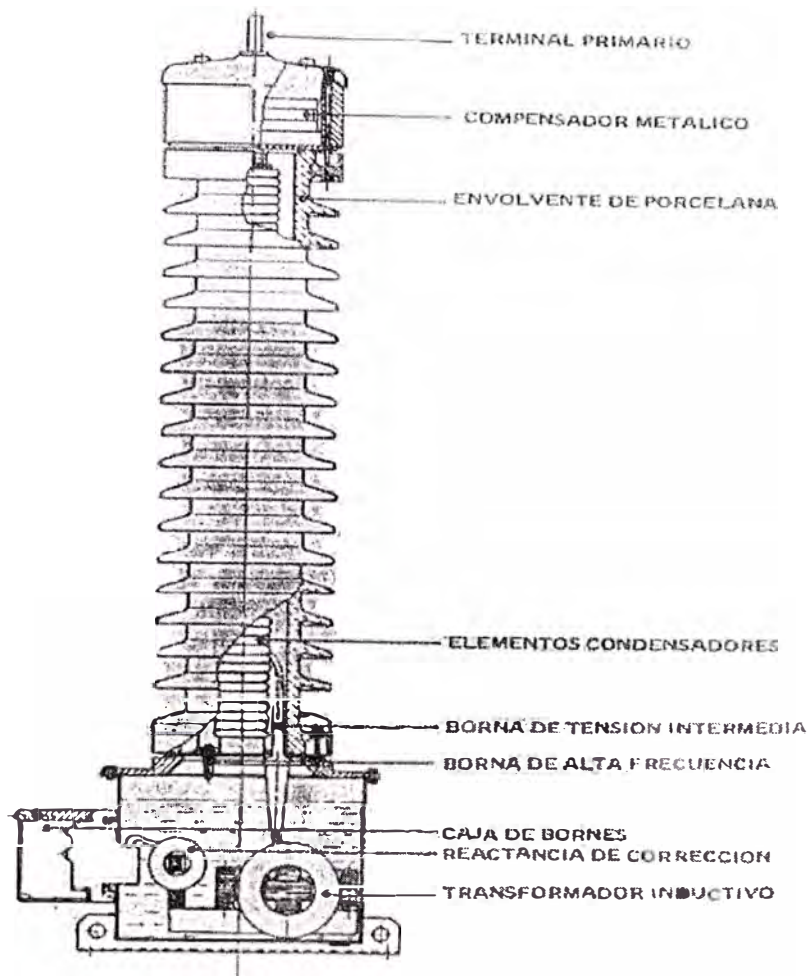


Figura N° 1.6: Disposición física de los diferentes componentes

A continuación se detallamos sus características más sobresalientes.

Conexión de Alta Tensión P1

Se trata de un redondo de aluminio de 30 mm. de diámetro y 80 mm. De longitud. Va situado en la parte superior y en disposición vertical.

La cabeza del TTC está preparada para recibir y soportar el peso de una bobina de bloqueo, si bien, en este caso, habrán de tenerse en consideración sus dimensiones y los posibles efectos del viento.

Bajo pedido, la conexión P1 se suministra de otro material o con diferentes medidas.

Unidad Capacitiva

Los elementos condensadores del divisor de tensión – con dieléctrico de papel impregnado de aceite especial y armaduras de aluminio – están conectadas en serie entre si, apilados y comprimidos, formando un conjunto estable en el tiempo. Se hallan

inmersos en aceite y aislados totalmente del exterior por una envolvente de porcelana, de color marrón, con cierre hermético.

Las expansiones del aceite son compensadas por fuelles de acero inoxidable, con lo que la presión del aceite se mantiene prácticamente constante. En caso de producirse una sobrepresión peligrosa, un objeto punzante perforará el compensador metálico, rebajando el valor e la misma y evitando así el peligro de explosión. Por otra parte, al ser mínima la cantidad de aceite, los riesgos de incendio son despreciables.

Los compensadores metálicos van situados en el interior de un cuerpo cilíndrico de aluminio que hace de soporte de la cubierta superior o en caso del elemento condensador superior. La toma intermedia A se saca de la unidad capacitiva a través de una borna pasante inferior.

Unidad Inductiva

Todos los elementos que la componen van instalados en una caja de chapa galvanizada del mismo color que la porcelanaza, por motivos estéticos.

La cuba se llena con aceite normal para transformadores, disponiendo de una cámara de aire para absorber las expansiones del aceite.

El transformador de tensión – con núcleo de chapa de grano orientado – es de gran sección y trabaja a menor inducción que un transformador inductivo equivalente. Sus arrollamientos, también ampliamente dimensionados, tienen poca resistencia ohmica. Dispone de tomas intermedias que permiten el ajuste a la relación exacta en el momento final del ensayo. Con ello se equilibran las diferencias que aparecen en la toma intermedia entre el valor teórico de la tensión y el valor real, por las tolerancias que, para los valores nominales de las capacidades, admiten las normas.

La reactancia de corrección de ángulo de fase, con un factor de calidad elevado, permite la obtención de una alta inductancia compensatoria con un valor reducido de resistencia. Con ello se pueden alcanzar altas clases de precisión – llegando incluso a obtenerse la clase 0,2 – con pocas pérdidas y débil calentamiento.

El circuito filtro está formado por una resistencia de amortiguamiento, un condensador, una reactancia y un dispositivo electrónico para mejorar la respuesta transitoria del TTC.

Caja de Bornas

Es un bloque de resina fundida, a prueba de intemperie, que se halla dividido en tres compartimientos a cajas independientes, con sus correspondientes cubiertas de acceso.

Ello permite el precintado por separado de cada una de ellas y por lo tanto el personal de comunicaciones y el de medida-protección tienen acceso solamente a su

correspondiente caja. En cuanto a la tercera caja, al llevar exclusivamente los elementos de supresión de ferroresonancia, no tiene aplicación durante el servicio normal de explotación y, por lo tanto, conviene tenga acceso solamente en caso de revisión del aparato.

Los cables de acometida acceden a los bornes por la parte inferior, a través de una chapa perforable, lo que permite una fácil adaptación al tipo de conductores y prensaestopas que se utilicen.

La utilización de cada compartimiento es la siguiente:

- a) Caja de dispositivos de protección.
 - Resistencia R2 de carga del terciario del transformador T, donde se disipan las ferroresonancia subarmónicas.
 - Dispositivo de supresión de la ferroresonancia a la frecuencia fundamental.
 - Disyuntor térmico, para protección de la resistencia R2.
 - Dispositivo de mejora de la respuesta transitoria.
 - Estos elementos son fácilmente reemplazables.
- b) Caja de medida y protección.
 - Terminales secundarios del transformador T, debidamente numerados e identificados de acuerdo con las normas elegidas.
- c) Caja de corriente portadora.
 - Borne de conexión para la señal de AF.
 - Barrita de cortocircuitado del Terminal AF.
 - Espacio para los accesorios de corriente portadora, que se suministran bajo pedido, y que son los siguientes:
 - Pararrayos.
 - Cuchilla de puesta a tierra, enclavamiento con la cubierta, para impedir un posible accidente al operador.
 - Bobina de drenaje LD, para altas frecuencias que evita, en la propia caja, la derivación a tierra de la señal de AF.

1.5 Unidades de Acoplamiento

1.5.1 Generalidades

Las unidades de acoplamiento permiten, con la ayuda de los condensadores de acoplo, la transmisión de ondas portadoras sobre líneas de alta tensión, ofreciendo al mismo tiempo una eficaz protección para los equipos y el personal contra los efectos de la tensión a frecuencia industrial y de las sobretensiones transitorias.

La unidad UAM/W se utiliza para el acoplamiento de los terminales de onda portadora (OP) a una fase de las líneas de alta tensión, realizando las siguientes funciones:

Sintonización del condensador de acoplamiento para compensar la parte reactiva de la impedancia, de forma que se favorezca la transmisión de las señales a las frecuencias portadoras.

Adaptación de impedancias entre la línea de alta tensión y el equipo de comunicaciones.

Limitación de las sobretensiones procedentes de la línea, drenaje a tierra de la corriente a frecuencia industrial, y puesta a tierra del grupo de acoplamiento para la protección del personal.

Para el acoplamiento fase-fase se utilizan dos unidades UAM/M conectados mediante un transformador diferencial con función de circuito híbrido.

CONSTITUCIÓN

La unidad de acoplamiento está constituida por tres bloques básicos que contienen respectivamente los elementos de protección, los de sintonía y los de adaptación de impedancia. Su esquema eléctrico está representado en la Fig. N° 1.7.

Los elementos de sintonía y los de adaptación están montados sobre placas de resina epoxy contenidas en una caja de aluminio fundido para montaje exterior.

1.5.1 Elementos de Protección

Están constituidos por la bobina de drenaje, el seccionador o cuchilla de puesta a tierra y el descargador de aire. Si se requiere mayor seguridad pueden incluirse, en fábrica, dos descargadores opcionales. El primero de ellos es de resistencia variable, instalándose en paralelo con el aire, mientras que el segundo es de gas y está conectado entre los bornes lado equipo del transformador de aislamiento. El propósito de este descargador es proteger a los equipos de OP.

La bobina de drenaje está realizada en secciones múltiples para reducir la capacidad distribuida y su núcleo es de aire para evitar la intermodulación producida por saturación. Está moldeada en un bloque de resina epoxy que es, al mismo tiempo, el soporte del seccionador y del descargador. En la UAMD/W realiza, además, la función de aislador-atravesador.

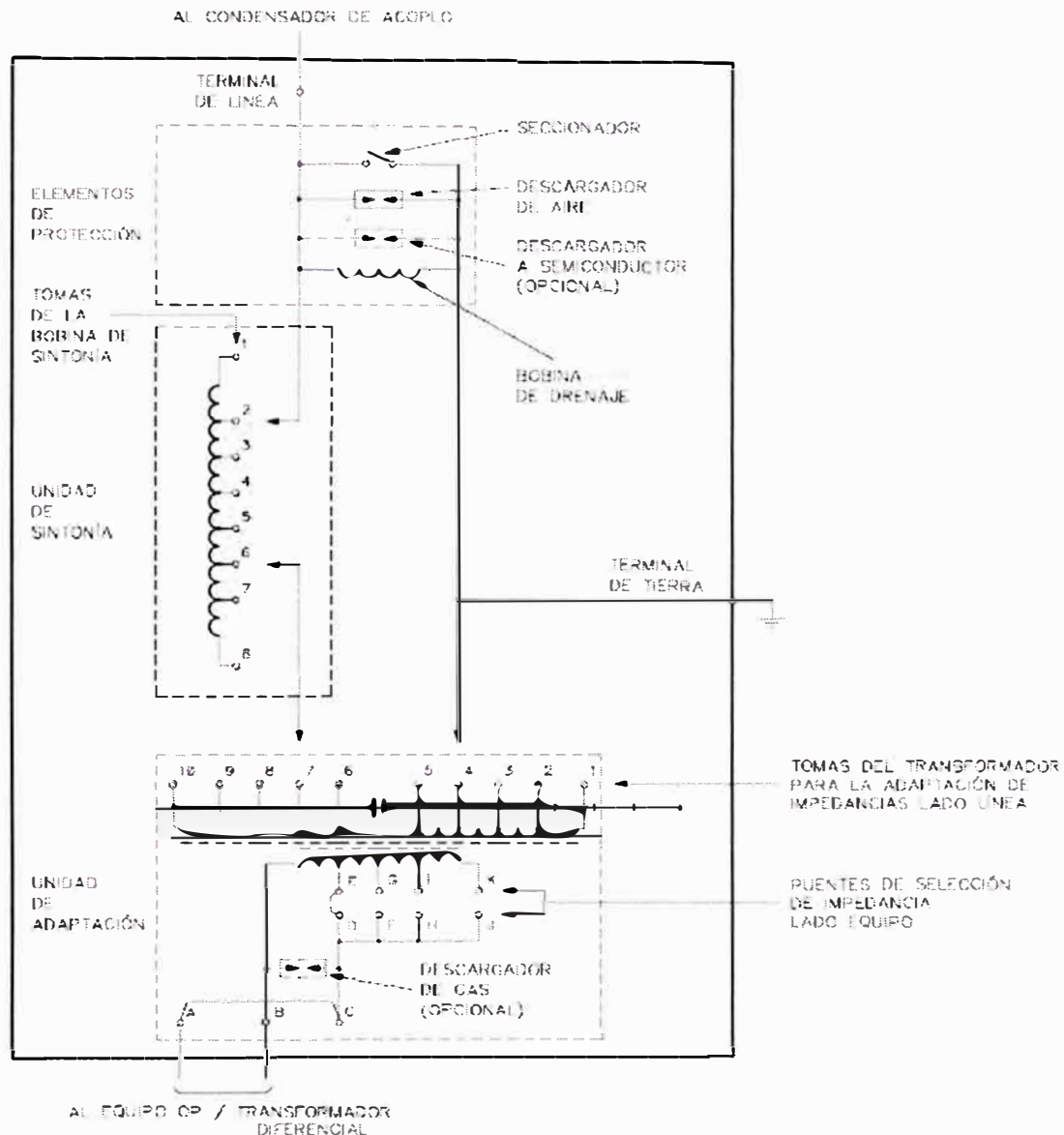


Figura N° 1.7: Esquema eléctrico de una unidad de acoplamiento

1.5.2 Elementos de Sintonía

Los elementos de sintonía de las unidades de acoplamiento UAMD/W están constituidos por dos circuitos resonantes que adquieren la configuración de filtro paso-banda. El primero de ellos está formado por la inductancia de dispersión del transformador adaptador de impedancias y un condensador conectado entre los bornes del devanado lado línea de éste. El otro está constituido por la inductancia de sintonía, variable a saltos, y el condensador de acoplo.

Según las Recomendaciones CEI 481, el ancho banda se define como la banda de frecuencias dentro de la cual la atenuación compuesta es inferior a 2dB y la de reflexión es mayor o igual a 12dB. Esta condición es más restrictiva, puesto que normalmente la atenuación compuesta en los puntos con atenuación de reflexión de 12dB es inferior a

1dB. El ancho de banda aumenta con la frecuencia, el valor de la capacidad del condensador de acoplo y la impedancia de línea. La bobina de sintonía está provista de 8 tomas para sintonizar el condensador de acoplo a diferentes frecuencias.

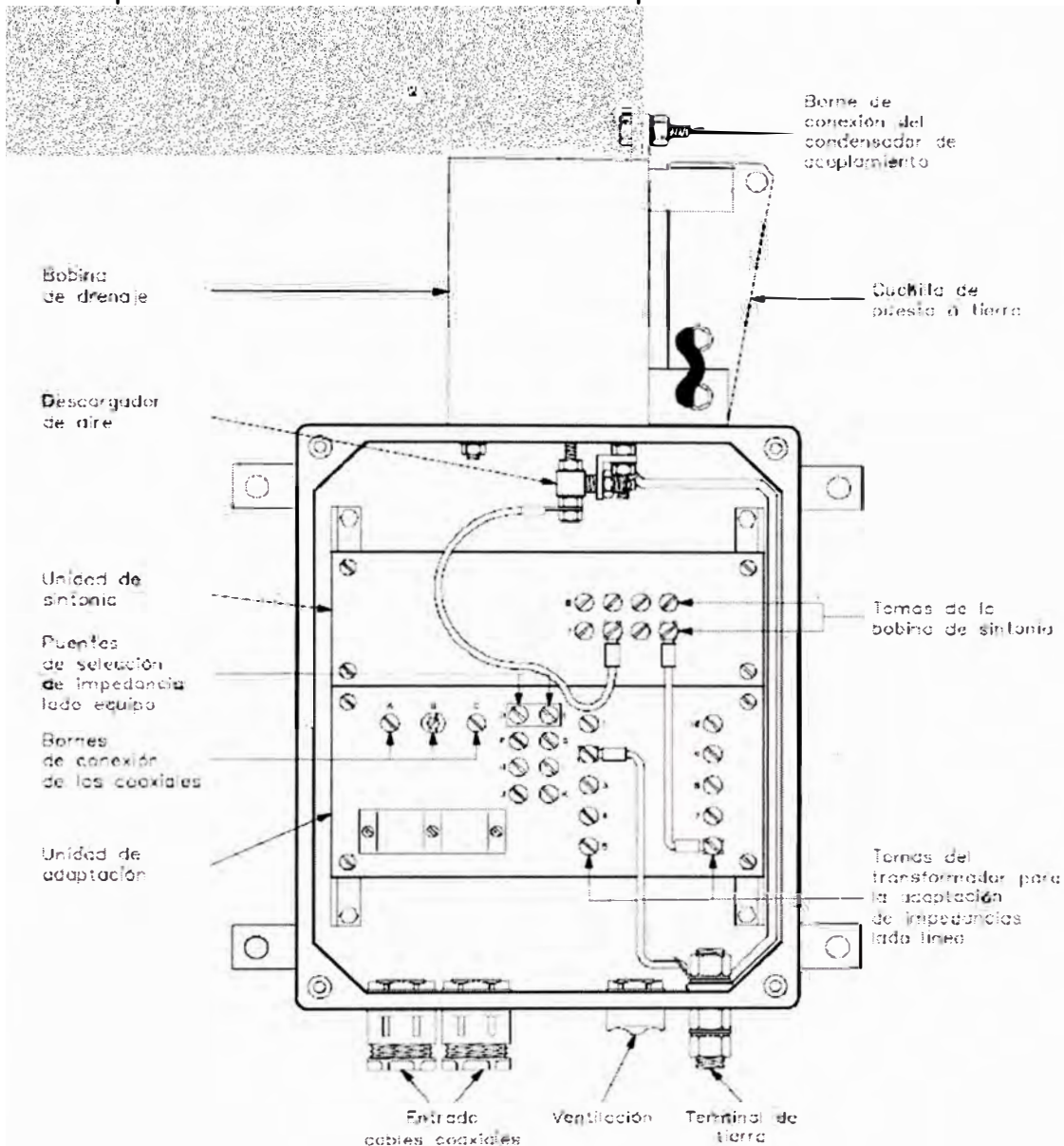


Figura N° 1.8: Unidad de acoplamiento UAMD/W

1.5.3 Unidad de Adaptación

La unidad de adaptación está constituida por el transformador de aislamiento, que adapta la impedancia primaria del acoplamiento fase-tierra, lado línea, a la secundaria, lado equipo. El devanado primario está referido a tierra, mientras que el secundario está equilibrado.

La adaptación a la impedancia de línea se realiza mediante las tomas del devanado primario, que permiten seleccionar uno de los 25 valores de impedancia de línea

disponibles. Para adaptar la impedancia de equipo se realiza una de las cuatro tomas del secundario.

1.5.4 Unidad de Acoplamiento UAMD/W

Esta versión de la UAMD/W está constituida por todos los elementos de protección, sintonía y adaptación. La bobina de drenaje está montada, junto con el seccionador, en la parte superior externa de la caja, según muestra la Fig. Nº 1.8.

1.6 Transformador Diferencial

La conexión de las UAM/W utilizadas para realizar un acoplamiento a dos o tres fases se hace, respectivamente, mediante uno o dos transformadores diferenciales (CHD) funcionando como circuito híbrido. El uso de dichos circuitos permite diseñar enlaces tolerantes a fallos, de forma que el fallo de una ó más fases únicamente introduce una moderada atenuación adicional en el enlace.

El circuito híbrido está constituido por un transformador diferencial, con una relación de transformación $1:\sqrt{2}$ entre el primario y el secundario, y una resistencia, cuyo valor es la mitad de la resistencia nominal del equipo, conectada entre la toma central del devanado secundario y el borne donde se conecta la pantalla de los cables coaxiales. Esta resistencia sólo disipa potencia cuando falla alguna de las fases utilizadas.

El transformador y la resistencia se montan sobre una placa de resina epoxy situada en el interior de una caja de aluminio para montaje en el exterior.

Se utilizan dos versiones de circuito híbrido, según cual sea el acoplamiento deseado. Para el fase-fase se utiliza la unidad CHD modelo DT, cuyo esquema es mostrado en la Fig. Nº 1.6. Para el trifásico se necesita la unidad CHD modelo DT/T, que contiene los dos circuitos híbridos necesarios para el acoplo a tres fases e la línea, conectados según el esquema de la Fig. Nº 1.9.

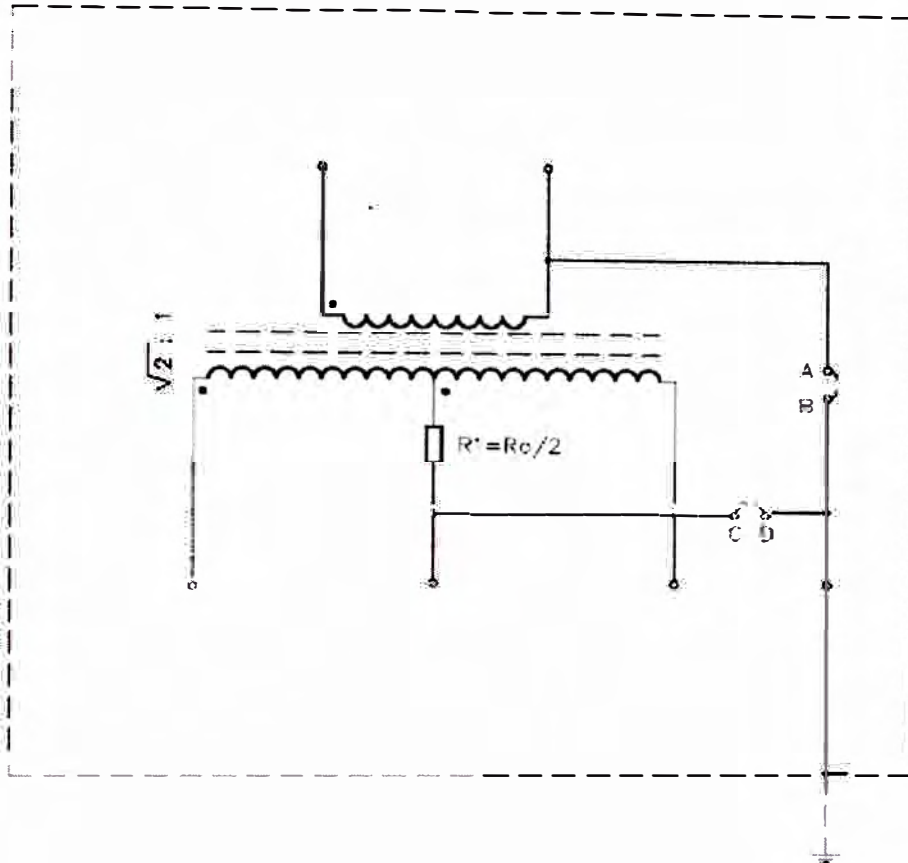


Figura N° 1.9: Esquema del transformador diferencial modelo DT

1.6 Características Técnicas

1.6.1 Características Eléctricas

Margen de frecuencias	40 – 500 kHz.
Potencia nominal (PEP)	100W
Impedancia nominal	
Lado equipo	75 ó 125Ω. Otras bajo demanda.
Lado línea	100 a 750Ω. En 25 saltos para fase-tierra
Distorsión e intermodulación	80dB por debajo del nivel correspondiente a la potencia nominal (CEI 481, cláusula 9.6).
Ancho de banda (correspondiente a una atenuación de reflexión >12dB y a atenuación compuesta < 2dB.	Ver Fig. N° A.1
Aislamiento a frecuencia industrial	> 2kVef (CEI 481, cláusula 8.2)
Elementos de protección	
Descargador de aire	
Tensión de cebado	<1 kVef.

Corriente de descarga	>5 kVef (1,2/50 us)
Descargador de estado sólido (opcional)	
Modelo	BBC 0,44.
Tensión nominal	440 Vef.
Corriente de descarga	>5 kAef (8/20 us)
Si el equipo de OP carece de descargador, la unidad de acoplamiento se puede suministrar con un descargador de gas de 230 vef de tensión de cebado conectado en bornes del secundario.	
Bobina de drenaje	
Impedancia en la banda (40 – 500kHz.)	> 8k Ω .
Inductancia nominal	26mH.
Resistencia nominal	7 Ω .
Impedancia máxima a frecuencia Industrial en el margen de Temperatura indicada.	13 Ω .
Capacidad de drenaje de Corriente a frecuencia Industrial.	1 Aef en permanencia. 50 Aef durante 0,2 s.

1.6.2 Características Mecánicas

Dimensiones

UAMD/W 264 x 214 x 132 mm.

Diámetro máximo de los conductores

UAMD/W 16 mm.

Acabado

Pintura acrílica para exterior, color RAL5 514 (gris azulado).

Pesos

UAMD/W 6,5 kg.

1.6.3 Acoplamiento a Línea

Los principales tipos de acoplamientos a la línea utilizados actualmente son el acoplamiento fase-tierra, fase-fase y el de acoplamiento trifásico. A continuación realizaremos una breve descripción de los mismos.

El acoplamiento fase-tierra es el más sencillo y el que requiere menor cantidad de equipamiento, por lo que es ampliamente utilizado en líneas cortas o en enlaces que no requieren elevada fiabilidad en presencia de faltas en la línea. En este tipo de acoplamiento, el equipo de OP se conecta entre un conductor de fase y tierra, por lo que

únicamente se requiere un condensador de acoplo, una bobina de bloqueo y una unidad de acoplamiento en cada extremo del enlace. A pesar de realizar el acoplamiento únicamente en una fase, los restantes conductores también se hallan implicados en la transmisión, lo que permite reducir la atenuación debida a las pérdidas en la tierra a la frecuencia portadora.

A pesar de ello, es el acoplamiento que presenta mayor atenuación, y el menos fiable en caso de falta en la fase implicada.

En el acoplamiento fase-fase las señales inyectadas en las dos fases son iguales pero están en contratase. Con ello se consigue repartir la potencia emitida por igual entre las dos fases utilizadas. Este modo de transmisión reduce la atenuación a frecuencias portadoras. El inconveniente que presenta este tipo de acoplamiento es la necesidad de utilizar el doble de equipamiento que en una fase-tierra.

Para inyectar las señales en las fases puede utilizarse un transformador diferencial funcionando como circuito híbrido. Con ello se aíslan entre sí las fases, lo que aumenta la fiabilidad del enlace. En este caso se habla de un acoplamiento fase-fase con conexión a través del transformador diferencial. Al producirse una falta en uno de los conductores utilizados el restante funciona como un acoplamiento fase-tierra aunque con una atenuación adicional de 6 dB.

Si no es necesaria esta mayor confiabilidad la conexión puede hacerse empelando un simple cable, hablándose entonces de un acoplamiento fase-fase con conexión en paralelo.

Acoplamiento trifásico consiste en la inyección de la potencia de las señales de AF dentro de los tres conductores de la línea, la mitad dentro del conductor central y la otra mitad distribuida por igual entre los conductores exteriores. Este tipo de acoplamiento tiene la ventaja de ser el que presenta menor atenuación y permite el mantenimiento de la comunicación en caso de defecto de una o dos fases de la línea. La atenuación adicional depende de la fase o fases involucradas, y varía ligeramente según se trate de una interrupción, de un cortocircuito o de ambos. De forma aproximada se puede decir que un fallo de la fase central o de las dos fases exteriores provoca una atenuación suplementaria de 6 dB, mientras que el fallo de una fase exterior da lugar a un aumento de la atenuación de 2.5 dB y el de la fase central y una exterior de 12 dB.

1.6.4 Instalación y Puesta en Servicio

Instalación

Las unidades de acoplamiento se instalan normalmente sobre la misma estructura metálica que soporta el condensador de acoplo. Las dimensiones de las cajas y las cotas para la sujeción de los dispositivos de acoplamiento y de los transformadores

diferenciales se muestran en las figuras adjuntas al final del manual.

Cada caja dispone de dos entradas para los cables coaxiales procedentes del equipo de OP. Estas entradas son de tipo PG-16 y vienen en los modelos UAMD/W.

La pantalla del cable coaxial debe ser conectada a tierra solamente en un extremo del cable, normalmente lado Terminal, para evitar que circulen corrientes debido a la diferencia de tensiones entre puntos distintos de la red de tierra.

En cada caja hay tres bornes de conexión con el secundario del transformador de aislamiento. Los bornes A y C están unidos eléctricamente para facilitar la conexión en paralelo de dos unidades, utilizada en algunos acoplamientos fase-fase.

La conexión entre el condensador de acoplo y la unidad se realiza con una barra de cobre. Si el condensador de acoplo asociado al grupo no está equipado de un seccionador de puesta a tierra, se aconseja instalar uno, en una posición fácilmente visible, para proteger al personal durante la instalación. El seccionador montado dentro de la caja deberá ser utilizado solamente durante el ajuste o la prueba del equipo.

Es asimismo deseable conectar el condensador de acoplo al seccionador y este a la unidad de acoplamiento en lugar de efectuar conexiones separadas entre el condensador y estos dos últimos elementos.

A continuación detallamos el procedimiento de instalación para cada tipo de acoplamiento.

1.6.5 Acoplamiento Fase-Fase

Para el acoplamiento fase-fase son necesarias dos unidades UAMD/W en cada extremo de la línea. La conexión entre éstas y el equipo de OP puede hacerse con un transformador diferencial, de forma que se establezca un acoplamiento fase-tierra si se abre o cortocircuita una de las fases utilizadas, o en paralelo, mediante un cable coaxial, si no es importante mantener el enlace bajo fallo.

Conexión a través de un transformador diferencial

La Figura N° 1.10 muestra la configuración de un acoplamiento fase-fase utilizando un transformador diferencial.

Para ajustar la impedancia de entrada de las unidades de acoplamiento a la impedancia nominal del transformador diferencial es necesario situar los puentes metálicos de los transformadores de impedancia de las UAMs en una de las dos posiciones correspondientes al acoplamiento fase-tierra indicadas en la Tabla N° 1.1.

Los cables coaxiales empleados para conectar el transformador diferencial con las unidades de acoplamiento deben tener la misma longitud. Las pantallas de estos cables pueden conectarse a tierra con la ayuda del puente C-D de la unidad CHD. Del mismo modo, la malla del cable coaxial procedente del Terminal de OP, normalmente conectado

a tierra lado equipo, puede ser puesta a tierra lado grupo de acoplamiento mediante el puente A-B si se desea.

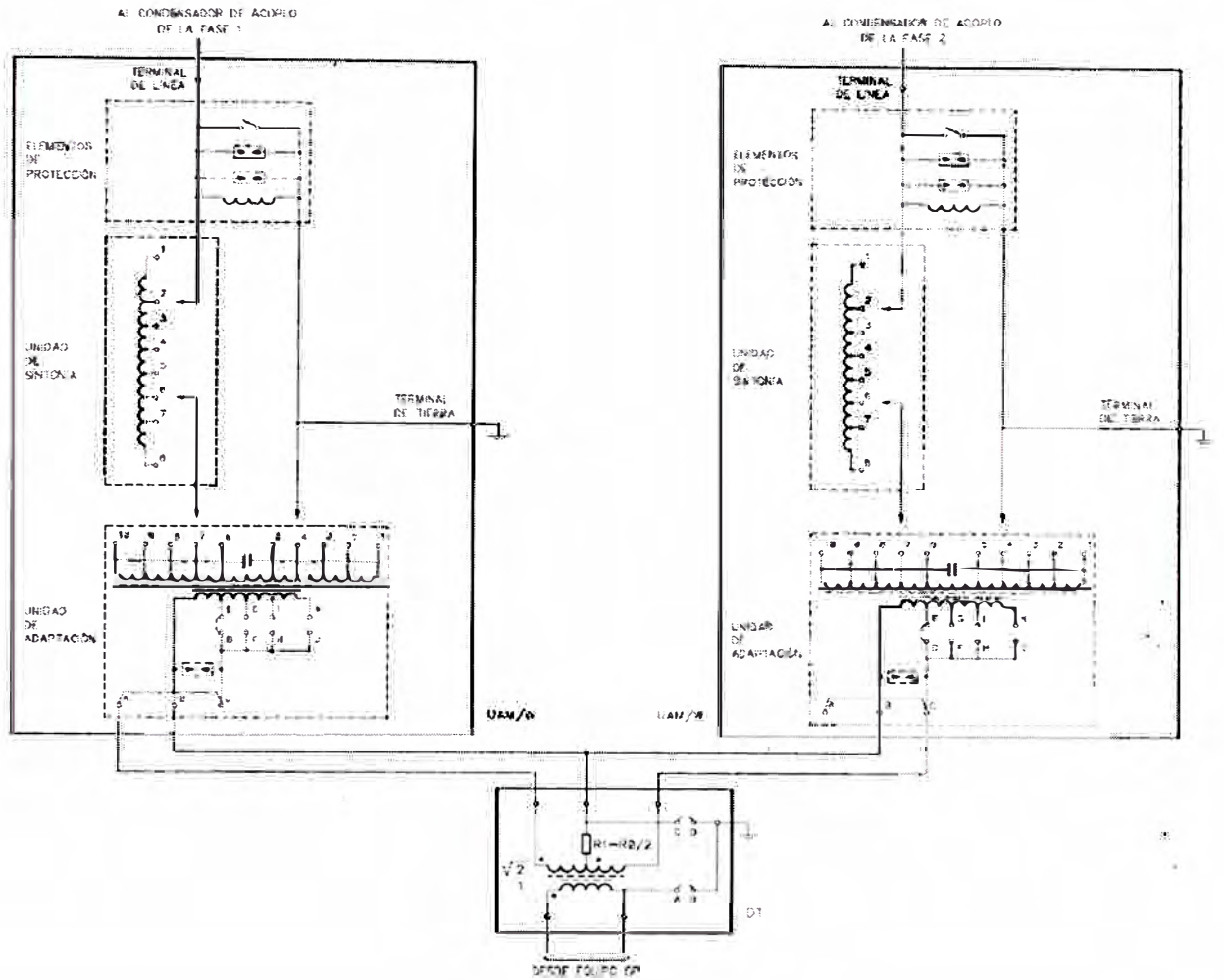


Figura Nº 1.10: Acoplamiento fase-fase

Tomadas	6	7	8	9	10
5	102	117	133	150	169
4	188	208	230	252	276
3	300	326	352	380	408
2	438	469	501	533	567
1	602	638	675	713	752

Tabla Nº 1.1: Impedancias de línea (Ω)

1.6.6 Puesta en Servicio

Antes de realizar los ajustes de sintonía y adaptación de impedancia es necesario cerrar el seccionador de puesta a tierra de la unidad UAM/W. Con ello se evita la presencia de tensiones peligrosas para el personal. Durante el funcionamiento normal, la cuchilla debe permanecer abierta.

Sintonía

Las unidades de acoplamiento se entregan normalmente preparadas para la banda de frecuencias de trabajo si ésta se conoce.

El ajuste se efectúa mediante las tomas de la unidad de sintonía, utilizando como guía las curvas de la Figura A.1 del apéndice A. Estos gráficos permiten definir la combinación de tomas necesaria, en función de la capacidad del condensador de acoplo, para obtener el ancho de banda deseado. Puesto que los gráficos antedichos se refieren a una impedancia nominal de línea de 300Ω en un acoplo fase-tierra, es conveniente verificar, una vez efectuada la adaptación de las impedancias, que el ajuste realizado es óptimo.

En lo que se refiere a los acoplamientos a dos y tres fases, el punto de partida consiste en ajustar cada caja como un acoplamiento fase-tierra. Después, es necesario efectuar un ajuste del conjunto para obtener la mejor característica de la atenuación de reflexión en toda la banda. En la Figura A.3 del Anexo A se indica cómo se puede realizar la medida de dicha atenuación.

Adaptación de impedancias

La adaptación de impedancias se realiza seleccionando la combinación de tomas del transformador que dan la menor atenuación compuesta. En la Figura A.2 del Anexo A se indica el método para medir dicha atenuación.

Un primer ajuste en obtener a la entrada de la unidad, lado equipo, una tensión igual a la que se mide en bornes de una carga resistiva del mismo valor que la impedancia nominal.

Para los acoplamientos fase-fase y trifásicos, la impedancia lado línea seleccionada inicialmente en cada caja es la correspondiente a un acoplamiento fase-tierra, aunque posteriormente deben ajustarse en conjunto.

Es aconsejable repetir el ajuste de la sintonía después de realizar la adaptación de impedancias.

1.7 Descripción del Procesamiento de la Señal Analógica en el Sistema de Ondas Portadoras Socabaya-Moquegua

1.7.1 Modulaciones y Demodulaciones de la Señal para un Sistema Monocanal

El terminal OPC-1 efectúa, en el lado emisión, la transposición de cada canal de 4 kHz a una banda de frecuencias comprendida entre 40 y 508 kHz. La transposición se realiza mediante una triple conversión de frecuencias. La banda base se puede situar en cualquier punto dentro del rango de frecuencias para Ondas Portadoras con una resolución de 1 Hz, lo cual, no sólo permite adaptar el equipo a cualquier canalización de frecuencias sino también resolver problemas especiales de interferencias mediante el adecuado desplazamiento de la banda.

El tipo de modulación utilizado es de banda lateral única con portadora suprimida, lo que permite el máximo aprovechamiento de la potencia de emisión por emplearse ésta íntegramente en la información de usuario.

La Figura Nº 1.11 muestra el plan de modulación en emisión para un sistema monocanal. A continuación detallamos el proceso de conversión de frecuencias en emisión para un sistema monocanal.

Las dos primeras modulaciones se efectúan a frecuencias fijas y la tercera a una frecuencia generada digitalmente a saltos de 1 Hz. La primera se lleva a cabo a una frecuencia de 12 kHz para el canal 1. Un filtro paso-banda de 12 a 16 kHz en el canal 1, selecciona la banda superior. Al canal 1 se le suma la señal piloto centrada en 12150 Hz, obteniéndose la banda de frecuencia intermedia (FI) de primera modulación, comprendida entre 12 y 16 kHz. La segunda modulación se efectúa a 768 u 800 kHz según que la banda a transmitir sea invertida o directa y, en ambos casos, después de filtrar, se obtiene una banda de 780 a 784 para BI y 784 a 788 kHz para BD. Finalmente la tercera modulación, que transpone la banda a la frecuencia deseada entre 40 y 508kHz, se lleva a cabo a una frecuencia f_0 programable entre 828 y 1288 kHz. Dicha frecuencia está generada por la técnica de síntesis digital directa (DDS) mediante un oscilador controlado numéricamente (NCO). La banda de frecuencias no deseada queda eliminada por un filtro paso-bajo con frecuencia de corte de 508 kHz.

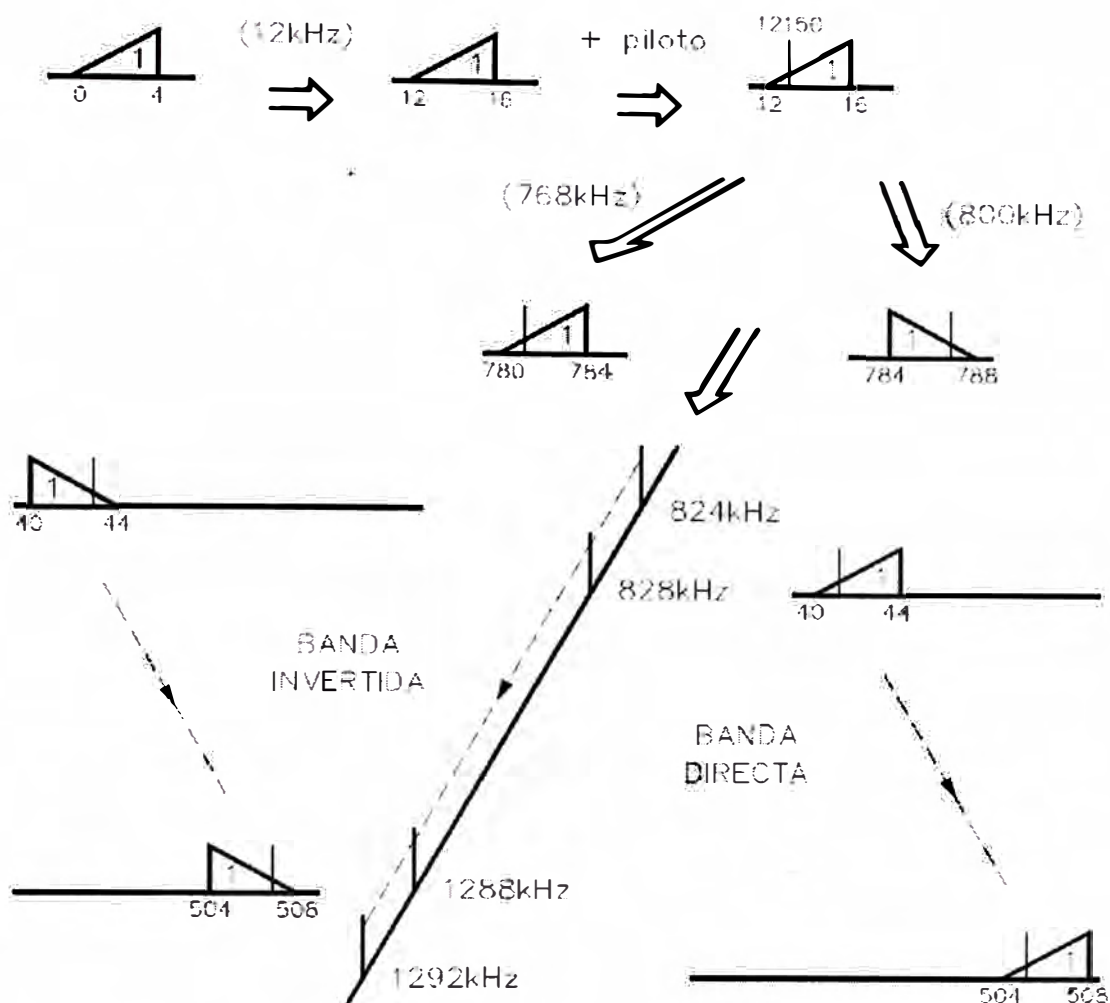


Figura N° 1.11: Plan de modulación en emisión para un sistema monocanal

En la recepción se lleva a cabo la transposición inversa, el ancho de banda bruto es de 4kHz por ser un sistema monocanal. En la Figura N° 1.12 se muestra el plan de modulación en recepción para el sistema monocanal. A continuación detallamos el proceso de conversión de frecuencias en recepción para un sistema monocanal.

La primera demodulación se efectúa a una frecuencia generada digitalmente por el mismo proceso que el indicado en emisión y la segunda y tercera demodulación a frecuencias fijas.

La señal de alta frecuencia que entra al equipo se demodula mediante una frecuencia seleccionada entre 700 y 1160kHz para obtener, después de un filtrado paso-banda entre 652 y 660kHz, la banda de frecuencias de primera demodulación. La segunda demodulación se efectúa a una frecuencia de 672 ó 640kHz según esté invertida o no la banda en alta frecuencia. Seguidamente, con un filtro pasa-banda de 16

a 20kHz para el canal 1, se obtiene la banda de frecuencias de segunda demodulación. En cada canal se lleva a cabo la tercera demodulación a una frecuencia fija distinta, siendo ésta de 20kHz para el canal 1, y después de filtrar en la banda de 4kHz, se recupera la señal en banda base.

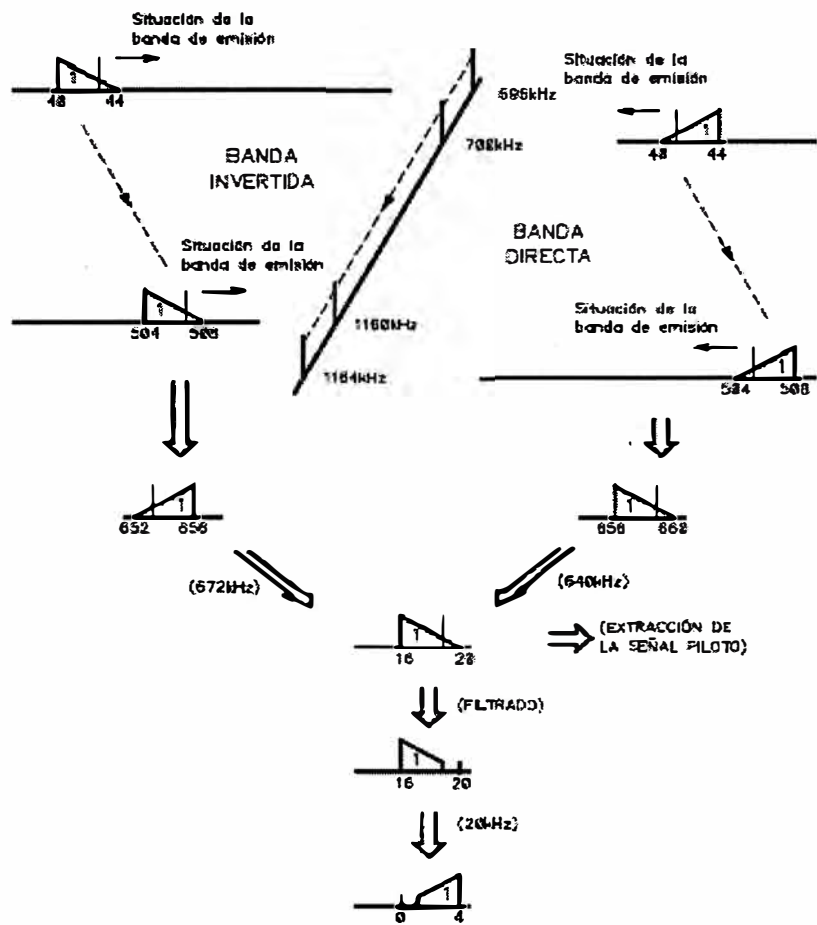
El tono piloto para cada canal se obtiene a partir de la banda de frecuencias de segunda demodulación, estando centrado a 19850Hz para el canal 1. Después de atravesar el circuito del CAG, esta banda se demodula mediante una portadora de 24kHz para el canal 1. Luego, mediante un filtrado de banda estrecha centrado a 4150Hz, se extrae la señal piloto para su posterior tratamiento.

En un sistema monocanal, existen dos planes de modulación distintos en recepción, Figura 1.12 a) y Figura 1,12 b), que son función de la posición relativa entre la banda de emisión y la banda de recepción.

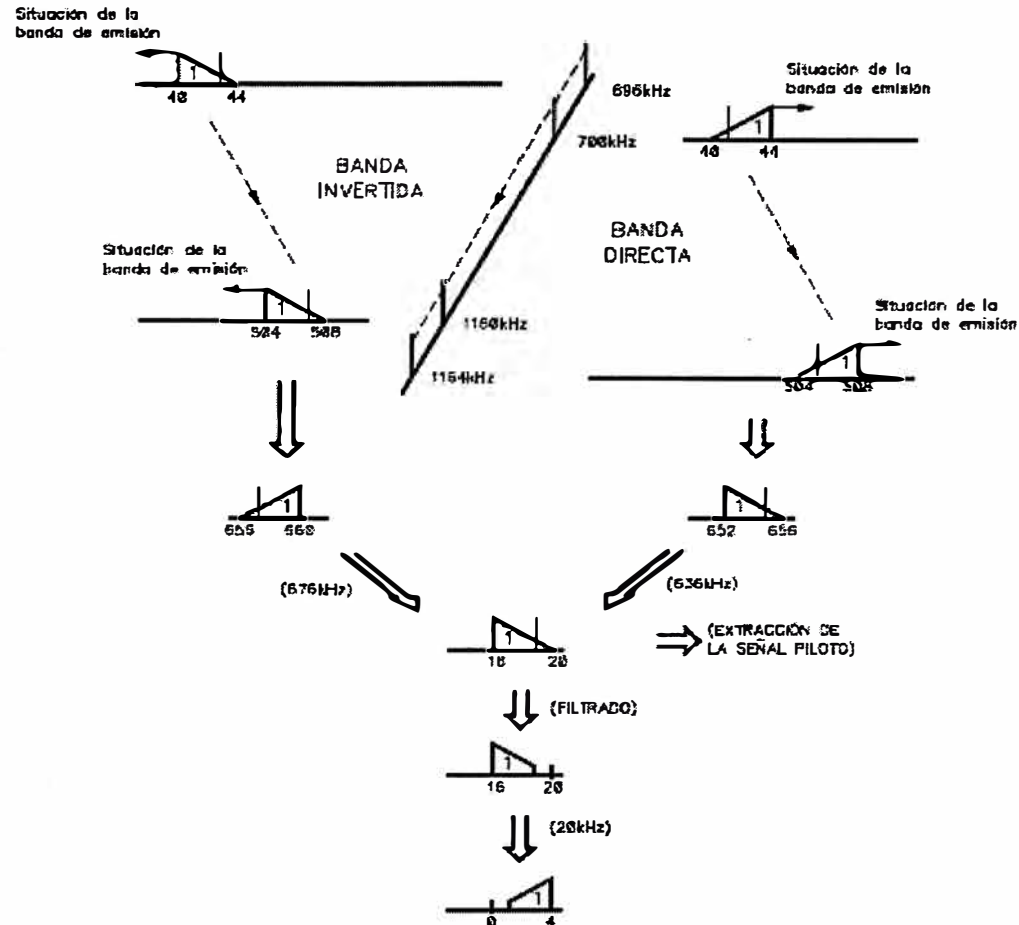
Para el caso de la Figura 1.12 a), el proceso de demodulación es el mismo que el del canal 1 de un sistema bicanal.

Para el caso de la Figura 1.12 b), las frecuencias de la segunda demodulación son 676 ó 636 kHz según esté invertida o no la banda de alta frecuencia en vez de 672 ó 640 kHz. A partir de aquí el proceso es análogo al caso de la Figura 1.12 a).

El objeto de tener dos planes de modulación en recepción para un sistema monocanal, es dejar fuera de la banda de paso del filtro de frecuencia intermedia la banda de emisión.



a) Frecuencias de segunda demodulación de 672 kHz y 640 kHz



b) Frecuencias de segunda demodulación de 676 kHz y 636 kHz

Figura N° 1.12: Planes de demodulación en recepción para un sistema monocanal

1.7.2 Utilización de la Banda Base

La banda útil, comprendida entre 300 y 3850 Hz, puede emplearse para la transmisión de datos de alta velocidad, de varios canales telegráficos, de señales de teleprotección (canal tipo D) o para servicio mixto de voz y datos (canal tipo T). En la Tabla Nº 1.2 se indica el número máximo de canales normalizados de 50, 100 y 200 Bd que se pueden situar en un canal tipo D.

Rec. UIT-T	R.35	R.37	R.39	R.38A	R.38B
Velocidad de transmisión (Bd)	50	100	100	200	200
Separación (Hz)	120	240	170	480	360
Número de canales	29	14	20	7	9

Tabla Nº 1.2: Número máximo de canales para un canal tipo D

El número de canales FSK de velocidad superior que pueden transmitirse en la misma banda es tres para la velocidad de 600 Bd, con separación de 960 Hz, y dos para la de 1200 Bd.

En el canal tipo T, donde la banda útil se comparte entre voz y datos, la banda de voz está limitada por una frecuencia inferior de 300 Hz y una superior programable entre 2000 y 3400 Hz. La banda suprafónica está comprendida entre 1,06 veces la frecuencia de corte seleccionada para la banda fónica y 3850 Hz. La máxima velocidad de transmisión que se puede conseguir en la banda suprafónica es de 1200 Bd cuando la banda fónica se limita a 2000 Hz. Un ejemplo de aplicación de un canal tipo T utilizado por la empresa REDESUR, la podemos ver en las Fig Nº 1.13 y Fig. Nº 1.14.

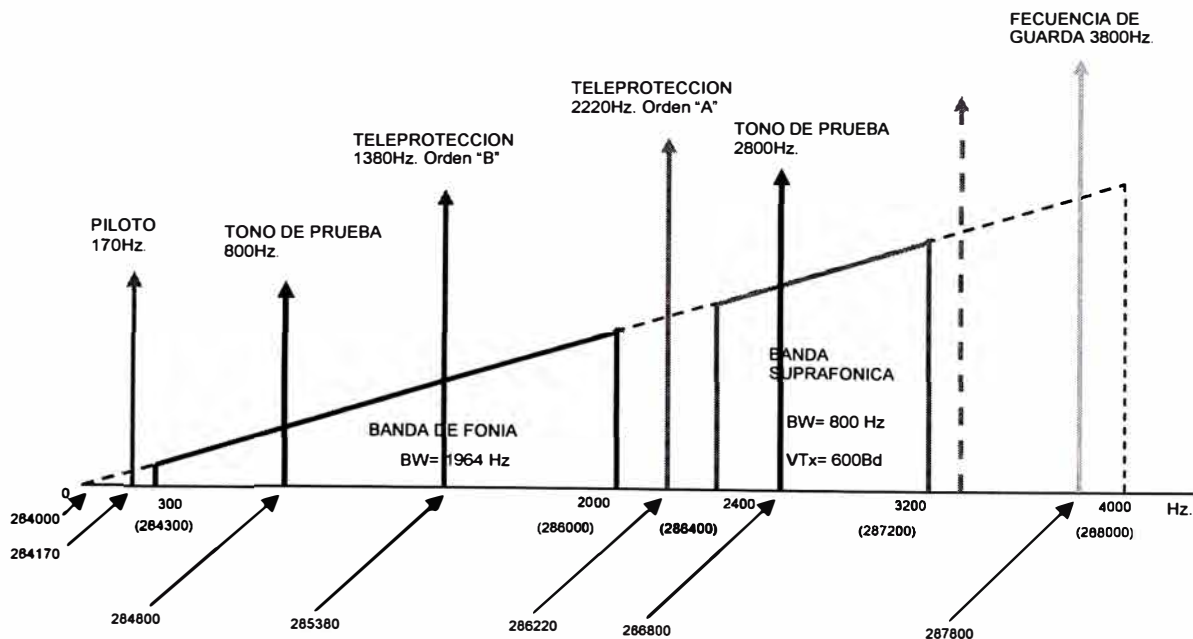


Figura N° 1.13: Utilización de la banda base SOC-MOQ

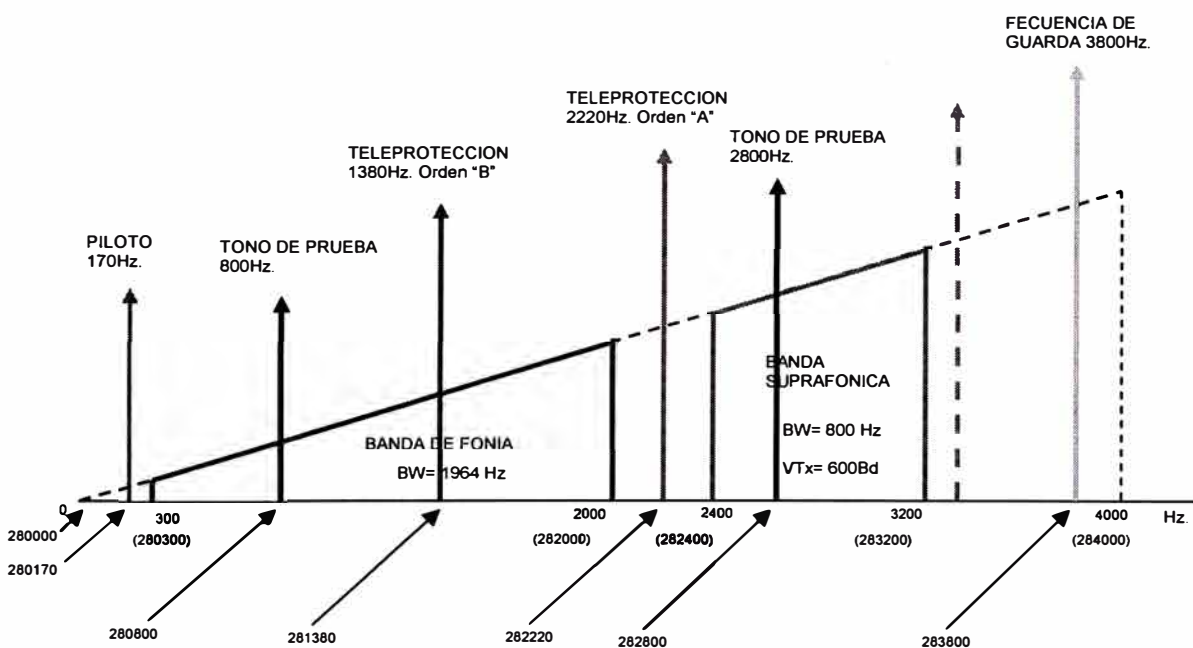


Figura N° 1.14: Utilización de la banda base MOQ-SOC

1.7.3 Utilización del Canal Piloto

El canal piloto se encuentra situado por debajo de la banda útil, a la frecuencia virtual de 170 Hz, permitiendo así disponer de toda la banda de 300 a 3850 Hz para la transmisión de información.

Se describen a continuación las distintas funciones desempeñadas por el canal piloto:

Control Automático de Ganancia (CAG)

El equipo supervisa en todo momento y de forma independiente el nivel de la señal piloto recibida en cada uno de los canales. La amplitud de dicha señal, una vez digitalizada, se utiliza para llevar a cabo el CAG del receptor. Gracias al empleo de técnicas de procesado

Sincronización del enlace

La sincronización de los terminales de un enlace está basada en el funcionamiento maestro-esclavo, definiéndose por programa la configuración del equipo como maestro o como esclavo.

Cuando el equipo está configurado como esclavo, los circuitos de sincronización comparan la frecuencia de la señal piloto recibida con la de una señal de referencia generada internamente a partir del oscilador principal. Como resultado de la comparación se genera una señal de control que gobierna al oscilador principal sincronizando el enlace. Los circuitos de sincronización actúan siempre que por el canal piloto no se estén transmitiendo impulsos de marcación y, cuando por él se está transmitiendo información interna, ésta se interrumpe periódicamente permitiendo que el enlace siga sincronizado.

En un equipo bicanal la sincronización se efectúa a partir de la señal piloto del canal 1. Si se desea que haya sincronización en un enlace, monocal o bicanal, uno de los equipos debe configurarse como oscilador maestro y el otro como esclavo. En la Figura N° 1.15 se muestra el ejemplo de configuración de los osciladores de un equipo bicanal enlazado con dos equipos monocal distintos, en este caso el equipo bicanal se debe configurar siempre como maestro y los dos equipos monocal como esclavos.

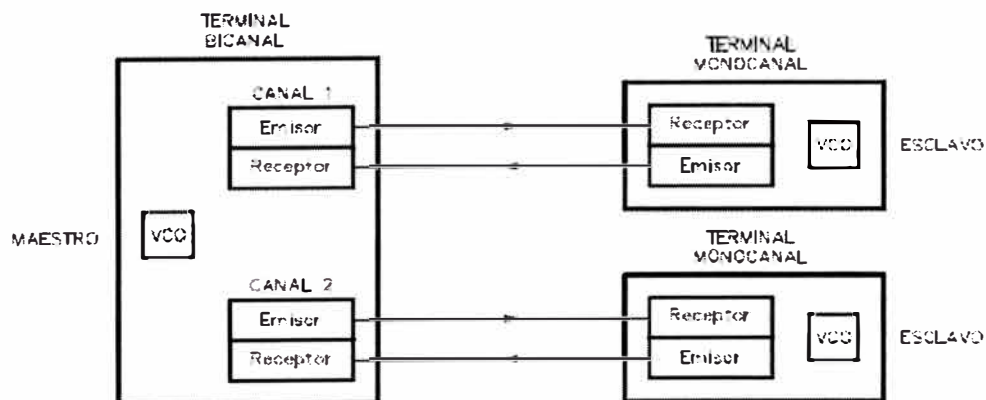


Figura N° 1.15: Ejemplo de sincronismo entre un Terminal bicanal y dos monocal

Señalización telefónica

La señalización telefónica se transmite modulando la señal piloto por desplazamiento de frecuencia a una velocidad máxima de 50 Bd, correspondiente a 25 impulsos por segundo.

Transmisión de datos internos

La supervisión del sistema se efectúa transmitiendo datos por el canal de comunicación interno a la velocidad de 50 Bd. La transmisión se interrumpe cuando aparece una señalización telefónica y se reanuda cuando ésta deja de tener transiciones.

Por otro lado, la transmisión de datos se interrumpe periódicamente para llevar a cabo la sincronización del enlace.

Densidad espectral del ruido

El sistema efectúa una estimación de la densidad espectral del ruido a partir de la medida de la potencia del ruido en la banda del tono piloto. En la hipótesis de que esta densidad es constante en todo el canal de 4 kHz, se calcula la relación Señal/Ruido de forma independiente por cada uno de los canales.

El valor encontrado se compara con los umbrales prefijados para bloquear las salidas de audiofrecuencia programadas previamente y para entregar la alarma por exceso de ruido.

CAPÍTULO II OBJETIVO DEL INFORME

El objetivo del presente informe es definir y describir, el equipo de Ondas Portadoras que serán utilizadas para las comunicaciones de voz, telecontrol y teleprotecciones entre las subestaciones eléctricas de Socabaya y Montalvo de la empresa REDESUR S. A., ubicadas en Arequipa y Moquegua respectivamente, de manera que permitan operar el transporte de energía eléctrica a través de la línea de transmisión de 220kV L-2025, entre estas dos subestaciones con una alta confiabilidad en el sistema interconectado eléctrico sur del Perú.

2.1 Problema a Resolver

Para tener el sistema de transmisión eléctrica de 220kV de REDESUR, ubicadas entre las S. E. Socabaya (Arequipa) y S. E. Montalvo (Moquegua), con un 100% de confiabilidad, es necesario que esta línea de transmisión cuente con un sistema de comunicaciones entre estas dos subestaciones en tiempo real, con los servicios de voz, datos ó telecontrol y teleprotecciones, que permiten realizar principalmente el monitoreo, supervisión, las órdenes de mando desde su sistema SCADA ubicados en la Sala de Control de Socabaya de forma automatizada ó con la actuación del operador de turno, y las ordenes de teleprotección en cuanto se presente una falla en el sistema de transmisión eléctrica.

2.1.1 Servicio de Voz

El servicio de voz, deberá ser tal que permita al personal de mantenimiento eléctrico, realizar sus labores en la subestación de Moquegua, utilizando un canal analógico de voz asignado en el equipo de onda portadora, para las coordinaciones de trabajo que tenga que realizar con el operador de turno de Operaciones, que se encuentra laborando en la Sala de Control de Socabaya - Arequipa.

2.1.2 Servicio de Datos o Telecontrol

El servicio de datos o de telecontrol, deberá tener asignado un canal datos dedicado que permita llevar los datos de la RTU de la subestación de Moquegua hacia el Centro de Control y Operaciones de Socabaya; para que los operadores de turno realicen las labores de supervisión, monitoreo y mandos cuando el sistema eléctrico entre Moquegua y Socabaya, lo requieran.

2.1.3 Servicio de Teleprotección

El servicio de teleprotección, deberá ser un servicio que tenga asignado el canal datos dedicado en el momento que lo requiera; vale decir, que deberá suspenderse todos los otros servicios, solo en el instante en que este servicio de teleprotecciones se presente; para que una vez terminado con la orden respectiva, se reestablezca los otros dos servicios, de voz y telecontrol del sistema de onda portadora.

Para la consecución de este objetivo, se tiene que considerar las características técnicas que tiene la línea de transmisión eléctrica:

- Longitud de la línea de alta tensión de 220kV. = 109.87km.
- Impedancia de la línea de 220kV. = 600 ohmios.
- Calibre del conductor de aluminio = 520mm² (AAAC)
- Corriente Nominal de la línea = 300Amp.
- Potencia eléctrica a transmitir por la línea. = 136 MW ó 150 MVA.
- El costo.
- Confiabilidad del equipo.
- De fácil implementación.
- Que tenga repuestos.

CAPÍTULO III SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

El problema de comunicaciones entre las subestaciones de Socabaya (Arequipa) y Montalvo (Moquegua) de la empresa REDESUR S. A., se resuelve, implementando dos equipos de comunicaciones de ondas portadoras analógicas de marca DIMAT, modelo OPC-120T.

La selección de la marca DIMAT y del modelo OPC-120T, se debe a su robustez como equipo, por la facilidad de gestión, por su respaldo en repuestos y por que ha demostrado en numerosos enlaces de líneas de transmisión eléctrica, que existen en la empresa Red Eléctrica de España (REE) y en el Perú, a su confiabilidad como equipo.

3.1 Como se Resuelve

Para tener el sistema de la línea de transmisión eléctrica de 220kV de REDESUR, línea L-2025, ubicada entre las S. E. Socabaya (Arequipa) y S. E. Montalvo (Moquegua), con un 100% de confiabilidad, es necesario que se cuente con un sistema de comunicaciones en tiempo real, con los servicios de voz, datos ó telecontrol y teleprotecciones,.

A continuación, detallamos los servicios, necesarios:

3.1.1 Servicio de Voz

El servicio de voz, se consigue implementando en el terminal de onda portadora, el sistema de banda compartida, que se obtiene incorporando al equipo base (o canal tipo D), un módulo de telefonía denominado TMOD. Este módulo TMOD, comprende de los filtros de emisión y recepción de la banda fónica, cuya frecuencia superior puede definirse desde el Terminal de programación, y el compresor/expansor de dinámica.

Este servicio, permitirá al personal de mantenimiento eléctrico, realizar sus labores en la subestación de Moquegua, utilizando un canal analógico de voz asignado en el equipo de onda portadora.

3.1.2 Servicio de Datos o Telecontrol

El servicio de datos o de telecontrol, se consigue implementando en el terminal de onda portadora, configurado como sistema de banda compartida tipo T (equipo base con canal tipo D + el módulo de telefonía TMOD), de otro módulo denominado filtro de tránsito ó FTTRT; modulo que cumple las funciones de filtro y amplificador de señales de audiofrecuencia con ecualizador de fase., para seleccionar una banda determinada y

efectuar el tránsito hacia otros canales de comunicación que se requiere. El módulo utilizado para nuestra configuración es el FTRT.02, de un ancho de banda determinado a pedido de 2400 a 3200Hz.

El canal de datos será dedicado que permitirá llevar los datos de la RTU de la subestación de Moquegua hacia el Centro de Control y Operaciones de Socabaya; para que los operadores de turno realicen las labores de supervisión, monitoreo y mandos cuando el sistema eléctrico entre Moquegua y Socabaya, lo requieran.

3.1.3 Servicio de Teleprotección

El servicio de teleprotección, se consigue con la incorporación de un Terminal de teleprotección, tipo TDS 01A, basado en el empleo de procesado digital, que puede estar constituido por uno o dos módulos distintos (TPCA ó TPCB), según las necesidades técnicas.

La función de este servicio, es asignar todo el canal datos dedicado en el momento que se presente una orden de teleprotección; suspendiendo todos los otros servicios, solo en el instante que se da el servicio de teleprotección; y luego una vez terminado la orden emitida, se reestablecerá automáticamente los otros dos servicios, que son la voz y el telecontrol del sistema de onda portadora.

3.2 Constitución de un Sistema de Onda Portadora DIMAT

El sistema OPC-120T está constituido por terminales que cubren una amplia gama de posibilidades para la transmisión por Ondas Portadoras, los cuales a su vez pueden equiparse con una serie de opciones que permiten adaptar el equipo para la transmisión de la información necesaria de las compañías eléctricas, así como para la comunicación entre varios puntos de una red de distribución de energía eléctrica.

3.2.1 Tipos de Terminales

El sistema OPC-120T comprende de un Terminal, con un canal normalizado de 4 kHz cuya potencia de salida, medida a la salida del conector coaxial, es de 20 W (PEP). Esta potencia puede incrementarse, dependiendo de la frecuencia del canal, hasta un valor comprendido entre el 150% y 280% durante un período no superior a 500 ms, para la transmisión de una orden de teleprotección (overboosting).

El canal, cuya banda útil está comprendida entre 300 y 3850 Hz, puede emplearse para la transmisión mixta de voz y datos o exclusivamente para la transmisión de datos.

La versión más sencilla de este modelo consiste en un equipo monocanal en el cual se dispone de toda la banda útil para la transmisión de datos (canal tipo D).

El terminal de banda compartida (versión T) se obtiene incorporando al equipo base (canal tipo D), un módulo de telefonía.

3.2.2 Servicios Opcionales

Los terminales OPC-120T disponen de dos tipos de módulos opcionales: unos permiten ampliar las prestaciones del terminal y los otros incorporar, en el mismo, otros equipos.

Las diferentes opciones que existen para el módulo de telefonía son:

- Terminación telefónica lado centralita a 4 hilos o a 2 hilos.
- Terminación telefónica lado abonado a 2 hilos.

Los módulos opcionales que permiten ampliar las prestaciones del terminal son:

- Filtro para tránsitos telegráficos de banda fija.
- Ecuador programable de amplitud y/o de fase.
- Módulo de entradas y salidas de datos.

El equipo opcional que se puede incorporar en los terminales OPC-1 es:

- Un Terminal de teleprotección, que comprende de un sistema de teleprotección, basado en el empleo de procesado digital de señal. Su aplicación es posible tanto en sistemas de teleprotección por teledisparo como por teledisparo directo o permisivo.

En el Anexo B (las páginas del N° 82 al 90), se da una amplia descripción de los módulos que componen el sistema, repartiéndolos en módulos del equipo base, módulos para otras versiones y módulos opcionales.

Para cumplir con los requisitos solicitados y las características de línea transmisión de 220kV a continuación presentamos, su estudio:

3.3 Sistema de Transmisión por Onda Portadora

El enlace de comunicaciones por onda portadora de REDESUR, objeto de estudio, para el informe, es:

- Socabaya – Moquegua, línea L-2025.

(Ver los esquemas del capítulo III, puntos: 3.6.2 y 3.6.3)

El enlace mediante la onda portadora es de tipo monocanal analógico en configuración fase-fase. Los equipos terminales son de 20W PEP y el modelo utilizado es OPC-120T de la marca DIMAT.

3.4 Equipos para las Comunicaciones por Ondas Portadoras

El enlace establecido mediante este tipo de transmisión será de:

1 enlace monocanal fase-fase

Las comunicaciones por onda portadora utilizan como medio físico de transmisión los cables conductores de las líneas de Alta Tensión y soportarán los servicios de fonía, datos a baja velocidad y Teleprotección analógica.

Los equipos terminales son monocanales analógicos con modulación de banda lateral única (B.L.U.), portadora suprimida y anchura de canal de 4 kHz. Cada terminal está realizado en módulos enchufables alojados en paneles de 19" para montaje en rack y constituido por un panel de seis unidades y otro de 3.

A través de una interfaz RS-232C conectado a un terminal tipo PC pueden programarse tanto la frecuencia del canal de A.F. como la frecuencia de corte de los filtros de la banda de B.F., los niveles de audiofrecuencia, los porcentajes de modulación y los niveles de emisión y recepción del piloto.

Usando la misma interfaz RS-232C es posible la supervisión de los parámetros de programación del equipo terminal local y del remoto (o que esta al otro extremo de la línea), así como la obtención de los listados cronológicos de alarmas y de eventos del enlace.

Características de Alta Frecuencia

- Potencia de emisión (PEP): 20 W
 - Rango de frecuencias: De 40 a 508 kHz
 - Impedancia de salida: 75 Ω
 - Atenuación de reflexión: ≥ 11 dB
 - Sensibilidad en recepción: - 30 dBm (piloto mínimo para umbral de CAG)
 - Selectividad: ≥ 65 dB a 300 Hz de extremos de banda y ≥ 100 dB a partir de 4 kHz de los límites nominales de la banda de recepción
 - Repartición típica (*) de potencia
(en % de modulación): 50 % telefonía
43 % teleseñales
7% llamada y piloto
- (*) - Al usarse teleprotección, existe la posibilidad de modular esta señal al 100 %, cortando las demás, o bien, al 93% y sin cortar la señal del piloto

Características de Baja Frecuencia

- Ancho de banda útil: De 300 a 3.850 Hz
- Impedancias entrada/salida: 600 Ω balanceados
- Atenuación de reflexión: ≥ 20 dB

Características del servicio telefónico

- Frecuencia de corte: Programable entre 2.000 Hz y 3.400 Hz
- Niveles (márgenes): De + 6 a - 20 dBm (programable)

Características de servicio no telefónico

- Terminación: 4 hilos
- Respuesta de amplitud BF-BF: ± 1 dB de 2.000 a 3.600 Hz
- Entradas: 2, con separación galvánica y ajuste independiente de nivel
- Nivel de entrada: Ajustable, entre + 6 y - 20 dBm
- Salidas: 2, con separación galvánica (pueden estar desacopladas resistivamente y con ajuste de nivel común)

Dispositivos de alarma

Con indicación óptica y por contactos libres de tensión, se dispone de alarma de fallo de alimentación, alarma de emisión y alarma de recepción (por falta señal piloto).

3.5 Plan de Frecuencias para la Transmisión por O.P.

El plan de frecuencias de transmisión (Tx) y recepción (Rx) para el enlace de ondas portadoras es el siguiente:

* **Enlace: Socabaya - Moquegua (Línea L-2025)**

<u>Subestación:</u>	<u>Frec. Tx:</u>	<u>Frec. Rx:</u>
SOCABAYA	284 + 4 kHz.	280 + 4 kHz.
MOQUEGUA	280 + 4 kHz.	284 + 4 kHz.

3.6 Equipos de Teleprotección Analógica

Los equipos de Teleprotección analógica usan como medio de transmisión canales analógicos normalizados (300 - 3400 Hz) de equipos de Onda Portadora y van asociados a las protecciones de línea, utilizándose como elemento adaptador entre las salidas/entradas de órdenes de las protecciones de línea y el canal analógico.

Los equipos de Teleprotección para el Sistema Interconectado de Transmisión del Sur de Perú son del tipo TPC-1 de la marca DIMAT, con capacidad de hasta tres ordenes bidireccionales de forma independiente o simultanea por canal analógico normalizado. Cada equipo esta constituido por un panel de 19" y tres unidades de altura normalizadas, preparado para montaje en rack.

Cada terminal es totalmente programable y configurable vía interfaz RS-232C, mediante un ordenador personal tipo PC. Desde el mismo PC pueden, además, supervisarse las alarmas y eventos ocurridos en el enlace de teleprotección.

Este tipo de terminal analógico cumple la normativa CEI 834-1 relativa a los sistemas de teleprotección aplicado al telebloqueo y al teledisparo directo y permisivo. Las frecuencias de Órdenes y Guarda son programables dentro de la banda de transmisión, entre las definidas en las recomendaciones R.35, R.37 y R.38 del ITU-T.

Características eléctricas

- Entrada de órdenes: Por optoacoplador ajustable para tensiones entre 48 Vcc y 220 Vcc
- Salida de órdenes: Mediante relé, con contacto de trabajo libre de potencial y capacidad 250 Vcc/1 A
- Tiempo de transmisión: Programable entre 7 ms (telebloqueo), 15 ms (teledisparo permisivo) y 25 ms (teledisparo directo)

Características de Baja Frecuencia

- Impedancias entrada/salida: 600 Ω balanceados
- Atenuación de reflexión: 20 dB
- Nivel nominal de salida: Programable entre + 0 y - 30 dBm
- Sensibilidad del receptor: Programable entre + 0 y - 40 dBm

Alarmas y dispositivos de prueba

Se dispone de salidas de señalización, por relé con contactos conmutados libres de tensión y capacidad de contacto de 250 Vcc/1 A para:

- Fallo alimentación
- Alarma general
- Bloqueo del receptor

Igualmente tiene dispositivos para prueba manual y automática en bucle local y una interfaz RS-232 para supervisión de parámetros de configuración y mantenimiento con PC.

3.7 Trabajos Básicos de Infraestructura

Teniendo en cuenta que los criterios de diseño empleados son los mismos para las subestaciones y posiciones, los trabajos que se describen a continuación se hacen extensivos a cada una de ellas. Es decir, se aplican a:

- Subestación de Socabaya, posiciones Moquegua 1.
- Subestación de Moquegua, posiciones Socabaya 1.

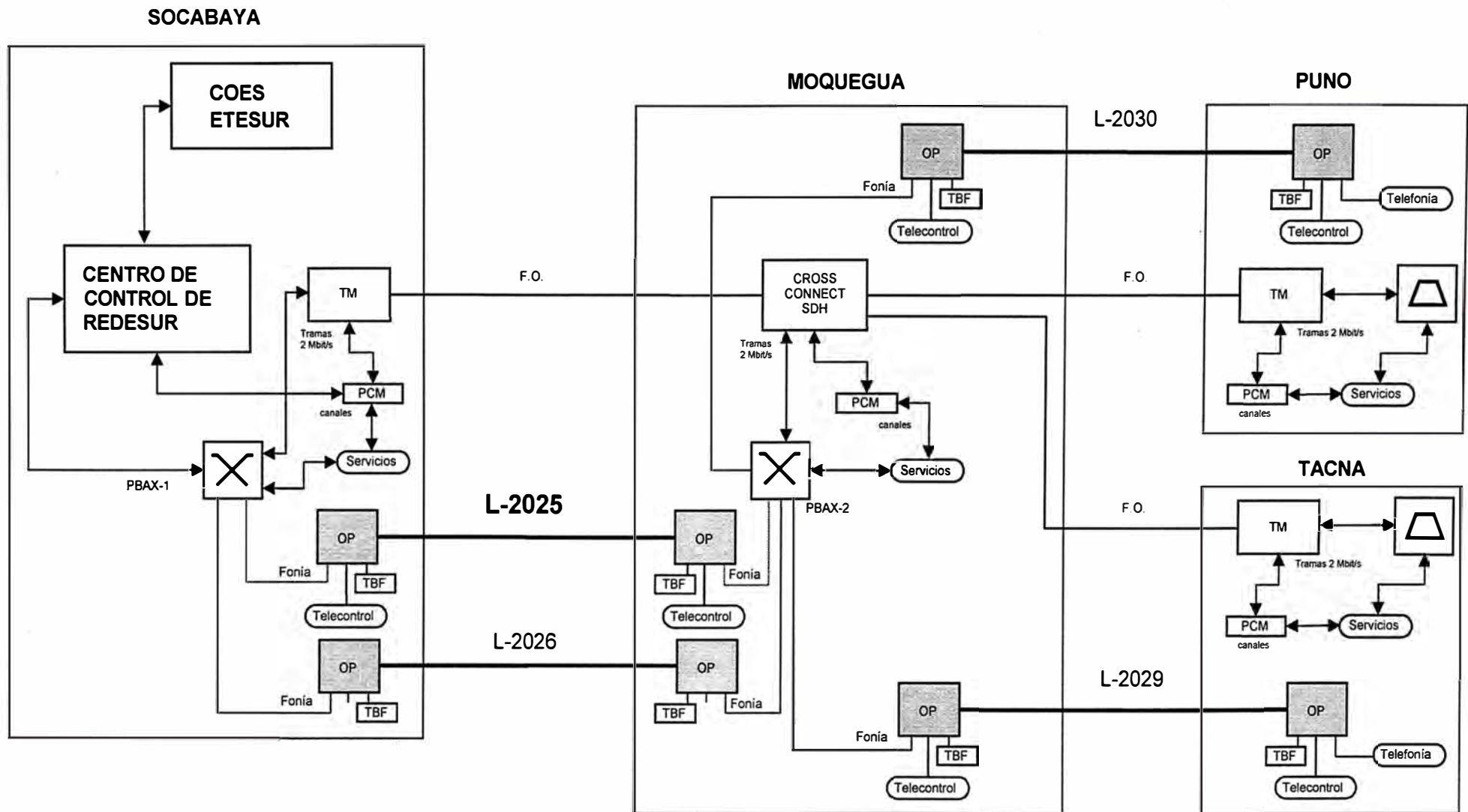
La relación de trabajos básicos realizados:

- Instalar bobinas de bloqueo en las fases A y C de cada una de las posiciones con banda de bloqueo en función de las frecuencias indicadas en el apartado 4.2.
- Instalar cajas de acoplo en las fases A y C de cada una de las posiciones con sus correspondientes bobinas de drenaje y seccionadores de puesta a tierra.
- Instalar transformadores diferenciales en la fase 4 de cada una de las posiciones.
- Instalar cables coaxiales de igual longitud entre las cajas de acoplo de las fases A y C y el transformador diferencial de la fase 4 en cada una de las posiciones.

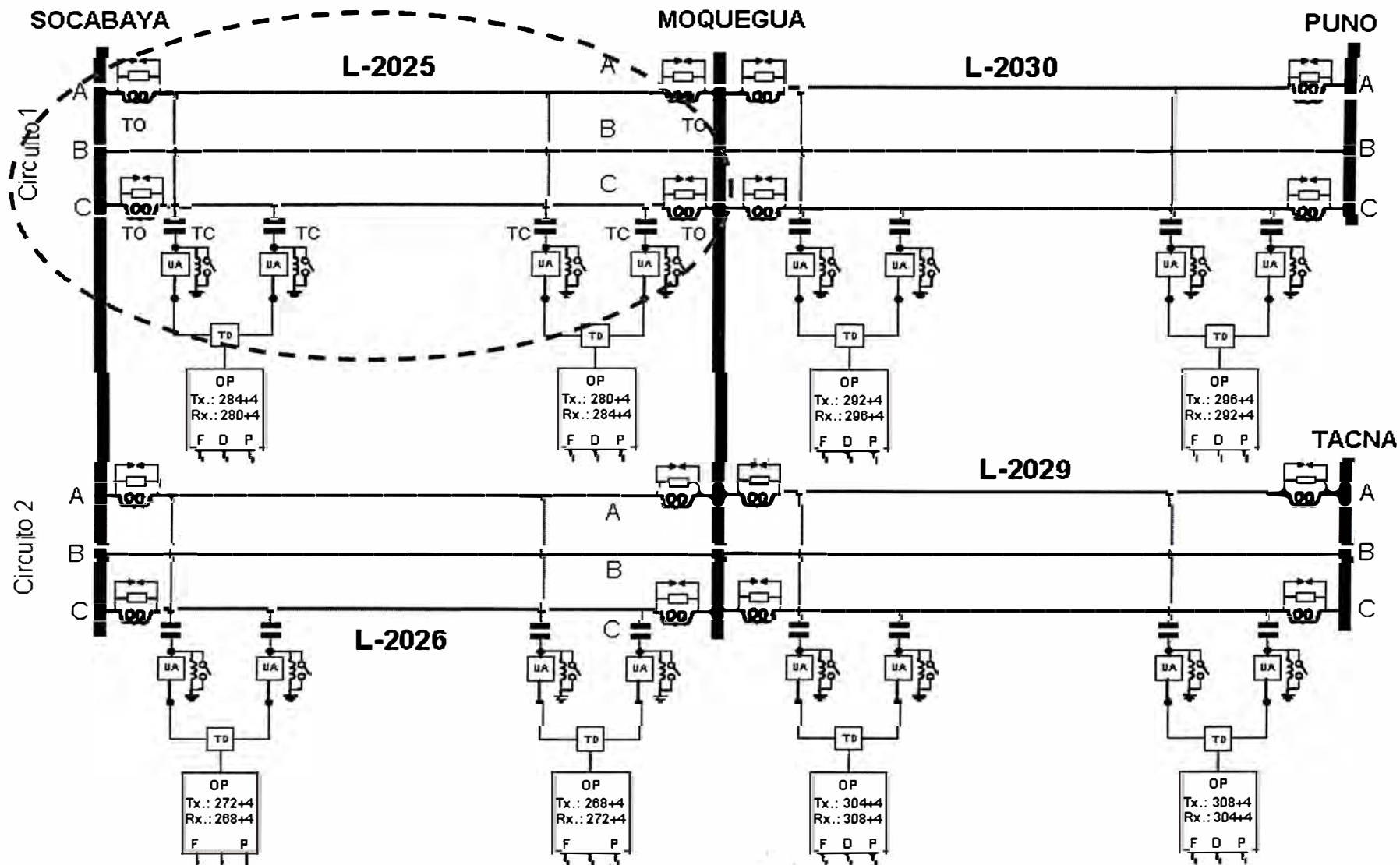
- Instalar en la salas de control, los equipos de comunicaciones en los armarios de comunicaciones conteniendo los equipos de transmisión por onda portadora OPC-120T y teleprotección de baja frecuencia TPC-1 correspondientes. Esta instalación comprende:
 - Anclaje del armario.
 - Alimentación de 220 Vca para alumbrado interior del propio armario.
 - Alimentación de 48 Vcc independiente para los equipos de cada dirección.
 - Puesta a tierra del armario.
- Tender cables coaxiales entre los transformadores diferenciales instalados en cada una de las fases B y el equipo de onda correspondiente a la misma posición.

3.8 Configuración de las Comunicaciones por Onda Portadora de Redesur S. A.

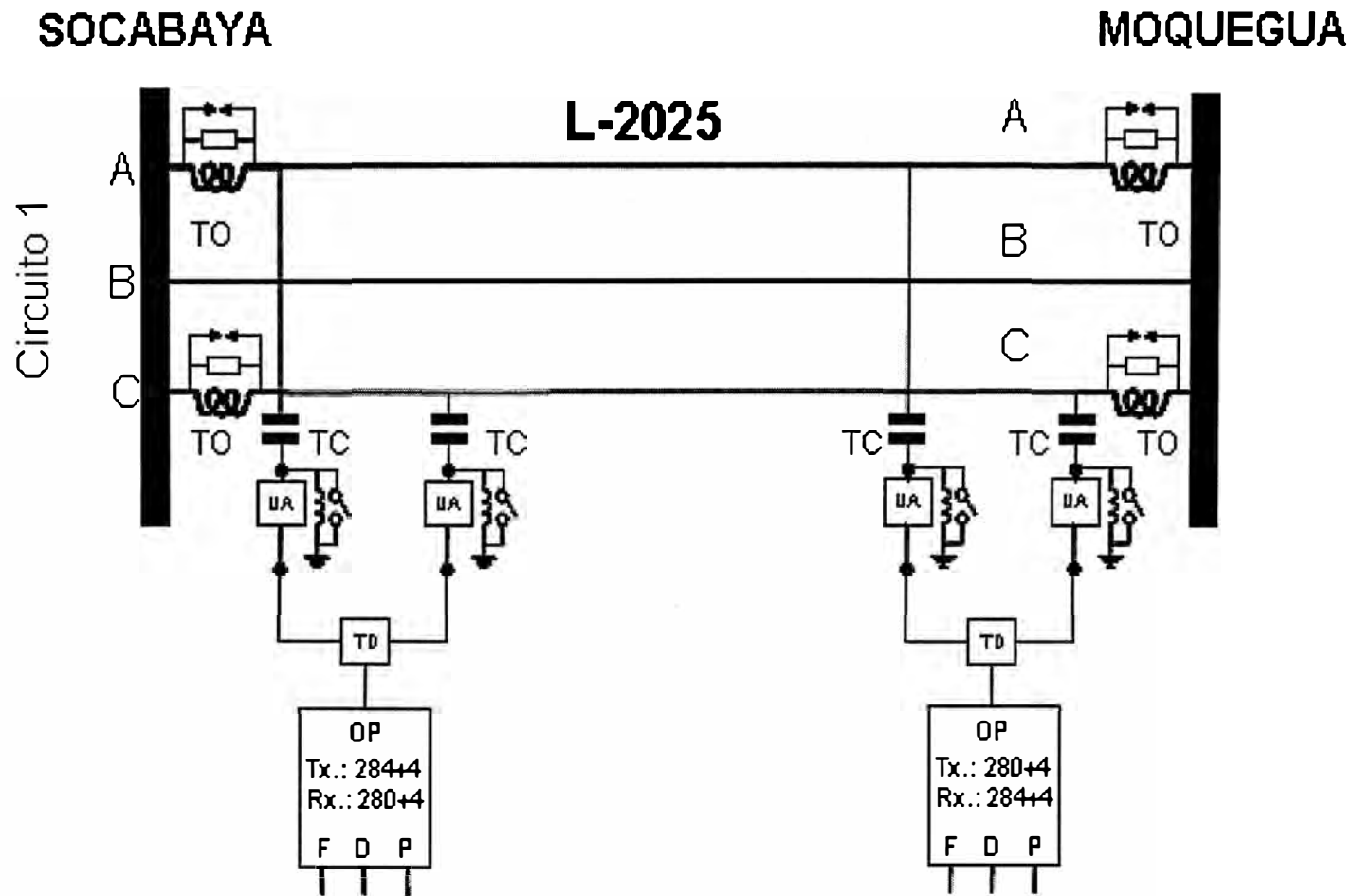
3.8.1 CONFIGURACION COMPLETA DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDAS PORTADORAS DE REDESUR S.A.



3.8.2 CONFIGURACION UNIFILAR COMPLETA DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES ONDA PORTADORA DE REDESUR S.A.



3.8.3 CONFIGURACION UNIFILAR DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA DE SOCABAYA-MOQUEGUA.



3.8.4 Esquema del Uso del Canal de Comunicaciones por Onda Portadora Socabaya-Moquegua

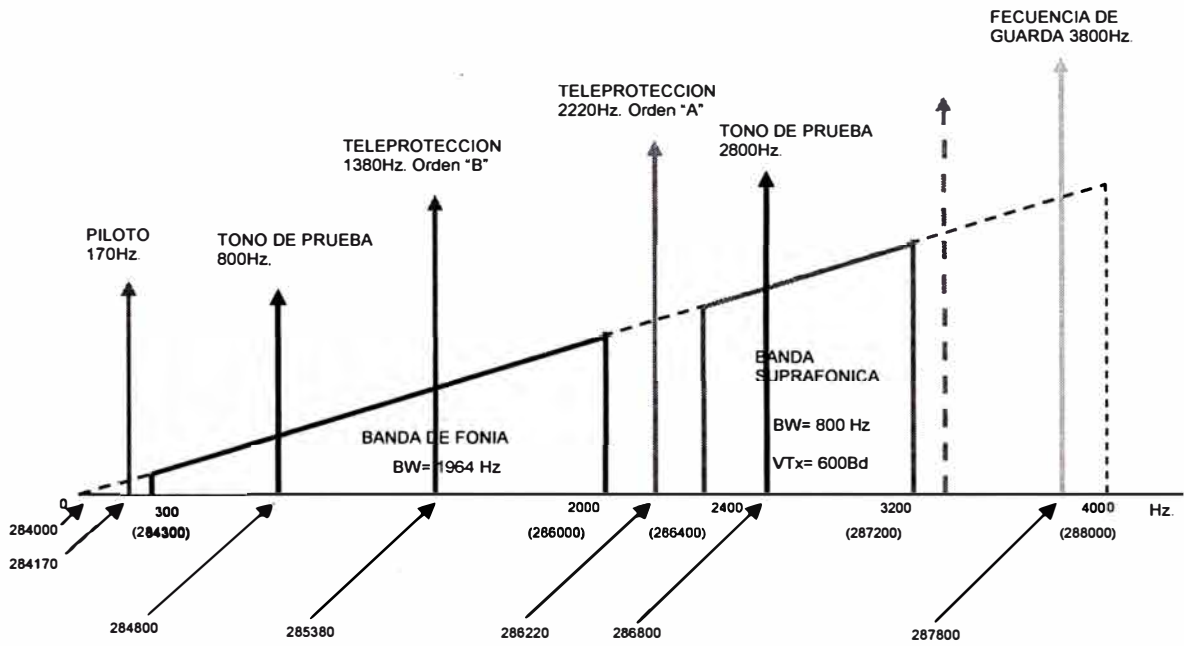


Figura N° 3.1: Utilización de la banda base SOC-MOQ

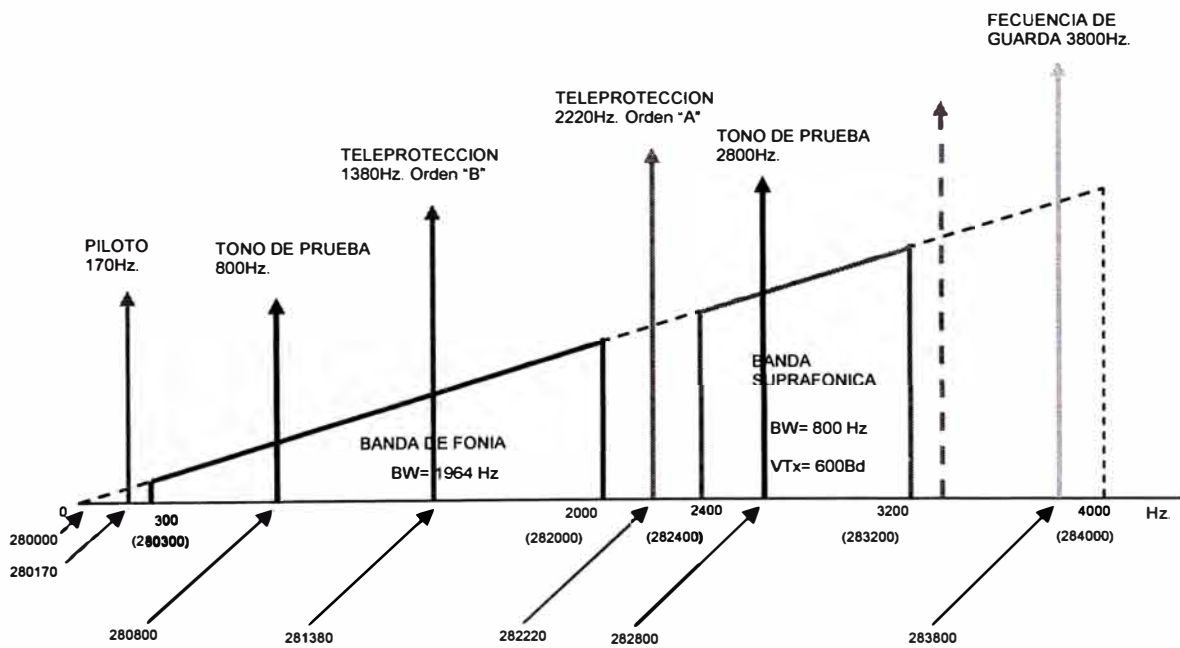
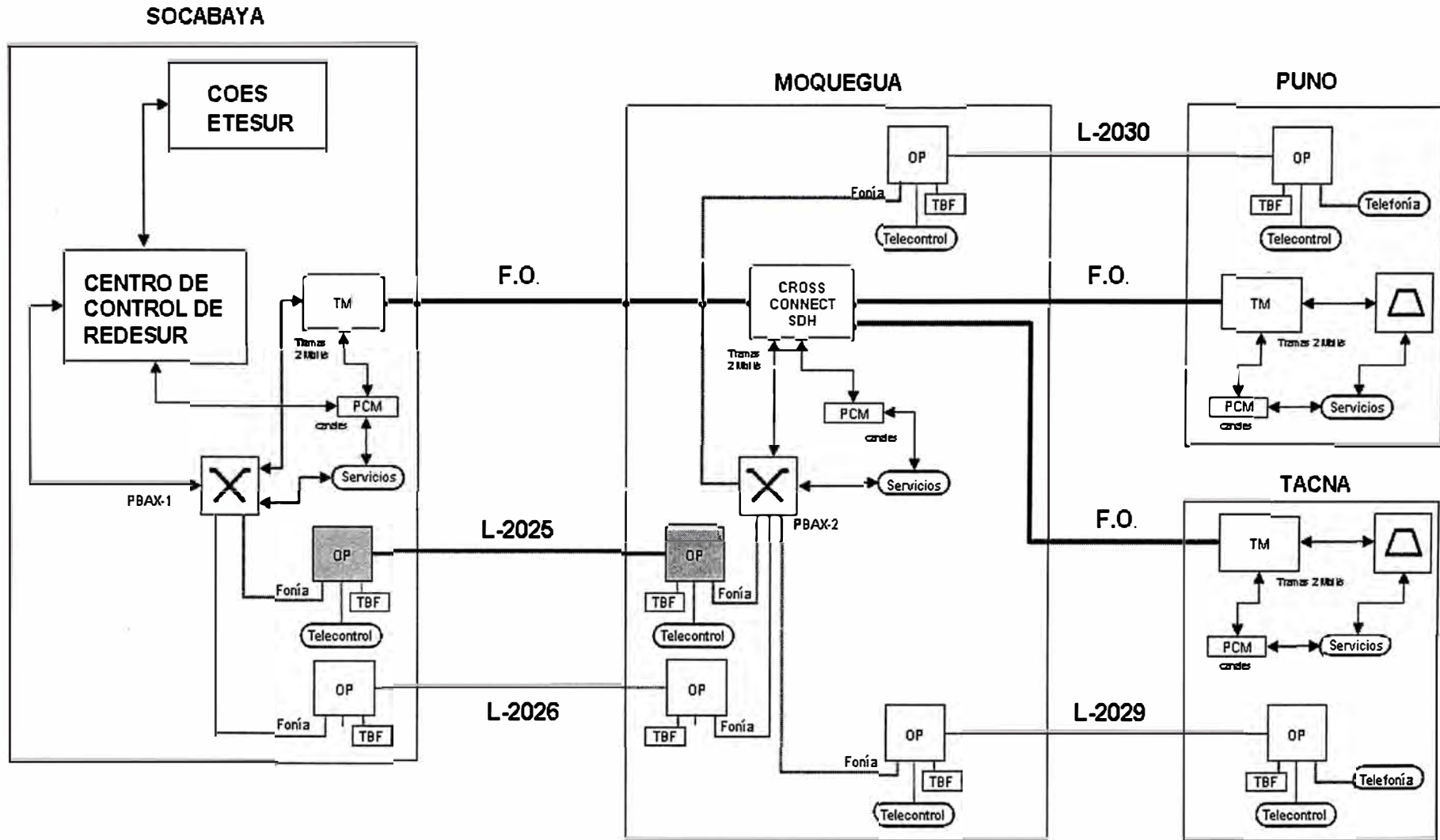
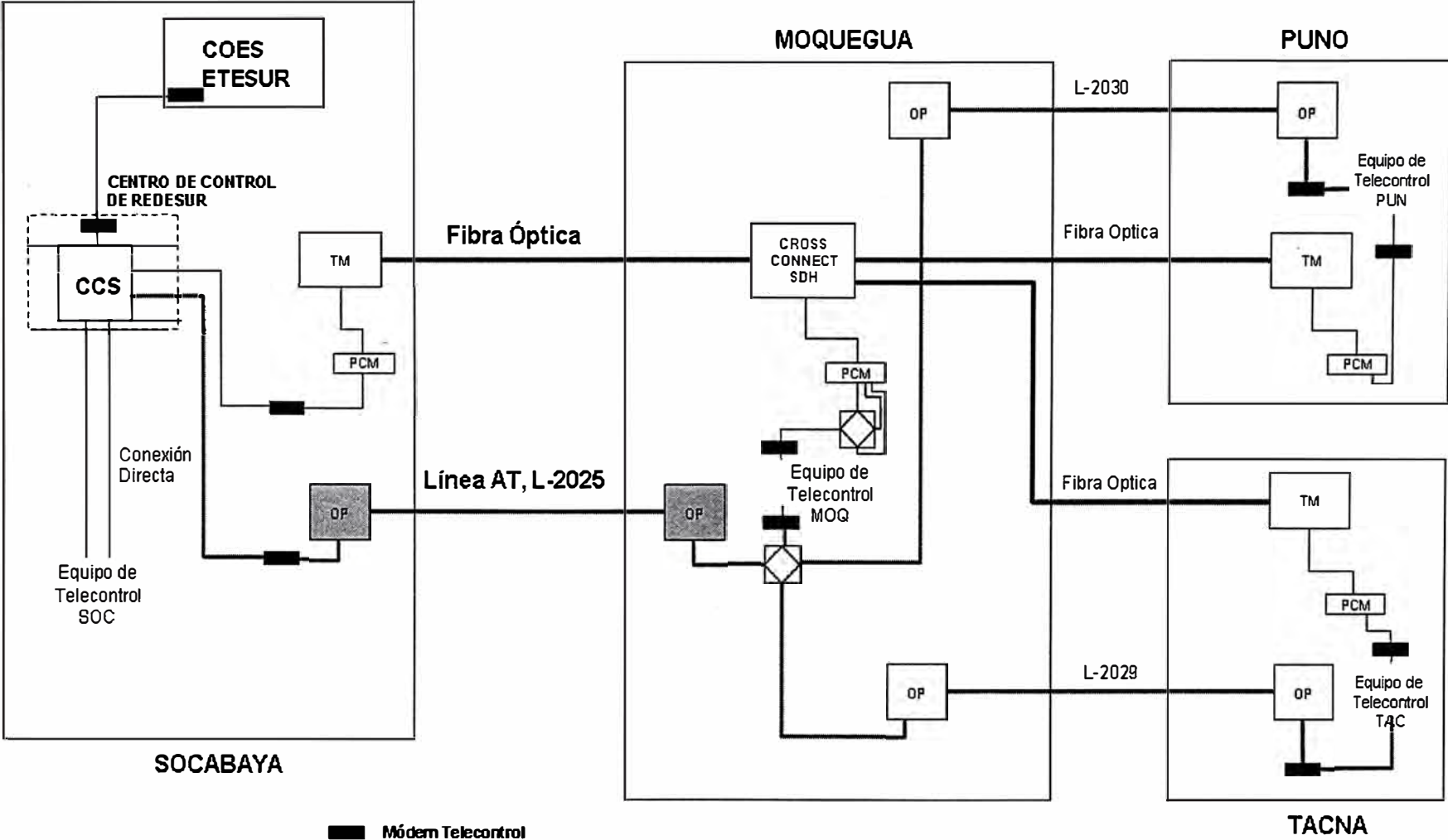


Figura. N° 2.2: Utilización de la banda base MOQ-SOC

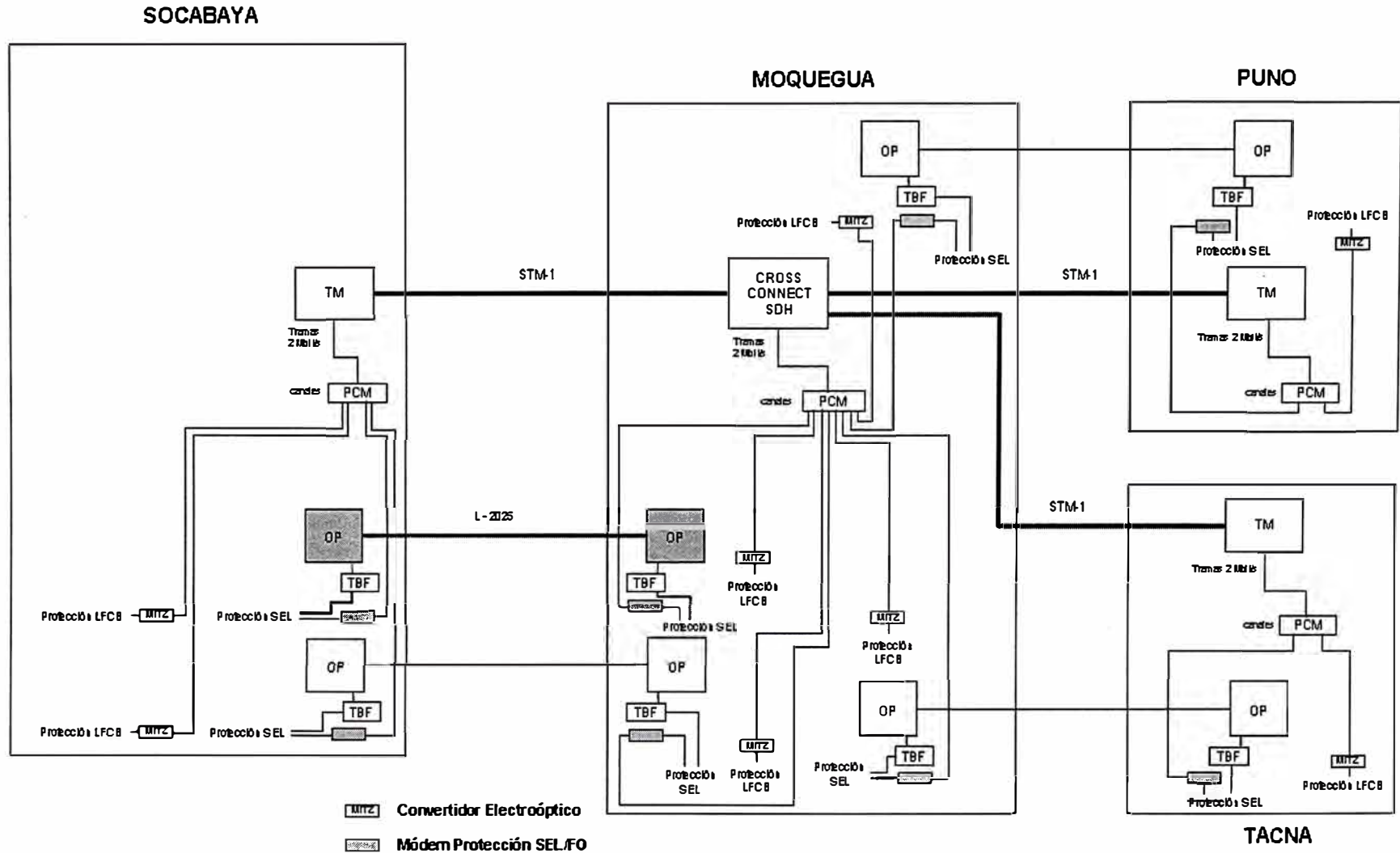
3.8.7 ESQUEMA DEL COMUNICACIONES DE VOZ POR ONDA PORTADORA DE SOCABAYA-MOQUEGUA.



3.8.5 ESQUEMA DE COMUNICACIONES DE TELECONTROL POR ONDA PORTADORA DE SOCABAYA-MOQUEGUA.

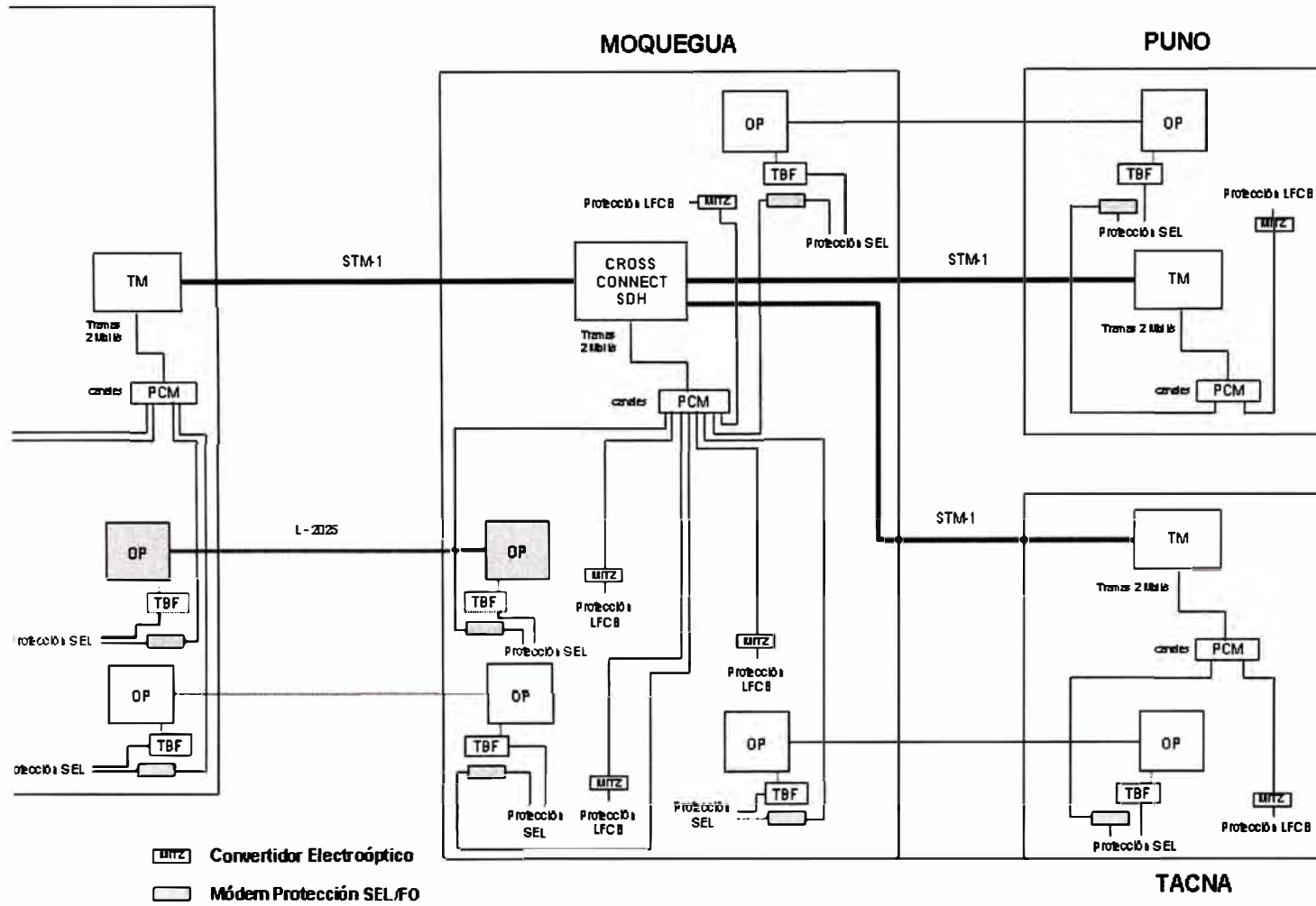


3.8.6 ESQUEMA DE COMUNICACIONES DE TELEPROTECCIONES POR ONDA PORTADORA DE SOCABAYA-MOQUEGUA.



unicaciones de Teleprotecciones por Onda Portadora de Socabaya-Moquegua.

4YA



3.8.8 Cálculos Técnicos para las Comunicaciones por Onda Portadora Socabaya-Moquegua

CALCULO DE LA RELACIÓN SEÑAL A RUIDO	
Tensión de línea Frecuencia Longitud del enlace Tipo de acoplamiento Valor del condensador de acoplamiento Valor de la bobina principal Impedancia característica de la línea Impedancia RF Número de transposiciones	220kV 280-288kHz 106.587.87km Fase a Fase 8500pF 0.5mH 600 Ohmios 75 Ohmios 0
DETERMINACIÓN DE POTENCIA EFECTIVA TRANSMITIDA	
Potencia de transmisión Carga del sistema: Nº de canales de voz Nº de tonos de señalización Nº de tonos de piloto Nº de señales de teledisparo Potencia efectiva transmitida	20W 1 1 1 1 34.98dBm
S/N PARA CONDICIONES NORMALES O FAVORABLES:	
Potencia de transmisión Atenuación de Trayectoria: Atenuación de línea Pérdida de acoplamiento Pérdidas de bypass Otras pérdidas Perdidas Totales Nivel de señal recibida Ruido de línea Relación señal a ruido	34.80dBm 9.82dB 4.80dB 0.00dB 0.00dB 14.62dB 20.36dBm -41.00dBm 61.36dB

S/N PARA CONDICIONES ADVERSAS O DESFAVORABLES:	
Potencia de transmisión	34.80dBm
Atenuación de Trayectoria:	
Atenuación de línea	14.73dB
Pérdida de acoplamiento	4.80dB
Pérdidas de bypass	0.00dB
Otras pérdidas	0.00dB
Perdidas Totales	19.53dB
Nivel de señal recibida	15.46dBm
Ruido de línea	-23.00dBm
Relación señal a ruido	38.46dB

CAPÍTULO IV
ESTIMACIÓN DE COSTOS DE LA CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA DE
COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA ENTRE LAS SUBESTACIONES DE
SOCABAYA Y MONTALVO.

4.1 Cuadro Descriptivo y de Costo Estimado del Equipamiento

Proyecto: Sistema de Transmisión Sur de Perú.

Código Ingeniería: J-4023-PERU1 - "Ingeniería Perú".

Área de Ingeniería: Telecomunicaciones.

Ámbito Doc.: Alcance de Suministro para Sistema de Telecomunicaciones.

Subsistema: Comunicaciones por Onda Portadora.

Ite	Sub	Ubi	Cant	Descripción	Precio Unit. USD	Precio Total USD
1				Equipos Terminales de Onda Portadora Socabaya-Moquegua		
	1.1			Enlace Socabaya-Moquegua		
		1.1.1		S.E. Socabaya		
			1	Terminal de Onda Portadora OPC-120T	6.112.00	6.112.00
			1	Módem asincrono 600 Bd, banda suprafónica	1.067.20	1.067.20
			1	Filtro de tránsito 2400-3200 Hz. FTRT.02D (0.1) (módulo adicional a la OPC-120T)	634.00	634.00
		1.1.2		S.E. Moquegua		
			1	Terminal de Onda Portadora OPC-120T	6.112.00	6.112.00
			1	Mezclador de señales de 4 vías (entrada/salida) AMT-3	1.567.20	1.567.20
			1	Filtro de tránsito 2400-3200 Hz. FTRT.02D (0.1) (módulo adicional a la OPC-120T)	634.00	634.00
			1	Módem asincrono 600 Bd, banda suprafónica	1.067.20	1.067.20
2				Armarios para equipos terminales de O.P. Socabaya-Moquegua		
	2.1			Enlace Socabaya-Moquegua		
		2.1.1		S.E. Socabaya		
			1	Armario RD-40 con turbina y termostato	4.578.00	4.578.00
		2.1.2		S.E. Moquegua		
			1	Armario RD-40 con turbina y termostato	4.578.00	4.578.00
3				Unidades de acoplamiento, transformadores diferenciales y Trampas de Onda		
	3.1			Enlace Socabaya-Moquegua		
		3.1.1		S.E. Socabaya		
			2	Unidad de acoplamiento de fase UAMD/W	1.856.00	3.712.00
			1	Transformador diferencial CHD	888.00	888.00
			340	Metros de cable coaxial RG-11 A/U 75 Ω	3.00	1.020.00
			2	Unidades de Trampas de Onda	3.644.77	7.289.54
			Glb	Material de instalación	1.500.00	1.500.00
		3.1.2		S.E. Moquegua		
			2	Unidad de acoplamiento de fase UAMD/W	1.856.00	3.712.00
			1	Transformador diferencial CHD	888.00	888.00
			410	Metros de cable coaxial RG-11 A/U 75 Ω	3.00	1.230.00
			2	Unidades de Trampas de Onda	3.644.77	7.289.54
			Glb	Material de instalación	1.500.00	1.500.00
4				Equipos terminales de teleprotección analógica Socabaya-Moquegua		
	4.1			Enlace Socabaya-Moquegua		
		4.1.1		S.E. Socabaya		
			1	Equipo de teleprotección TPC-1 para tres ordenes	5.826.00	5.826.00
		4.1.2		S.E. Moquegua		
			1	Equipo de teleprotección TPC-1 para tres ordenes	5.826.00	5.826.00
5				Sistema de gestión		
			2	Software de programación y gestión para terminales de O.P. (1 diskette por equipo)	8.00	16.00
			2	Cables de interconexión RS-232C entre equipo OPC-120T y el PC	8.00	16.00
			2	Software de programación y gestión para equipos de teleprotección (1 diskette por equipo)	8.00	16.00
			2	Cables de interconexión RS-232C entre equipo TPC-1 y el PC	8.00	16.00
			2	Ord. de Programación (PC), S. Operativo MS-DOS 3.0 ó Superior con tarjeta de red	1.600.00	3.200.00

Continua...

6			Repuestos		
	6.1		Para equipos terminales de onda portadora OPC-120T		
		1	Módulo B.F. y 1ª Modulación BFPM.10	1.500.00	1.500.00
		1	Módulo 3ª demodulación y B.F. TDBF.10	1.400.00	1.400.00
		1	Fuente de alimentación 48 Vcc FACP.48	2.000.00	2.000.00
		1	Sintetizador de frecuencias y Programación SFYP.00	2.500.00	2.500.00
		1	Módulo 2ª y 3ª modulación SYTM.00	1.200.00	1.200.00
		1	Módulo 1ª y 2ª demodulación PYSD.00	1.300.00	1.300.00
		1	Fuente de alimentación etapa de potencia FACA.48	2.300.00	2.300.00
		1	Bloque de filtro de línea e híbrido BLOQUE JFLH.40	1.200.00	1.200.00
		1	Amplificador 20W	4.000.00	4.000.00
		1	Módulo de telefonía TMOD.00	1.000.00	1.000.00
	6.2		Para equipos de teleprotección analógica TPC-1		
		1	Fuente de alimentación ATPC.48	1.000.00	1.000.00
		1	Módulo de programación y control TPCP.00	2.500.00	2.500.00
		1	Módulo interfaz protecciones Orden A TPCA.00	2.292.00	2.292.00
		1	Módulo interfaz protecciones Orden B y C TPCB.00	878.00	878.00

COSTO TOTAL	95.364.68
--------------------	------------------

4.2 Cuadro del Costo Estimado de Mano de Obra para la Puesta en Servicio del Sistema de Onda Portadora

Proyecto: Sistema de Transmisión Sur de Perú - REDESUR S.A.
Código Ingeniería: J-4023-PERU1 - "Ingeniería Perú".
Area de Ingeniería: Telecomunicaciones.
Ámbito Doc.: Alcance del Costo de Mano de Obra para la Implementación del Sistema O. P.
Subsistema: Comunicaciones por Onda Portadora.

Ite	Sub	Ubi	Cant	Descripción	Precio Unit. USD	Precio Total USD
1				Mano de Obra en la Implementación		
	1.1			S.S. E.E. Socabaya y Moquegua		
			1	Costo Global de Montaje y Puesta en Servicio.	22.000.00	22.000.00
			Glb	Herramientas y instrumentos	7.179.10	7.179.10

COSTO TOTAL	29.179.10
--------------------	------------------

COSTO POR KILOMETRO DE LINEA DE TRANSMISIÓN COMUNICADA POR O. P.	1133.56	↓ US/km
---	----------------	----------------

4.3 Comparación de Costo y Beneficio de las Comunicaciones por Onda Portadora y Fibra Óptica

SISTEMA	VENTAJAS	INCONVENIENTES
Onda Portadora.	<ul style="list-style-type: none"> • Gran robustez del canal de comunicaciones. • Cobertura del 100%. • Grandes alcances sin necesidad de repetidoras. • Robustez de los equipos en ambientes agresivos. • Costo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Necesidad de sistemas de acoplamiento y bloqueo. • Escasa capacidad de comunicación.
Radioenlaces.	<ul style="list-style-type: none"> • Alta capacidad de comunicaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Para grandes alcances son necesarios repetidoras. • Muy sensibles frente a fenómenos atmosféricos (Fadings) – Diversidad Espacial y/o de frecuencias. • Saturación del espectro de frecuencias – asignación de frecuencias.
Fibra Óptica.	<ul style="list-style-type: none"> • Muy alta capacidad de comunicación. • Inmunidad frente a las perturbaciones electromagnéticas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad de instalar fibras ópticas en líneas tendidas. • Fragilidad de la fibra óptica. • Costo.

Los sistemas de ondas portadoras constituyen la red principal del sistema de comunicaciones de una compañía eléctrica, reservándose la red troncal de voz y datos a radioenlaces o fibra óptica.

CAPÍTULO V CONSIDERACIONES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

5.1 Consideraciones de Mantenimiento

Aunque el equipo no precisa de gran mantenimiento, es aconsejable realizar controles periódicos para comprobar su buen funcionamiento.

Se recomienda realizar las siguientes medidas, que pueden dar una buena idea del estado del equipo:

- a) Tensiones de alimentación primaria y auxiliar.

La alimentación primaria puede medirse en los bornes de entrada, mientras que las de +12 Vcc, + 12 Vcc Aux, +5 Vcc, y -12 Vcc en los puntos de medida del frontal del módulo de ALIMENTACIÓN Y ALARMAS. En los Terminal PAS 20 y PAS 40, la alimentación de +Vcc se mide en el frontal del AMPLIFICADOR DE LINES (ABAD).

- b) Niveles de las señales en los puntos de medida utilizados para el ajuste del equipo. Se debe utilizar un voltímetro selectivo si las señales transmitidas no pueden eliminarse.

En el diagrama de niveles están indicados todos los niveles necesarios para comprobar el correcto funcionamiento del equipo.

- c) Atenuación de línea.

Para efectuar las medidas se debe utilizar un voltímetro selectivo.

- d) Curva de respuesta.

Para realizar esta medida se deben excluir todas las señales del canal a excepción del piloto.

- e) Comprobación de la frecuencia del oscilador.

- f) Distorsión de los impulsos de llamada.

RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

- 1.- Los sistemas de ondas portadoras, aplicados a los sistemas de transmisión eléctrica de potencia, son muy económicas, confiables y de fácil implementación.
- 2.- Los sistemas de ondas portadoras, son de fácil mantenimiento y de una intervención anual, para su mantenimiento preventivo.
- 3.- Los sistemas de ondas portadoras, son sistemas que a pesar de su velocidad de aplicación de 600baudios para el sistema eléctrico de la empresa REDESUR, es confiable debido a que el tiempo de respuesta de los equipos de protección y de los mandos que se realicen para despejar cualquier eventualidad de falla, son tiempo suficiente y no afectan al sistema eléctrico nacional, en su conjunto.
- 4.- Los sistemas de ondas portadoras, son también, confiables en la supervisión de los sistemas eléctricos de la empresa REDESUR, debido a que se controla, supervisa y se realiza los mandos a distancia desde el Centro de Control de Socabaya-Arequipa, en coordinación con el ente regulador de electricidad, COES SINAC. (ejemplo1: sacar la línea L-2025 de Socabaya-Moquegua, para mantenimiento preventivo ó correctivo)
- 5.- Los sistemas de radio enlaces y de fibra ópticas, son sistemas con un relativo alto costo en su implementación, por eso indicamos en este informe, que estos sistemas se pueden utilizar como respaldos a un sistema de ondas portadoras, y que su uso dependerá mucho de la empresa concesionaria eléctrica, para el tiempo de explotación que tendrá a su cargo las líneas eléctricas.

ANEXO A

**CURVA REPRESENTATIVA DE SINTONIZACION Y DIAGRAMAS DE CONEXIÓN
DE MEDIDAS A EQUIPOS DE ONDA PORTADORA**

ANEXO A

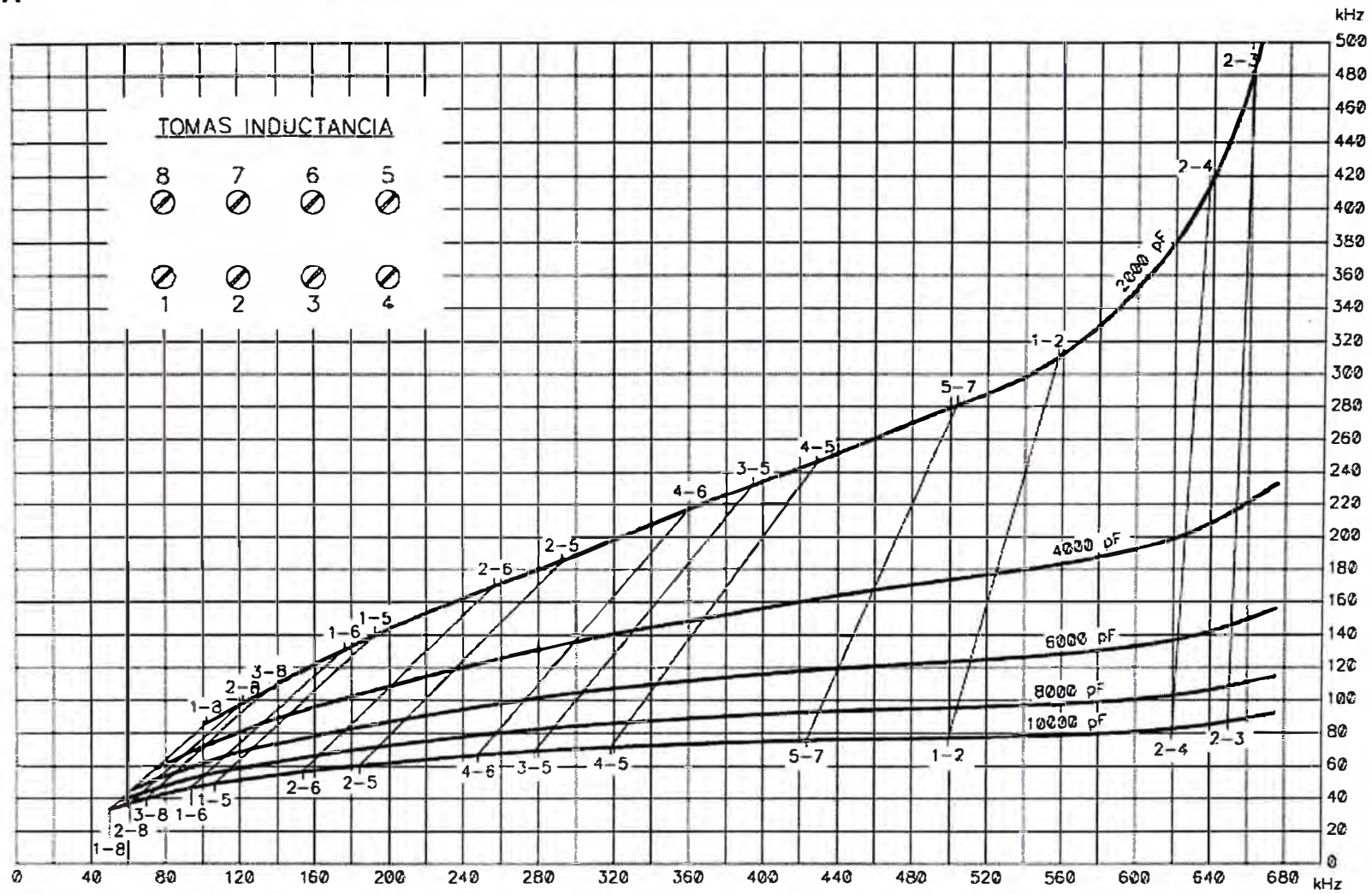


Figura A.1: Límites del ancho de banda nominal para una impedancia de línea de 300 Ω con acoplamiento fase-tierra

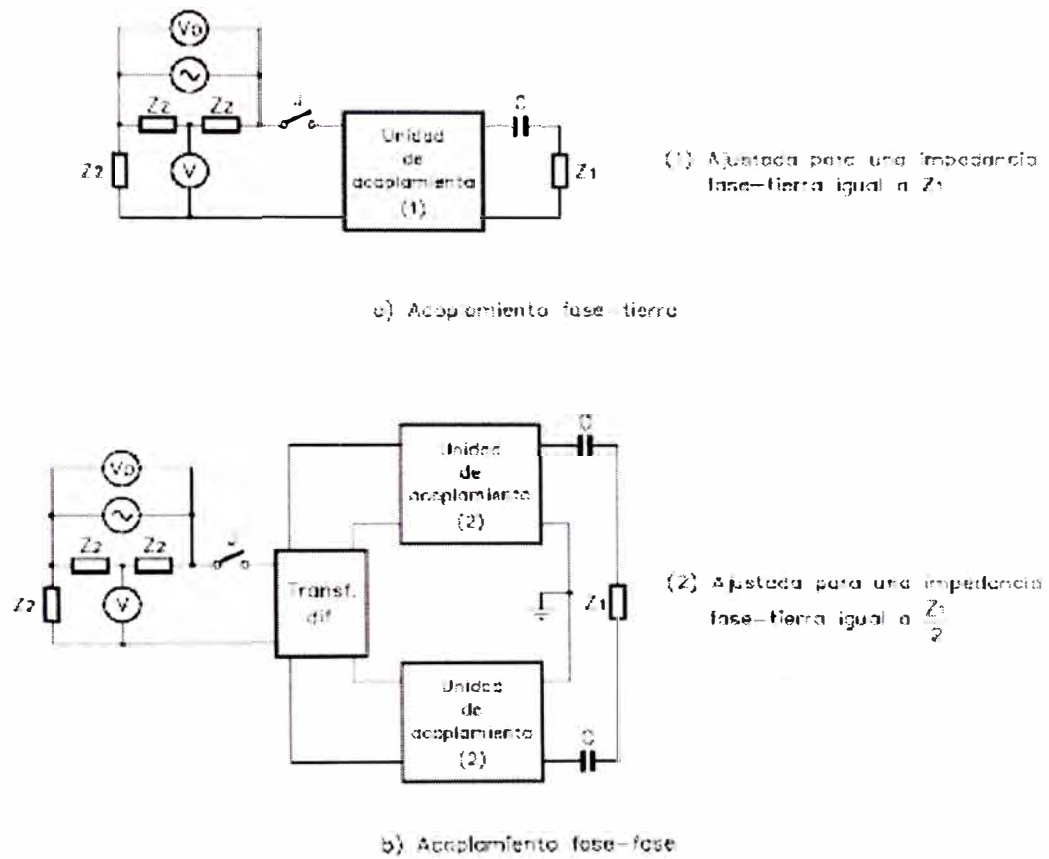
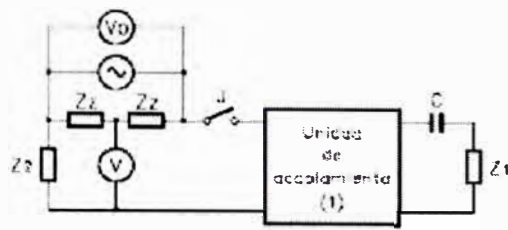
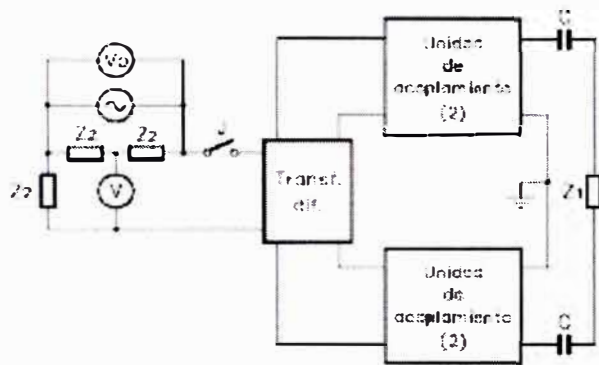


Figura A.2: Medida de atenuación compuesta



(1) Ajustada para una impedancia fase-tierra igual a Z_1

a) Acoplamiento fase-tierra



(2) Ajustada para una impedancia fase-tierra igual a $\frac{Z_1}{2}$

b) Acoplamiento fase-fase

Figura A.3: Medida de atenuación de reflexión

ANEXO B

DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA

PORTADORA TIPO OPC-1, MARCA DIMAT

ANEXO B DESCRIPCIÓN GENERAL DE UN SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA TIPO OPC-1

INTRODUCCIÓN

Un sistema de Ondas Portadoras tipo OPC-1 (PAS), marca DIMAT, permite la transmisión sobre las líneas de alta tensión de 220kV., de uno o dos canales normalizados de 4 kHz, cuya banda disponible está comprendida entre 300 y 3850Hz.

Los terminales tipo OPC-1 constituyen un sistema extremadamente versátil, en el cual los parámetros más importantes tales como las frecuencias de transmisión, niveles de entrada y salida, porcentajes de modulación, etc., son totalmente programables desde un PC compatible o una consola dedicada.

El conjunto está dotado de un sistema de supervisión que permite acceder a cualquier Terminal de un enlace de equipos OPC-1, desde un PC conectado a cualquiera de ellos vía interfaz RS-232C, para recoger las informaciones relativas al nivel de ruido, nivel del piloto recibido, listado cronológico de alarmas, etc.

Tanto la supervisión como la programación a distancia se realizan mediante el mismo canal interno a 50Bd utilizado para transmitir la llamada y efectuar el control automático de ganancia (CAG) del receptor.

La tecnología empleada en el diseño está basada en microprocesadores, procesado digital de señal y filtrado de elevadas prestaciones mediante componentes activos y dispositivos de capacidad conmutada. Gracias al empleo de los más avanzados dispositivos en el proceso de síntesis de señales, la definición de las frecuencias de emisión y recepción puede llevarse a cabo a saltos de 1 Hz.

La construcción modular de los equipos permite adaptar fácilmente su configuración y sus características a los requerimientos particulares de las redes de comunicación.

Los terminales tipo OPC-1 cumplen con la Recomendación Internacional CEI 495 relativa a los equipos de Ondas Portadoras sobre líneas de alta tensión.

1 CONSTITUCIÓN DEL SISTEMA

El sistema OPC-1 está constituido por terminales que cubren una amplia gama de posibilidades para la transmisión por Ondas Portadoras, los cuales a su vez pueden equiparse con una serie de opciones que permiten adaptar el equipo para la transmisión de la información necesaria de las compañías eléctricas, así como para la comunicación entre varios puntos de una red de distribución de energía eléctrica.

1.1 TIPOS DE TERMINALES

El sistema OPC-1 comprende terminales de uno a dos canales normalizados de 4 kHz cuya potencia de salida, medida a la salida del conector coaxial, puede ser de 5 W, 20 W, 40 W y 80 W (PEP). Esta potencia puede incrementarse, dependiendo de la frecuencia del canal, hasta un valor comprendido entre el 150% y 280% durante un período no superior a 500 ms, para la transmisión de una orden de teleprotección (overboosting).

Cada canal, cuya banda útil está comprendida entre 300 y 3850 Hz, puede emplearse para la transmisión mixta de voz y datos o exclusivamente para la transmisión de datos.

Existen cuatro modelos de terminales OPC-1 determinados por la potencia de salida, siendo su denominación OPC-105, OPC-120, OPC-140 y OPC-180 para los equipos de 5 W, 20 W, 40 W y 80 W respectivamente.

La versión más sencilla de cada modelo consiste en un equipo monocanal en el cual se dispone de toda la banda útil para la transmisión de datos (canal tipo D) siendo, por ejemplo, en el caso del modelo de 40 W el terminal OPC-140D.

La versión D constituye el equipo base para cada modelo y puede transformarse en cualquiera de las otras versiones de un mismo modelo con la simple adición de los módulos que correspondan en cada caso.

El terminal de banda compartida (versión T) se obtiene incorporando al equipo base un módulo de telefonía. Por otro lado, si se añaden los dos módulos necesarios para un segundo canal, se obtiene el terminal bicanal que permite establecer dos canales de datos (versión DD). Los terminales con un canal compartido y uno de datos (versión TD) y con dos canales compartidos (versión TT) se consiguen añadiendo respectivamente uno o dos módulos de telefonía a la versión DD.

Los distintos modelos y sus correspondientes versiones se indican en la Tabla 1.

	MONOCANAL		BICANAL		
	D	T	DD	TD	TT
5 W	OPC-105D	OPC-105T	OPC-105DD	OPC-105TD	OPC-105TT
20 W	OPC-120D	OPC-120T	OPC-120DD	OPC-120TD	OPC-120TT
40 W	OPC-140D	OPC-140T	OPC-140DD	OPC-140TD	OPC-140TT
80 W	OPC-180D	OPC-180T	OPC-180DD	OPC-180TD	OPC-180TT

D Canal para la transmisión de datos

T Canal para la transmisión compartida de voz y datos

Tabla 1: Denominación de los distintos terminales OPC-1

1.2 SERVICIOS OPCIONALES

Los terminales OPC-1 disponen de dos tipos de módulos opcionales: unos permiten ampliar las prestaciones del terminal y los otros incorporar, en el mismo, otros equipos.

El número de opciones que se puede incluir en cada equipo depende de la cantidad y tipo de canales del mismo, estando comprendido entre seis en un Terminal monocanal tipo D y dos en uno bicanal tipo TT.

Las diferentes opciones que existen para el módulo de telefonía son:

- Terminación telefónica lado centralita a 4 hilos o a 2 hilos.
- Terminación telefónica lado abonado a 2 hilos.

Los módulos opcionales que permiten ampliar las prestaciones del terminal son:

- Filtro para tránsitos telegráficos de banda fija.
- Ecuilizador programable de amplitud y/o de fase.
- Módulo de entradas y salidas de datos.

El equipo opcional que se puede incorporar en los terminales OPC-1 es:

- Un Terminal de teleprotección, que comprende de un sistema de teleprotección, basado en el empleo de procesado digital de señal. Su aplicación es posible tanto en sistemas de teleprotección por telebloqueo como por teledisparo directo o permisivo.

1.2 CONSTITUCIÓN DEL TERMINAL

El terminal OPC-1 está constituido por un panel de 6 unidades para montaje en rack de 19" que contiene todos los módulos de base y los opcionales del sistema, tanto en las versiones monocanal como bicanal, a excepción de los circuitos de

potencia. En los terminales de 20 W y 40 W se añade un panel de 3 unidades de altura que contiene el amplificador de 20 W y de 40 W respectivamente, la fuente de alimentación, el filtro de línea predisponible y el circuito híbrido. El terminal de 80 W se obtiene añadiendo al terminal de 40 W un segundo panel de amplificación conectado en paralelo al primero mediante un transformador diferencial.

El terminal de 5 W, en cambio, no necesita paneles adicionales ya que el amplificador, el filtro de línea y el híbrido están contenidos en un único módulo que se incluye en el panel de 6 unidades.

Los módulos de base, que contienen los circuitos comunes a todos los modelos y versiones, constituyen un terminal monocanal en banda total (tipo D). Para obtener una versión bicanal se deben añadir dos módulos, uno con los circuitos de baja frecuencia y primera modulación y el otro con los de tercera demodulación y baja frecuencia. Cada canal de tipo D puede convertirse en uno de tipo T, para servicio mixto, añadiendo un módulo de telefonía. Es posible incorporar hasta seis módulos opcionales en un terminal tipo D y dos en uno tipo TT.

En los siguientes apartados se da una breve descripción de los módulos que componen el sistema, repartiéndolos en módulos del equipo base, módulos para otras versiones y módulos opcionales.

1.2.1 MÓDULOS DEL EQUIPO BASE

Los módulos que constituyen el equipo base de cada modelo de terminal OPC-1, es decir, los terminales con un canal tipo D, se dividen en dos grupos: los que son comunes a todos los modelos y los módulos de potencia, que constituyen la etapa amplificadora.

Módulos comunes

FACP.## ALIMENTACIÓN Y ALARMAS

Incluye los circuitos de generación y regulación de las tensiones auxiliares de +24, +12, +12 Aux, +5, -12 y -24 VCC. Todos los circuitos están aislados galvánicamente y protegidos contra sobretensiones. El módulo contiene también los indicadores de las alarmas del propio terminal y del colateral, así como los relés de señalización externa de las alarmas.

El tipo de módulo depende de la tensión de entrada, estando disponibles los siguientes:

FACP.48 Tensión de entrada: 48 VCC.

- FACP.24 Tensión de entrada: 24 VCC.
 FACP.10 Tensión de entrada: 110 VCC.
- SYTM.00 EMISIÓN AF
 En este módulo se efectúan la segunda y tercera modulación para trasladar la banda de frecuencia intermedia a la frecuencia de canal deseada.
- PYSD.00 RECEPCIÓN AF
 Comprende el filtro de canal de recepción y los circuitos de primera y segunda demodulación para trasladar la banda recibida a frecuencia intermedia.
- SFYP.00 SINTETIZADOR, PROGRAMACIÓN Y CONTROL
 Contiene la unidad central de proceso y los circuitos para la generación de todas las frecuencias necesarias a partir de un oscilador a cuarzo de alta estabilidad. Contiene, además, los circuitos de sincronización, control de bucles y la interfaz del canal de servicio.
- BFPM.1# EMISIÓN BF/FI (Canal 1)
 En este módulo se encuentran los circuitos de mezcla de las señales a transmitir, la primera modulación y el filtrado de la banda de FI del canal 1. Contiene además dos entradas balanceadas de 600 Ω y los circuitos para telefonía de servicio en banda total.
 En función de la tensión de activación de las entradas externas de control de incremento de potencia (boosting) y señalización del hilo M (llamada emisión), existen los dos tipos siguientes:
- BFPM.10 Emisión BF/FI canal 1 para equipo OPC-1 de 24 VCC y 48 VCC (18 V a 100 V).
 BFPM.11 Emisión BF/FI canal 1 para equipo OPC-1 de 110 VCC (30 V a 190 V).
- TDBF.10 RECEPCIÓN FI/BF (Canal 1)
 Contiene los circuitos para el control automático de ganancia (CAG) y la tercera demodulación del canal 1. Contiene también los circuitos de recuperación del piloto y de detección de ruido y dos salidas balanceadas de 600 Ω .

Módulos de potencia

- AFLH.05 AMPLIFICADOR DE SALIDA, FILTRO DE LÍNEA E HÍBRIDO AF

Contiene el amplificador de salida de banda ancha de 5 W, el filtro de línea, el híbrido de alta frecuencia y los circuitos de alarma por sobrecarga o por bajo nivel de la señal emitida. Este módulo se ubica en el panel de 6 unidades en los equipos de 5 W.

FACA.##

ALIMENTACIÓN

Incluye los circuitos de conversión de la tensión de entrada a la tensión necesaria para el módulo amplificador de 20 ó 40 W. Este módulo se ubica en cada uno de los paneles de 3 unidades.

El tipo de módulo depende de la tensión de entrada, estando disponibles los siguientes:

FACA.48 Tensión de entrada: 48 VCC.

FACA.24 Tensión de entrada: 24 VCC.

FACA.10 Tensión de entrada: 110 VCC.

ABAD.20

AMPLIFICADOR DE LÍNEA

Contiene el amplificador de salida de banda ancha de 20 W y los circuitos de alarma por sobrecarga o por bajo nivel de la señal emitida. Este módulo se ubica en el panel de 3 unidades en los equipos de 20 W.

ABAD.40

AMPLIFICADOR DE LÍNEA

Contiene el amplificador de salida de banda ancha de 40 W y los circuitos de alarma por sobrecarga o por bajo nivel de la señal emitida. Este módulo se ubica en el panel de 3 unidades en los equipos de 40 W o en cada uno de los paneles de 3 unidades de los equipos de 80 W.

JFLH.40

FILTRO DE LÍNEA E HÍBRIDO AF

Bloque que contiene el filtro de línea de emisión y el híbrido de alta frecuencia para terminales de 20, 40 u 80 W. Este módulo se ubica en el panel de 3 unidades.

JFLT.80

FILTRO DE LÍNEA Y TRANSFORMADOR DIFERENCIAL

Bloque que contiene el filtro de línea de emisión para el segundo amplificador de 40 W (ABAD.40) y el transformador diferencial para la obtención de los 80 W de potencia de salida en los terminales OPC-180.

1.2.2 MÓDULOS PARA OTRAS VERSIONES

Se indican a continuación los módulos que deben incluirse en el equipo base para formar los terminales monocanal con canal tipo T y bicanal.

TMOD.## TELEFONÍA

Este módulo de base contiene los circuitos comunes a las distintas opciones de telefonía que se incorporan en el mismo como submódulos, siendo éstas:

- Terminación telefónica a 4/2 hilos lado centralita.
- Terminación telefónica a 2 hilos lado abonado.
- Terminación para sistema de telefonía selectiva.

El módulo debe contener al menos el submódulo de terminación telefónica a 4/2 hilos lado centralita o el de telefonía selectiva. (Ver Submódulos opcionales en apartado 4.3).

Comprende los filtros de emisión y recepción de la banda fónica, cuya frecuencia superior puede definirse desde el terminal de programación, y el compresor/expansor de dinámica. Los filtros de la banda telefónica están realizados con dispositivos de capacidad conmutada.

Los módulos de telefonía selectiva y de telefonía normal están identificados separadamente de la forma siguiente:

TMOD.#0	<p>Telefonía con al menos terminación telefónica a 4/2 hilos lado centralita.</p> <p>En función de la tensión de activación de las entradas externas para las órdenes de conmutación 2/4 hilos e inclusión/exclusión del compandor, existen los dos tipos siguientes:</p>
TMOD.00	Telefonía normal para equipo OPC-1 de 24 VCC y 48 VCC (18 V a 100 V).
TMOD.00	Telefonía normal para equipo OPC-1 de 110 VCC (30 V a 190 V).

1.2.3MÓDULOS Y SUBMÓDULOS OPCIONALES

Los terminales OPC-1 permiten la incorporación, además de módulos, de submódulos que se alojan dentro de módulos según se detalla a continuación.

Submódulos opcionales

- KTTL.00** Terminación telefónica a 4/2 hilos lado centralita
- Submódulo enchufable en el módulo TMOD.#0 que contiene los circuitos de interconexión para implementar una terminación telefónica a 4/2 hilos lado centralita.
- KTLT.00** Terminación telefónica a 2 hilos lado abonado
- Submódulo enchufable en los módulos TMOD.#0 y TMOD.#1, utilizado junto con el submódulo KAGT.00, que contiene el híbrido telefónico y los circuitos de abonado.
- La terminación permite la conexión tanto de aparatos telefónicos con marcación decádica como multifrecuencia sin necesidad de programación previa por parte del usuario.
- Pueden conectarse hasta dos terminaciones de este tipo soportando cada una hasta cuatro teléfonos en paralelo.
- KAGT.00** Alimentación y generador de timbre
- Submódulo enchufable en los módulos TMOD.#0 y TMOD.#1, utilizado junto con el submódulo KTLT.00, que comprende el generador de timbre necesario en la terminación lado abonado.
- KMCC.00** Matriz de conmutación y control
- Submódulo enchufable en el módulo TMOD.#1 que contiene los circuitos necesarios para la realización de la telefonía selectiva tales como matriz de conmutación, microcontrolador, detectores multifrecuencia, generadores de tono, etc. El tipo de señalización puede ser seleccionado por el usuario, mediante programación, de acuerdo con los criterios de funcionamiento siguientes:
- Señalización E y M continua.
 - Señalización DTMF.

Módulos opcionales

- EYSD.00** MEZCLADOR ENTRADAS / SALIDAS
- El módulo EYSD consta de cuatro entradas y cuatro salidas, todas desacopladas por transformador, y de dos entradas y dos salidas para las señales procedentes de los buses de baja frecuencia de cada uno de los canales del terminal OPC-1. De esta forma, mediante programación del módulo, es posible efectuar cualquier combinación en la conexión de seis entradas y cuatro salidas, o bien

en la de cuatro entradas y seis salidas. Puesto que no es posible conectar entre si los buses BF recepción y emisión del terminal OPC-1, la combinación de seis entradas y seis salidas no está permitida.

ECAF.00 ECUALIZADOR PROGRAMABLE

El módulo de base puede contener un máximo de cuatro submódulos, cada uno de los cuales incluye un ecualizador de amplitud o de fase de tres células. Dependiendo del tipo y del número de los submódulos que comprende, el módulo puede configurarse como ecualizador de amplitud, de fase o de amplitud y fase para uno o dos canales.

FTRT.## FILTRO DE TRÁNSITO BF

Filtro y amplificador de señales de audiofrecuencia con ecualizador de fase. Se utiliza para seleccionar una banda determinada y efectuar el tránsito hacia otros canales de comunicación.

Incluye una salida desacoplada por transformador con nivel programable.

Existen diferentes módulos, el ancho de banda de los cuales es distinto, tales como:

FTRT.00 Ancho de banda: 2150 a 3850 Hz

FTRT.01 Ancho de banda: 2150 a 3360 Hz

FTRT.02 Ancho de banda: 2400 a 3200 Hz **(utilizado)**

Bajo demanda pueden suministrarse los filtros con otras frecuencias de corte.

TPSU.00 Tarjeta de prolongación de seis unidades

1.2.4 EQUIPOS INCORPORABLES

Como equipo incorporable existe un terminal de teleprotección, basado en el empleo de procesamiento digital de señal, que puede estar constituido por uno o dos módulos distintos según necesidades.

TPCA.01 Teleprotección configurable para una orden.

Este módulo contiene la unidad central de proceso digital, DSP, que se encarga de la generación de los tonos de guarda y disparo y de la implementación de los filtros para la recepción de las señales.

Un microcontrolador auxiliar se ocupa de la toma de decisiones en la recepción de órdenes, de la gestión lógica de las entradas y salidas, de la supervisión del enlace y de la realización de las pruebas tanto automáticas como manuales.

Además, contiene los circuitos de entrada y salida para la emisión y recepción de una orden.

TPCB.01 Teleprotección configurable para dos órdenes adicionales.

Contiene los circuitos de entrada y salida necesarios para la extensión del equipo a tres órdenes.

1.3 PROGRAMACIÓN, CONFIGURACIÓN Y SUPERVISIÓN DEL SISTEMA

El terminal OPC-1 es totalmente programable desde un PC, vía interfaz RS-232C, almacenándose la información correspondiente en dos circuitos EEPROM distintos por razones de seguridad.

La programación puede efectuarse de manera directa, es decir desde un PC conectado al terminal a programar, o de forma indirecta almacenando el programa en un disquete para transferirlo posteriormente, mediante un PC, a dicho terminal. En el primer caso sólo pueden programarse aquellos módulos que estén ya incluidos en el terminal mientras que en el segundo puede programarse cualquier configuración previamente definida.

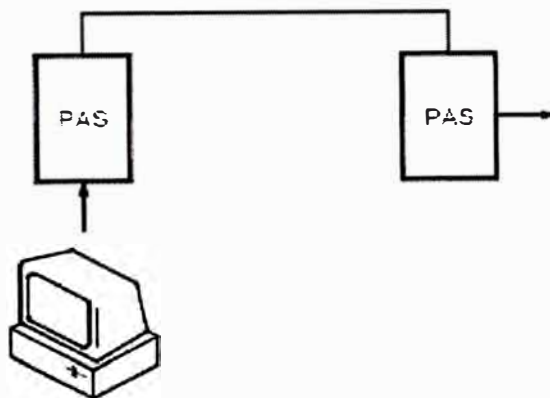


Fig. Nº6 a) Programación directa

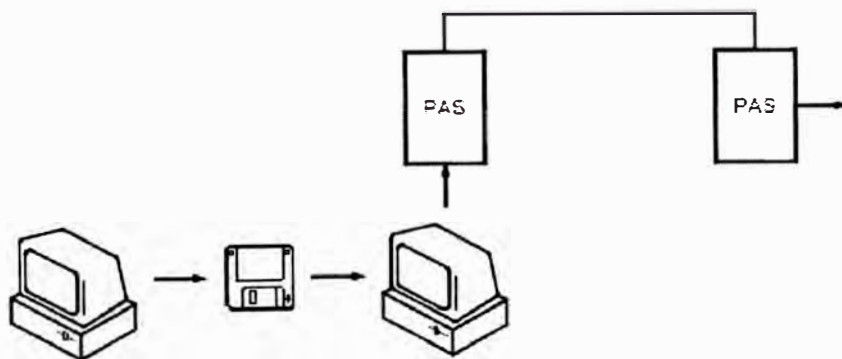


Fig. Nº 6. b) Programación indirecta

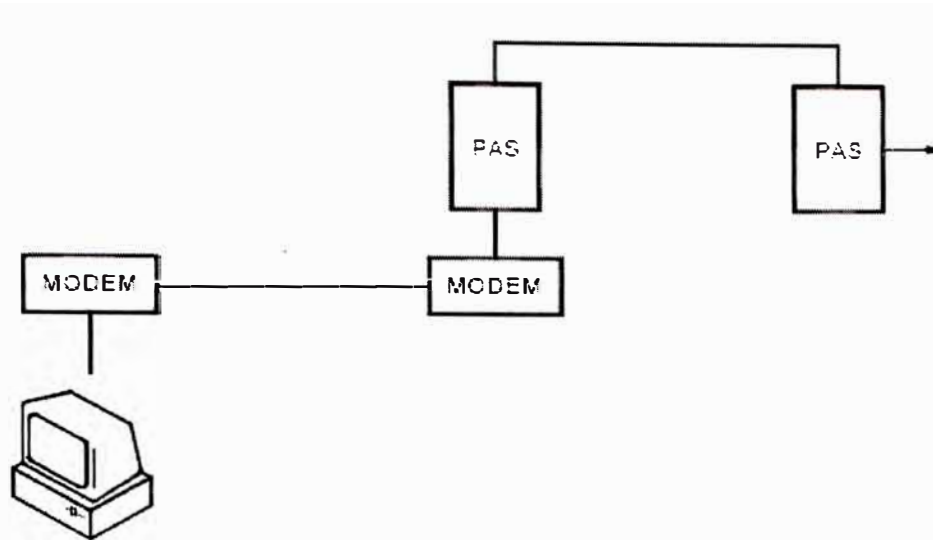


Fig. Nº 6. c) Programación a través de modem

En las ilustraciones a) y b) de la Figura 6 se muestran los dos tipos de programación anteriormente mencionados. El dibujo c) de la misma figura se refiere al caso de acceso a la red a través de un modem para las funciones de supervisión y de programación a distancia.

El sistema de programación está estructurado en cuatro partes: la primera controla el flujo de información que entra y sale del programa OPC-1, la segunda permite configurar y programar los terminales OPC-1, la tercera permite efectuar el diagnóstico del terminal y la supervisión del sistema y la cuarta contiene un menú de ayuda para la puesta en servicio y el mantenimiento.

La programación está protegida por una clave de acceso para impedir la alteración de los parámetros operativos por parte de personal no autorizado.

1.3.1 MENÚ CONFIGURACIÓN Y PROGRAMACIÓN

Este menú permite definir la identificación y configuración de los terminales, las frecuencias de transmisión, los niveles de entrada y salida de las señales y los porcentajes de modulación de las mismas, así como los parámetros operativos de los módulos opcionales. Permite, además, efectuar la puesta en hora del reloj interno del equipo y la asignación de alarmas a los relés de señalización externa, definir el tipo de bloqueo de las salidas.

Identificación del terminal

Los terminales OPC-1 se caracterizan mediante su número de serie. Existe además un campo adicional donde el usuario puede introducir una descripción adicional de hasta 50 caracteres. El número de serie es indispensable para identificar cada terminal en las operaciones de supervisión y programación a distancia y para asignar a cada uno de ellos la programación correspondiente cuando ésta ha sido almacenada en un disquete.

Configuración del terminal

Antes de la programación de los parámetros operativos, es necesario efectuar la configuración del terminal mediante la cual se define la potencia de emisión que puede ser de 5, 20, 40 u 80 W (PEP), el número de canales, su utilización, servicio mixto o de datos, y las opciones incorporadas en el equipo. En caso de que los terminales del enlace deban estar sincronizados entre sí, debe configurarse el modo de funcionamiento de los equipos, siendo uno maestro y el otro esclavo.

Bandas y frecuencias del canal de OP

La frecuencia de trabajo del canal deseado se define introduciendo desde el terminal de programación los valores de la frecuencia portadora virtual, para emisión y recepción y el tipo de banda, directa o invertida.

El único ajuste manual que se requiere es el de los filtros de línea en emisión y en recepción. El programa contiene un menú de ayuda en el cual se indican, para cada canal, las operaciones a efectuar para el ajuste de dichos filtros.

Niveles y porcentajes de modulación

El sistema permite definir los porcentajes de modulación que se asignan a cada señal y los niveles de entrada y salida de las mismas. En este apartado se define también el incremento de potencia para el envío de la señal de teleprotección, así como las señales que deben excluirse durante dicho envío.

Bloqueo y alarmas

Las salidas de audiofrecuencia pueden ser bloqueadas por falta de piloto y por exceso de ruido. El usuario puede definir para cada salida el valor de la relación

Señal/Ruido para la cual debe efectuarse el bloqueo así como el valor que da lugar a la alarma externa por exceso de ruido.

Todas las alarmas de un terminal, así como las del terminal colateral, se visualizan en el frontal del módulo de alimentación. Dicho módulo contiene cuatro relés, tres de simple contacto y uno de doble contacto. A cada uno de ellos puede asignarse, desde el sistema de programación, una alarma o una combinación de ellas para su señalización exterior.

Módulos opcionales

Todos los parámetros de los módulos opcionales susceptibles de ser programados, tales como características del terminal de teleprotección, valores del ecualizador, etc., se definen desde el terminal de programación del sistema.

Si el equipo incorpora el módulo de telefonía, se debe definir el límite superior de la banda de frecuencias correspondiente, la utilización o no del circuito compresor-expansor de dinámica y la configuración de la terminación telefónica lado centralita que puede ser a 4 ó 2 hilos.

1.3.2 MENÚ DE SUPERVISIÓN

El menú de supervisión permite tener conocimiento del estado de cada terminal de un enlace. La adquisición y presentación es automática para algunos datos mientras que para otros es necesario que el usuario los solicite.

La supervisión del terminal remoto se efectúa transmitiendo datos por el canal de comunicación interno, por lo que dicha transmisión sólo puede tener lugar cuando el canal no sea utilizado para la sincronización del enlace y no hay transiciones en el canal de señalización. Si la señalización aparece mientras se está realizando una transmisión de datos, ésta se interrumpe para reanudarse tan pronto haya finalizado la transmisión de los impulsos de llamada.

Los datos facilitados por el sistema de supervisión relativos a cada terminal son los siguientes:

- Alarmas del terminal.
- Listado cronológico de alarmas.
- Listado cronológico de eventos.
- Nivel de piloto recibido.
- Relación Señal/Ruido.

Presentación de las alarmas y eventos

En la placa frontal del módulo de alimentación y alarmas se visualizan diez alarmas del terminal local y otras tantas del terminal alejado transmitida automáticamente a través del canal de comunicación. Dichas alarmas son:

- Fallo de alimentación.
- Fallo del amplificador de salida.
- Excesivo nivel en recepción.
- Pérdida de sincronismo.
- Fallo del sintetizador de frecuencias.
- Falta de piloto en el canal 1.
- Falta de piloto en el canal 2.
- Baja relación Señal/Ruido del canal 1.
- Baja relación Señal/Ruido del canal 2.
- Falta módulo.

La aparición y desaparición de las alarmas se almacena en un registro con la indicación de la fecha y hora en la que se han producido.

En el mismo registro se introducen también los eventos que se refieren al servicio del enlace, tales como, actuación de la teleprotección, puesta en marcha del terminal, modificación de la programación e inserción del microteléfono de servicio en el terminal. El registro tiene una capacidad máxima de cien alarmas y eventos, por lo que cuando se sobrepasa esta cantidad se van eliminando del registro los primeros eventos o alarmas introducidos.

Estado del sistema

Desde el menú de supervisión es posible consultar desde cada extremo del enlace los parámetros programados en el terminal así como los datos relativos a su estado actual tales como el nivel de piloto que se recibe, el listado cronológico de las alarmas y los eventos, y los datos referentes al valor estimado de la densidad espectral de ruido. A partir de la estimación de la densidad espectral de ruido es posible calcular la relación Señal/Ruido para distintos anchos de banda, correspondiéndose con los distintos canales tanto de voz como de datos.

1.3.3 MENÚ DE AYUDA A LA PUESTA EN SERVICIO

El menú de ayuda tiene por objeto facilitar las operaciones de puesta en servicio y de mantenimiento del sistema. Este menú contiene los procedimientos para efectuar el ajuste de los filtros de canal, las instrucciones para realizar los bucles necesarios para comprobar el funcionamiento del enlace y unas tablas con la configuración de los conmutadores del equipo en función del número de canales y de si las bandas de emisión y recepción son contiguas o distanciadas.

Ajuste de los filtros de canal

Para cada canal de transmisión, el menú de ayuda indica los puentes a efectuar para la programación de la frecuencia central de los filtros de línea en emisión y en recepción así como la regulación de las inductancias para ajustar el ancho de banda de dichos filtros. Este ajuste se lleva a cabo mediante una señal generada por el propio emisor del terminal OPC-1.

Control de los bucles de baja frecuencia

Para controlar el estado de un sistema de comunicación es necesario conocer la curva de respuesta de cada enlace. El menú de supervisión permite conocerla desde un extremo del enlace mediante el establecimiento de dos tipos de bucle en el otro extremo. El primero, con regeneración del nivel de la señal en dicho extremo, permite conocer la curva de respuesta del circuito de vuelta ya que se mide el nivel de la señal recibida, sabiendo que el nivel de emisión es constante. El segundo, sin regeneración del nivel de la señal, permite conocer la curva de respuesta del circuito bucleado y, por lo tanto, calcular la del circuito de ida. Las curvas de respuesta se obtienen efectuando un barrido del canal mediante un generador externo. El menú de ayuda indica como efectuar las operaciones mencionadas.

1.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

1.4.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Modo de funcionamiento

Modulación

Banda lateral única con portadora suprimida y triple conversión de frecuencia

Sincronización

Por funcionamiento maestro-esclavo
Plesiócrona (sin sincronización)

Ancho de banda básico

4 kHz por canal

Tono piloto

Funciones

- Control Automático de Ganancia
(independiente para cada canal)

- Señalización telefónica

- Medida de la relación Señal/Ruido

Sincronización del enlace (seleccionable)

- Transmisión de datos para el servicio de mantenimiento (datos internos)

Frecuencia central

150 Hz (frecuencia virtual)

Modulación

Por desplazamiento de frecuencia de ± 30 Hz

Velocidad máxima	50 bit/s
Generación de las frecuencias internas	A partir de un único oscilador a cuarzo de 15,36 MHz
Estabilidad en frecuencia dentro de los márgenes de temperatura y tensión especificados	± 1 ppm
Envejecimiento	< 1 ppm / año
Control Automático de Ganancia (CAG)	
Dinámica	≥ 55 dB con modulación de piloto al 10%
Eficacia	Variaciones de ± 20 dB del nivel de entrada se traducen en variaciones menores de $\pm 0,2$ dB a la salida
Alarmas	<ul style="list-style-type: none"> - Fallo de alimentación - Fallo del amplificador de salida - Excesivo nivel de recepción - Pérdida de sincronismo - Fallo del sintetizador de frecuencias - Falta de piloto del canal 1 - Falta de piloto del canal 2 - Baja relación Señal/Ruido del canal 1 - Baja relación Señal/Ruido del canal 2 - Módulo desconectado <p>Estas alarmas se transmiten al otro extremo del enlace, de modo que en ambos equipos, local y remoto, se visualizan y están disponibles vía la interfaz RS-232C. Cada una de estas alarmas puede, además, asociarse a uno o varios relés de salida de los cuatro disponibles. Tres de ellos disponen de un contacto conmutado libre de tensión y el cuarto de dos</p>
Relés de alarma	Contactos: 250 V / 2 A
Bucles de prueba	Posibilidad de efectuar bucles de prueba de alta y de baja frecuencia
Interfaz para el sistema de programación y supervisión	RS-232C Velocidad de transmisión: 300, 600, 1200, 2400, 4800 y 9600 bit/s seleccionable por el

usuario; inicialmente 9600 bit/s

1.4.2 CARACTERÍSTICAS DE ALTA FRECUENCIA

Rango de frecuencia	De 40 a 508 kHz
Portadora nominal	Programable a saltos de 1 Hz
Bandas de emisión y recepción	Directas o invertidas, contiguas o distanciadas
Impedancia nominal	Seleccionable entre 50, 75, 125 y 140 Ω . Otros valores bajo demanda
Atenuación de reflexión	≥ 11 dB
Emisor	
Potencia nominal (PEP) sobre carga resistiva	OPC-105: 5 W OPC-120: 20 W OPC-140: 40 W OPC-180: 80 W
Emisión de espúreas	Según CEI 495 cls. 5.2.4 y figuras 7 y A.2
Receptor	
Sensibilidad	Nivel mínimo del piloto para el umbral del CAG: -30 dBm
Selectividad	Superior a 65 dB a 300 Hz y, a partir de 4 kHz, superior a 100 dB; según CEI 495 cls. 5.3.1.5
Pérdidas por conexión en paralelo	Según CEI 495, figura 5

1.4.3 CARACTERÍSTICAS DE AUDIO FRECUENCIA

Banda útil	De 300 a 3850 Hz
Entradas en banda base	Balanceadas
Impedancia nominal	600 Ω
Atenuación de reflexión	≥ 20 dB
Nivel nominal	Programable entre -20 dBm y $+6$ dBm
Actuación del limitador	Según CEI 495 cls. 5.3.1.9
Salidas en banda base	Balanceadas
Impedancia nominal	600 Ω
Atenuación de reflexión	≥ 20 dB
Nivel nominal	Programable entre -20 dBm y $+6$ dBm
Bloqueo	Por falta de piloto y/o baja relación Señal/Ruido, con umbral independiente para cada salida

Señalización E y M

Emisión	Por optoacoplador. Tensión de entrada entre: 18 V y 100 V para OPC-1 de 24 VCC y 48 VCC. 30 V y 190 V para OPC-1 de 110 VCC
Recepción	Por relé. Capacidad de contacto 1 A / 250 V
Distorsión de los impulsos de llamada	≤10%
Entrada teleprotección	Cualquier entrada de banda total puede ser utilizada para la transmisión de una señal de teleprotección, pudiendo ser programada con un porcentaje de modulación comprendido entre el 10% y el 100% en el disparo
Control del incremento de potencia (boosting)	Por optoacoplador. Tensión de entrada entre: 18 V y 100 V para OPC-1 de 24 VCC y 48 VCC. 30 V y 190 V para OPC-1 de 110 VCC
Módulo de telefonía	
Entrada a 4 hilos	Balanceada
Impedancia nominal	600 Ω
Atenuación de reflexión	≥20 dB
Nivel nominal	Programable entre -20 dBm y +8 dBm
Salida a 4 hilos	Balanceada
Impedancia nominal	600 Ω
Atenuación de reflexión	≥20 dB
Nivel nominal	Programable entre -20 dBm y +8 dBm
Terminación telefónica a 2 hilos	Lado abonado y lado centralita mediante submódulos enchufables
Nivel nominal entrada	Programable entre -20 dBm y +8 dBm
Nivel nominal salida	Programable entre -20 dBm y +8 dBm
Conmutación 2/4 hilos	
Actuación	Por comando exterior. Incluido o excluido en condiciones de reposo
Comando exterior	Por optoacoplador. Tensión de entrada entre:

	18 V y 100 V para OPC-1 de 24 VCC y 48 VCC.
	30 V y 190 V para OPC-1 de 110 VCC
Frecuencia de corte del filtro telefónico	Programable entre 2000 y 3400 Hz
Banda suprafónica	Entre 1,06 veces la frecuencia de corte del filtro telefónico y 3850 Hz
Compresor / expansor de Dinámica	Según la Recomendación G.162 del UIT-T
Actuación	Por comando exterior. Incluido o excluido en condiciones de reposo
Comando exterior	Por optoacoplador. Tensión de entrada entre:
18 V y 100 V para OPC-1 de 24 VCC y 48 VCC.	
30 V y 190 V para OPC-1 de 110 VCC	

1.4.4 CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

Temperatura y humedad	De -5°C a $+45^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa no superior al 95%, según CEI 721-3-3 clase 3K5 (climatograma 3K5)
Temperatura máxima	$+55^{\circ}\text{C}$ durante un período no superior a 24 horas (CEI 495 cls. 3.1)
Alimentación	48 VCC $\pm 20\%$ mediante convertidor CC/CC. 24 VCC $\pm 20\%$ mediante convertidor CC/CC. 110 VCC $\pm 20\%$ mediante convertidor CC/CC. Otras bajo demanda
Consumo máximo	OPC-105: 100 W OPC-120: 160 W OPC-140: 210 W OPC-180: 360 W
Aislamiento, sobretensiones y compatibilidad electromagnética	Según CEI 495 tablas 2 y 3: - CEI 255-4 clase II y clase III - CEI 255-5 - CEI 255-22-1 clase II y clase III - CEI 801-2 clase III - CEI 801-3

- CEI 801-4 nivel 3

Condiciones de almacenamiento

Según CEI 721-3-1, clase 1K5

1.4.5 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Dimensiones

OPC-120

482 x 400 x 324 mm (un panel de 6 u de altura y otro de 3 para montaje en rack de 19")

Peso

OPC-120

21 kg

1.4.6 CARACTERÍSTICAS DEL ORDENADOR DE PROGRAMACIÓN

Tipo

Ordenador personal compatible (PC)

Modelo

AT o superior

Sistema operativo

MS-DOS 3.0 o superior

Memoria RAM

640 kbytes

Tipo de monitor

VGA monocromo o color

Comunicación

Puerto serie RS-232

1.5 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

Los terminales tipo OPC-1 están realizados en módulos enchufables alojados en paneles de 19" para montaje en rack.

De los cuatro modelos de terminal OPC-1 que existen, el modelo OPC-105 está constituido por un panel de 6 unidades, el OPC-120 y el OPC-140 por un panel de 6 unidades y otro de 3 y el OPC-180 por un panel de 6 unidades y dos de tres. La Figura 9 muestra la disposición y dimensiones en unidades normalizadas de altura de los distintos modelos de OPC-1. Las dimensiones generales de cada uno de los modelos así como las de los taladros de sujeción en armario están indicadas en las figuras adjuntas.

La conexión de los módulos en cada panel se realiza mediante una placa base de circuito impreso multicapa.

La placa base del panel de 6 unidades contiene los conectores para la entrada y salida de señales. Cada conector se asocia, a través de una manguera, a un bloque de bornes seccionables para efectuar las conexiones externas. La conexión entre los paneles de seis y de tres unidades se efectúa mediante una placa de circuito impreso multicapa.

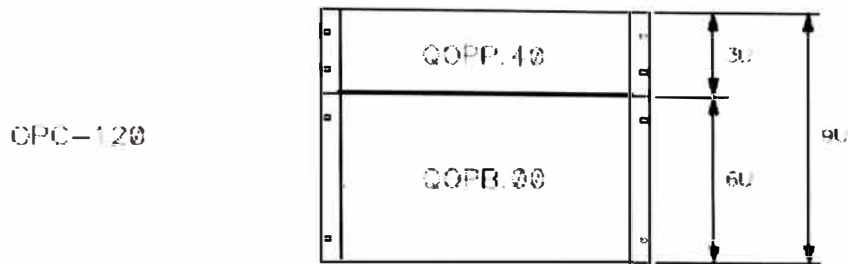


Fig. 9 Muestra la disposición y dimensiones en unidades normalizadas del OPC-1

En las placas frontales de los módulos están situados los indicadores de alarma y de señalización, así como los elementos de manejo tales como interruptores y conmutadores, el conector del microteléfono y los puntos de medida para facilitar las operaciones de puesta a punto, mantenimiento y localización de averías.

Los equipos pueden alojarse en armarios metálicos tipo RD-40 o en cajas pared en los cuales se montan los bloques de bornes mencionados. Las dimensiones generales y la construcción del bloque de bornes para fondo armario están indicadas en las hojas adjuntas.

ANEXO C

DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA DE TELEPROTECCIÓN ANALOGICO

TIPO TDS 01A, MARCA DIMAT

ANEXO C
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE TELEPROTECCIÓN ANALÓGICO TIPO
TDS 01A

INTRODUCCIÓN

El equipo de teleprotección para canales analógicos tipo TPC-1 tiene aplicación tanto en sistemas de teleprotección por telebloqueo, teledisparo directo y teledisparo permisivo como en sistemas de teleseñalización. Su principio de funcionamiento le confiere una excelente combinación de seguridad, obediencia y tiempo de transmisión para cada tipo de aplicación. En especial cabe destacar el elevado grado de seguridad para la aplicación de teledisparo directo.

El soporte de transmisión puede ser cualquier canal analógico, tal como enlaces de Ondas Portadoras sobre líneas de Alta Tensión, cables telefónicos, radioenlaces, etc.

La tecnología utilizada en el equipo está basada en el procesado digital de señal para la generación y detección de las señales y en el uso de microprocesadores para las tareas de control y decisión.

Cada terminal tipo TPC-1 de un enlace es totalmente programable y configurable vía interfaz RS-232C mediante un ordenador Personal Compatible (PC). Desde el ordenador, además, pueden supervisarse las alarmas y eventos ocurridos en el enlace de teleprotección. El paquete de software, almacenado en un único disquete de 3,5", se entrega con la documentación del equipo.

Equipado al máximo, y en función de la configuración programada por el usuario, es capaz de emitir y de recibir hasta tres órdenes de forma independiente o cualquier combinación de ellas.

El equipo, además, está dotado de un sistema de prueba que permite una rápida comprobación de su funcionamiento mediante una prueba en bucle local.

Los terminales TPC-1 cumplen con la Recomendación CEI 834-1 (1988) y con el borrador de 31 de Julio de 1995 revisión de la CEI 834-1 (1988), relativos a los sistemas de teleprotección.

1.6 CONSTITUCIÓN DEL EQUIPO

El equipo TPC-1 está constituido por un panel de 19" y tres unidades de altura normalizadas, preparado para montaje en rack. En él se alojan la fuente de alimentación, el módulo de interfaz de línea y los módulos de teleprotección. Para la transmisión de una única orden, el terminal debe equiparse con el módulo de teleprotección TPCA.00. En caso de que se precise de dos a tres órdenes de forma simultánea o no, debe equiparse el terminal con dos módulos de teleprotección: TPCA.00 y TPCB.00. Cada una de las órdenes se identifica con una letra, siendo éstas A, B y C.

La función de todos los módulos se indica a continuación.

El terminal puede suministrarse con los bloques de bornes solidarios al panel o en un bloque para conexión a fondo armario. En el primer caso, los bloques de bornes están montados sobre la tapa posterior abatible y, en el segundo, están montados sobre una placa metálica que se sujeta a los perfiles verticales del armario o caja pared.

1.6.1 MÓDULOS BÁSICOS

ATPC.48 ALIMENTACIÓN

Convertidor CC/CC para generar las tensiones internas necesarias para alimentar todos los circuitos a partir de la tensión externa de 48 VCC. El módulo contiene, además, los circuitos de vigilancia de todas las alimentaciones.

Bajo demanda, el equipo puede suministrarse con módulos para tensiones de alimentación distintas, tanto alternas como continuas.

TPCP.00 INTERFAZ

Este módulo contiene los circuitos de la interfaz de línea, los circuitos de programación, el relé de incremento de potencia y el oscilador maestro.

WTPC.00 Módulo de interconexión (placa base)

Permite el conexionado de los módulos y contiene los conectores de las señales de entrada y salida del terminal.

1.6.2 MÓDULOS DE TELEPROTECCIÓN

TPCA.00 TELEPROTECCIÓN ORDEN "A"

Este módulo contiene el procesador digital de señal (DSP) que se ocupa de la generación de los tonos de guarda y disparo e implementa un banco de filtros para la recepción de las órdenes. Un microcontrolador auxiliar se encarga de la toma de decisiones en la recepción de órdenes,

de la gestión de las entradas y salidas, de la supervisión del enlace y de la realización de la prueba tanto automática como manual.

El módulo también contiene los circuitos de entrada y salida, así como los contadores de número de órdenes emitidas y recibidas asociados a la orden A.

TPCB.00 TELEPROTECCIÓN ÓRDENES “B” Y “C”

El módulo contiene los circuitos de entrada y salida, y los contadores correspondientes de órdenes emitidas y recibidas, asociados a las órdenes B y C.

1.7 DESCRIPCIÓN FUNCIONAL

La descripción se inicia con los circuitos de emisión y de recepción. A continuación, se detalla el proceso de auto verificación del equipo y, finalmente, los dispositivos de prueba.

1.7.1 CIRCUITOS DE EMISIÓN

En estado de reposo, el emisor emite en permanencia un tono de guarda y, cuando debe enviarse una orden, se sustituye éste por un tono de disparo. Las señales de baja frecuencia se transmiten a la línea a través de la interfaz del módulo TPCP.00.

El número de tonos de disparo crece con la capacidad de gestión de órdenes a fin de poder cubrir todas las combinaciones posibles. Para la transmisión de una sola orden, además del tono de guarda, es necesario un tono de disparo; para la transmisión de dos órdenes, son necesarios tres tonos de disparo, uno para cada orden y un tercero para la transmisión simultánea de ambas; para la transmisión de tres órdenes, son necesarios siete tonos de disparo, uno para cada orden, tres para la transmisión simultánea de dos órdenes y un séptimo para la transmisión simultánea de las tres órdenes. Este procedimiento de asignar una única señal para cada combinación posible, presenta la ventaja de poder utilizar toda la potencia disponible del canal para cualquier situación de disparo.

En el emisor, para cada orden (A, B y C), se han dispuesto dos circuitos de entrada lado protecciones totalmente independientes cuya gestión se establece por programación en base a las condiciones que se precisen. El cambio de estado de una entrada de orden inicia una rutina de validación, la cual no activa el proceso siguiente hasta que no ha sido confirmada. De no serlo, el equipo de teleprotección genera la alarma general mediante un indicador visual y un relé con contacto libre de potencial. Las causas que provocan la condición de alarma general están indicadas en el manual *Puesta en servicio*.

La lógica de decisión de los dos circuitos de cada entrada, denominados 1 y 2, puede programarse de tres modos distintos para determinar que el emisor debe proceder a activar la rutina de emisión. Estos modos son:

- Ambas entradas deben estar activas para provocar la emisión de orden.
- Cualquiera de las dos entradas provoca la emisión de orden.
- La entrada 2 provoca la emisión de orden la cual cesa si se activa la entrada 1.

Además, es posible predisponer estas entradas para que su activación corresponda a presencia o ausencia de tensión.

Si se cumplen las condiciones de entrada programadas, se procede a iniciar el proceso de emisión de orden, es decir, se activa el relé de incremento de potencia, se interrumpe la emisión de la señal de guarda y se procede a la emisión de la señal de disparo correspondiente.

La emisión de una orden puede programarse para tener lugar de alguna de las formas siguientes:

- a) Emisión mientras esté presente la orden.
- b) Emisión prolongada.
- c) Emisión limitada.
- d) Emisión de duración fija.

En cualquiera de los casos anteriores, además, se puede programar que la emisión de la señal de disparo correspondiente se lleve a cabo sólo si la condición de entrada activa persiste al menos durante un tiempo programable entre 2 y 30 ms desde su detección.

El incremento de potencia, habitual en los sistemas de teleprotección, durante la transmisión de una orden de disparo se efectúa en el emisor del terminal. La programación del incremento de potencia permite incrementar la potencia de salida de una señal entre 0 y +6 dB sobre el valor nominal. Además, cada vez que se transmite una orden de disparo, el equipo señala la orden de incremento de potencia mediante los contactos de un relé. El incremento de potencia, por lo tanto, puede efectuarse directamente en el terminal o bien, mediante el relé de incremento de potencia, puede entregarse una señalización al equipo de transmisión para que éste lleve a cabo el incremento de potencia. Debe tenerse en cuenta que el nivel nominal de salida del terminal TPC-1 debe ser igual al nivel nominal de entrada del equipo de transmisión.

Por otro lado, cada vez que tiene lugar la emisión de una orden, existe indicación luminosa de emisión de orden en el equipo a la vez que se incrementa el contador de órdenes emitidas y se activa el relé de señalización

correspondiente, obteniéndose así señalización local y externa. La fecha y la hora en la que se ha emitido la orden queda almacenada en el registro cronológico del equipo.

1.7.2 CIRCUITOS DE RECEPCIÓN

El receptor supervisa continuamente la señal de guarda que recibe, la cual le mantiene en reposo y le indica que el canal de transmisión está en buen estado. Si el nivel de la señal de guarda no está dentro de los valores nominales prefijados, se genera la alarma general. En caso de que la señal de guarda esté por debajo del nivel mínimo prefijado considerado como desaparición de señal de guarda, además de generarse la alarma general, se bloquea el receptor y se señala la alarma de falta de vía.

Cuando debe enviarse una orden, la señal de guarda se sustituye por un tono de disparo.

Si el receptor detecta ausencia de señal de guarda y presencia de señal de disparo, caso que ésta se considere válida, se activa el relé de salida de orden correspondiente.

La señal procedente de la línea, a través de la interfaz del módulo TPCP.00, sigue dos caminos. Por un lado, se somete a un proceso de digitalización y por otro a un proceso no lineal basado en el uso de un cuadrador antes de ser limitada en banda y también digitalizada.

Los procesos de decisión se llevan a cabo básicamente por el microcontrolador. El procesador digital implementa hasta ocho filtros, que corresponden al tono de guarda y a los siete posibles tonos de disparo. La frecuencia central y ancho de banda de estos filtros se definen por el usuario mediante programación del equipo. Cada tono asociado a una orden o combinación de ellas es detectado por su filtro y lógica de decisión correspondiente a fin de activar la salida de orden asociada. El ancho de banda de los filtros es función del tiempo de transmisión requerido, que debe seleccionarse entre los tres posibles de 7, 15 y 25 ms.

La desaparición del tono de guarda inicia una ventana temporal durante la cual se espera recibir una señal de disparo. Si, transcurrido el tiempo de la ventana, no se ha recibido ninguna señal, sea la señal de guarda que se restablece o una señal de disparo, se bloquea el receptor y se genera la alarma general y la de falta de vía.

Si se detecta una señal de disparo, se activa el proceso de validación de la misma. Caso que ésta se considere válida, se da curso a la orden realizando las siguientes acciones:

- Se energiza el relé de salida correspondiente.
- Se energiza el relé de señalización de recepción de orden.

- Se ilumina el LED de recepción de orden asociado.
- Se incrementa el contador de órdenes recibidas.
- Se anota en el registro cronológico la fecha y la hora en la que se ha recibido la orden.

Una orden recibida se considera válida si rebasa una duración mínima preestablecida, que depende del tipo de aplicación programado.

El tiempo de excitación del relé de salida de orden puede programarse para que sea:

- a) El mismo que el de recepción de orden.
- b) Limitado.
- c) Prolongado.
- d) Fijo.

La señal de guarda se detecta siempre mediante un proceso lineal y un filtrado paso-banda ya que puede coexistir con otras señales en el canal de transmisión, mientras que las de disparo se someten a un proceso no lineal antes del filtro paso-banda.

Con el proceso no lineal se obtiene un incremento muy notable en la característica de seguridad del sistema. En el canal no puede coexistir más de una señal durante la emisión de un tono de disparo. Teniendo en cuenta que la señal de guarda puede coexistir con otras informaciones, durante la emisión de orden deben eliminarse todas las demás señales, hecho que permite dar mayor potencia al tono de disparo a fin de mejorar la relación Señal/Ruido a la entrada del receptor lo cual repercute también en una mejora de la característica de obediencia.

1.7.2.1 Teleseñalización

Por programación, es posible establecer que una o ambas direcciones del enlace funcionen como teleseñalización.

Cuando el equipo funciona en modo teleseñalización, siempre que el receptor detecta la presencia de una señal de disparo y considera que ésta es válida, se activa el relé de salida de orden correspondiente. A diferencia del modo teleprotección, para que se acepte un disparo, no es necesaria la presencia previa de la señal de guarda y, caso de existir, tras su desaparición, no existe una ventana temporal de recepción de orden.

Cuando se valida una señal de disparo, además de la energización del relé de salida de orden correspondiente, se llevan a cabo las mismas acciones que en modo teleprotección, es decir, se anota la recepción de la orden en el registro cronológico, existe indicación luminosa de recepción de orden en el equipo a la vez que se incrementa el contador de órdenes recibidas y se activa el relé de señalización

correspondiente. No obstante, a diferencia del modo teleprotección, también se anota en el registro cronológico el fin de emisión y de recepción de orden.

La teleseñalización exige una determinada configuración. En el terminal programado en modo teleseñalización, debe especificarse que el tiempo de activación de cada relé de salida de orden sea el mismo que el de recepción de orden y, en el terminal del otro extremo, debe programarse que la emisión de orden se efectúe en permanencia mientras persista la orden a la entrada. En modo teleseñalización, por tanto, cada salida de orden es un fiel reflejo del estado de las entradas de orden correspondientes del terminal remoto.

El modo teleseñalización puede elegirse independientemente de que la otra dirección del enlace se explote como teleprotección. No obstante, en la dirección programada como teleseñalización, no se pueden programar otras órdenes como teleprotección.

1.7.2.2 Bloqueo del receptor

El bloqueo del receptor puede producirse por una de las causas siguientes:

- No se recibe guarda durante un tiempo superior a 30 ms y no se recibe ningún tono de disparo.
- Se recibe más de un tono durante un tiempo superior a 30 ms.
- El conmutador accionado por llave del frontal se ha situado en posición BLOQUEO.

Cuando el receptor se bloquea, se genera la alarma de bloqueo del receptor. El bloqueo por tonos interferentes genera, además, la alarma de recepción simultánea de varios tonos. Las alarmas permanecen activas hasta que se produce el desbloqueo del receptor. En el primer caso, por otro lado, también se genera y registra la alarma de falta de vía.

En modo teleseñalización, sea cual sea la causa por la que el equipo se encuentra en la situación de bloqueo, el desbloqueo del receptor se produce de forma inmediata cuando se recibe una señal, ya sea de guarda o disparo.

En modo teleprotección, para que el receptor se desbloquee, debe recibirse guarda durante un tiempo determinado. En todos los casos, debe recibirse guarda durante 30 ms como mínimo. En cambio, de darse cualquiera de las situaciones durante un tiempo superior a 500 ms, la señal de guarda debe recibirse durante 2,5 s como mínimo.

Al alimentar el equipo, siempre se produce el bloqueo del receptor. En este caso, el desbloqueo del receptor requiere la recepción de la señal de guarda durante 2,5 s como mínimo.

El equipo incorpora en su frontal una llave de dos posiciones que permite bloquear los circuitos de entrada y salida lado protecciones. La situación de la llave en posición BLOQUEO es equivalente a la desconexión de los circuitos lado protecciones. Su acción queda señalizada en el registro cronológico, así como cualquier situación de bloqueo del receptor.

Cuando el tiempo de bloqueo del receptor es superior a 500 ms, el relé de señalización de bloqueo se desactiva¹, siempre y cuando no exista para el mismo una temporización adicional, y la situación de bloqueo se registra. Cuando el bloqueo del receptor es debido a la no recepción de la señal de guarda, la desactivación del relé y el registro del bloqueo se produce, en cambio, transcurrido un tiempo de bloqueo de 30 ms.

1.7.3 PROCESO DE AUTOVERIFICACIÓN

El equipo dispone de un sistema de medida de ruido, implementado sobre la porción del espectro reservada a la señal de guarda, a fin de proceder a generar la alarma general si la relación Señal/Ruido desciende por debajo de un valor prefijado.

La porción del espectro reservada a la señal de guarda también se emplea como canal interno de comunicación que opera con modulación FSK de banda estrecha. Este canal se utiliza para la transmisión del estado de las alarmas del frontal entre terminales.

En condiciones de reposo, cada terminal realiza una autoverificación continua a la vez que supervisa el nivel de la señal de guarda recibida y la relación Señal/Ruido del enlace. Ésta verifica los circuitos de programación en general, es decir, bancos de memoria y configuración del procesador digital de señal. Si como resultado de la autoverificación se detecta un mal funcionamiento, el equipo se reinicializa y se anota en el registro cronológico la naturaleza del fallo detectado.

1.7.4 DISPOSITIVOS DE PRUEBA

El equipo dispone de unos dispositivos para efectuar pruebas con bucle local, tanto de forma manual como automática.

Cuando en el equipo se efectúa una prueba en bucle local, se desconectan los relés de salida de orden y se mantiene la transmisión de la señal de guarda al equipo colateral. En todo momento, el terminal supervisa la recepción de la señal de guarda procedente del otro terminal y de la posible entrada de órdenes procedente de su interfaz lado protecciones. Esto permite suspender la prueba y atender una emisión o recepción de una orden real caso de producirse.

La prueba con bucle local consiste en el envío por parte del emisor a su propio receptor de los tonos de disparo, programados en este último, de manera secuencial y sin interrupción del envío de la guarda al terminal colateral. El receptor procesa los tonos de prueba recibidos de la misma forma que se efectuaría con un tono de disparo

recibido procedente del terminal colateral. En caso de que el receptor identifique correctamente todas las señales de prueba, la prueba será correcta.

El resultado de la prueba, tanto si es satisfactorio como si no, queda indicado mediante el LED correspondiente. Si como resultado de la prueba se detecta algún malfuncionamiento, se genera la alarma general a la vez que se anota en el registro cronológico el motivo del fallo.

Cuando el equipo está en modo prueba, tanto manual como automática, ésta aparece señalizada en el LED correspondiente del frontal.

La única diferencia entre la prueba manual y la prueba automática es el mecanismo que inicia el proceso. La prueba automática empieza al vencimiento de una temporización, la cual se selecciona mediante la opción de programación correspondiente. La prueba manual puede activarse desde el terminal de programación o bien mediante el interruptor situado en el frontal del equipo. En este caso, dadas las señalizaciones que efectúa el equipo, la prueba puede ser activada cada 10 s.

El equipo, por otro lado, dispone de una opción de programación que permite enviar órdenes de teleprotección al terminal del otro extremo, previa introducción del código de acceso. En la pantalla asociada a la opción, se seleccionan los circuitos de entrada de orden que debe activar el emisor. Programadas las entradas, el emisor envía al receptor del otro extremo el tono de disparo correspondiente. El envío se efectúa en permanencia hasta que no se lleva a cabo su desactivación. En el equipo, las órdenes enviadas quedan señalizadas mediante los LEDs correspondientes.

Durante el envío de órdenes de teleprotección por programación, no es posible realizar una prueba en bucle local.

1.8 PROGRAMACIÓN, CONFIGURACIÓN Y SUPERVISIÓN DEL SISTEMA

El terminal TPC-1 es totalmente programable desde un PC, vía interfaz RS-232C. El conector de la interfaz de servicio RS-232C se encuentra situado en el frontal del módulo TPCP.00. Tanto la información de configuración como los parámetros de supervisión correspondientes se almacenan en dos circuitos EEPROM en configuración redundante.

La programación puede efectuarse de manera directa, es decir, desde un PC conectado al terminal a programar, o de forma indirecta almacenando previamente la programación en un disquete para transferirla posteriormente, mediante un PC, a dicho terminal. En el primer caso pueden programarse sólo aquellos módulos que configuren el terminal, mientras que en el segundo puede almacenarse cualquier configuración previamente definida.

El programa de Configuración y supervisión del sistema TPC-1 está estructurado en forma de menús, siendo los principales el menú de programación y el menú de supervisión.

Toda operación de programación está protegida con un código de acceso para impedir la alteración de los parámetros operativos por parte de personal no autorizado.

1.8.1 MENÚ DE PROGRAMACIÓN

El equipo de teleprotección se configura programando los parámetros asociados al emisor y al receptor.

También pueden programarse otros parámetros tales como teleseñalización, periodicidad de la prueba automática en bucle local, umbral de alarma por baja relación Señal/Ruido, etc.

1.8.1.1 Programación del emisor

En primer lugar se debe definir el número de órdenes a transmitir, que según configuración del equipo puede ser de una, dos o tres.

De forma independiente, a cada orden se le asigna un tiempo de transmisión a elegir entre los tres posibles de 7, 15 y 25 ms que corresponden con las aplicaciones de telebloqueo, disparo permisivo y disparo directo. El tiempo de transmisión condiciona el ancho de banda del filtro de detección, por lo que su elección debe ser coherente con el número de órdenes a transmitir. Una vez seleccionados los tiempos de transmisión de las señales de disparo, el sistema asigna a la guarda un tiempo de transmisión igual al menor de ellos.

Las frecuencias de los tonos de guarda y disparo se programan dentro del conjunto de frecuencias definidas en las Recomendaciones R.35, R.37 y R.38 de la UIT-T. Para cada tono, el programa indica, mediante una combinación de teclas de ayuda, cuales son las frecuencias que tiene disponibles en función del tiempo de transmisión programado y de las frecuencias de los demás tonos programados.

Por otro lado, se debe programar el nivel de emisión de las señales de guarda y disparo y el nivel en la condición de incremento de potencia.

Cada orden posee dos circuitos de entrada independientes, denominados 1 y 2, cuya lógica de decisión, para determinar que el emisor debe proceder a activar la rutina de emisión de orden, puede programarse de tres modos distintos:

- Ambas entradas deben estar activas para provocar la emisión de orden.
- Cualquiera de las dos entradas provoca la emisión de orden.
- La activación de la entrada 2 provoca la emisión de orden la cual cesa si se activa la entrada 1.

Tal y como se ha descrito en el capítulo de principio de funcionamiento de los

circuitos de emisión, la emisión de orden puede llevarse a cabo con diferentes condiciones de duración. Éstas son:

- a) Emisión en permanencia de la señal de orden correspondiente mientras persista la orden a la entrada del equipo.
- b) Emisión de la señal de orden con una prolongación adicional programable entre 20 y 2500 ms después de la desaparición de orden en la entrada.
- c) Emisión de la señal de orden limitada a un valor programable entre 20 y 2500 ms cuando la duración de la orden presente a la entrada del equipo es superior a éste. Si no supera el valor programado, la emisión de orden cesa cuando cesa la orden a la entrada.
- d) Emisión de la señal de orden durante un tiempo prefijado por programación, entre 20 y 2500 ms, independientemente de la duración de la orden a la entrada.

En cualquiera de los cuatro casos anteriores, además, se puede programar que la emisión de la señal de disparo correspondiente se lleve a cabo sólo si la condición de entrada activa persiste al menos durante un tiempo programable entre 2 y 30 ms desde su detección.

1.8.1.2 Programación del receptor

En el receptor existe una serie de parámetros que deben programarse de acuerdo con la configuración que se ha efectuado en el emisor colateral. Éstos son el número de órdenes a recibir, los tiempos de transmisión y las frecuencias de los tonos de guarda y disparo.

También debe introducirse el nivel de recepción de la guarda.

El tiempo durante el cual los relés de salida de orden deben permanecer energizados puede, por programación, ser:

- a) El mismo que el de recepción de orden.
- b) Limitado a un valor entre 20 y 2500 ms.
- c) Prolongado a un valor entre 20 y 2500 ms después de la desaparición de la orden recibida.
- d) Fijo, con una duración total entre 20 y 2500 ms.

1.8.1.3 Programación de otros parámetros

Cuando se requiera que el equipo ejecute la prueba en bucle local de forma automática, es posible programar su periodicidad en horas.

También puede definirse el umbral de activación de alarma por baja relación Señal/Ruido así como el umbral de desactivación de la misma.

Asimismo, puede programarse una temporización para la activación de los relés de alarma general y bloqueo receptor.

Por otro lado, es posible especificar que una o ambas direcciones del enlace funcionen como teleseñalización.

1.9.2 MENÚ DE SUPERVISIÓN

El menú de supervisión o de visualización de parámetros permite verificar el funcionamiento del Terminal. Algunos parámetros de supervisión se presentan y adquieren automáticamente, mientras que otros deben ser solicitados por el usuario.

Las opciones facilitadas por el sistema de supervisión son las siguientes:

- Alarmas del equipo.
- Registro cronológico.
- Estado contadores, entradas, emisión y recepción de orden.
- Nivel de relación Señal/Ruido.

1.9.2.1 Alarmas del equipo

Las alarmas del equipo que se visualizan son las siguientes:

- Baja relación Señal/Ruido.
- Nivel incorrecto de la señal de guarda.
- Falta de vía.
- Bloqueo del receptor.
- Fallo en los circuitos de entrada de orden.
- Fallo detectado al realizar la prueba en bucle local.
- Datos de configuración erróneos.
- Falta módulo de teleprotección TPCB y se ha programado más de una orden.
- Fallo de alimentación del submódulo KTPA.
- Recepción simultánea de varios tonos.
- Fallo controlador memorias EEPROM.
- Fallo comunicación con DSP.

Todas ellas, además, se anotan en el registro cronológico. En el caso de la alarma por fallo en los circuitos de entrada de orden se registra, además, el número de circuito que ha fallado. Asimismo, en el caso de la alarma por fallo detectado al realizar la prueba en bucle local se registra, además el motivo del fallo.

1.9.2.2 Registro cronológico

La aparición y desaparición de las alarmas que se producen en el enlace de teleprotección, así como los eventos, se almacenan en un registro.

Una vez se accede a la opción Registro Cronológico, la lectura de los mensajes es posible desde los comandos: Listado de alarmas, Listado de eventos y Listado de alarmas y eventos. De otro lado, mediante el comando Salvar en fichero de texto, es

posible generar un fichero de texto con los mensajes, imprimible desde cualquier editor de textos u hoja de calculo.

En los listados, los mensajes aparecen ordenados cronológicamente empezando por el más reciente. Para cada alarma o evento se presenta una breve descripción y la fecha y la hora en que se generaron.

El registro tiene una capacidad máxima, por lo que cuando se sobrepasa esta cantidad se van eliminando del registro los primeros eventos o alarmas introducidos.

Algunos de los eventos que se registran son los siguientes:

- Emisión de orden A, B ó C.
- Recepción de orden A, B ó C.
- Duración de orden A, B ó C.
- Registro cronológico borrado.

1.9.2.3 Estado contadores, entradas, emisión y recepción de orden

Mediante esta opción del menú de supervisión es posible conocer el estado actual de los contadores de órdenes emitidas y de los de órdenes recibidas, situadas en el frontal del equipo.

Además, es posible conocer si una entrada de orden está activa y si está emitiendo ó recibiendo una señal de disparo.

1.9.2.4 Nivel relación Señal/Ruido

Esta opción del menú de supervisión presenta una estimación de la relación señal a ruido indicando, además, si existe situación de alarma por baja relación S/R.

1.9.3 MENÚ DE AYUDA A LA PUESTA EN SERVICIO

Este menú, como su nombre indica, tiene por objeto facilitar al usuario la puesta en servicio del Terminal.

El menú contiene una opción que permite llevar a cabo la prueba en bucle local. El resultado de la prueba, satisfactorio o no, se muestra en pantalla. Esta misma opción, de otro lado, permite reinicializar los contadores de órdenes emitidas y los de órdenes recibidas, y efectuar un reset del equipo.

Dicho menú, además, dispone de una opción que permite enviar órdenes de teleprotección al Terminal del otro extremo.

Finalmente, dos opciones del menú muestran, para cada módulo de teleprotección, las predisposiciones a efectuar de acuerdo con el estado de activación de las entradas de orden y de la tensión nominal que se aplicará a las mismas.

1.10 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

1.10.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Aplicación	Telebloqueo, teledisparo directo y permisivo. Teleseñalización.
Principio de funcionamiento	Emisión de un tono de guarda en reposo que se sustituye por uno de disparo cuando se desea enviar una orden.
Capacidad	Hasta 3 órdenes.
Frecuencias de guarda y disparo	Dentro de la banda fónica y programables entre las definidas en las Recomendaciones R.35, R.37 y R.38 de la UIT-T.
Tiempo nominal de transmisión	Programable entre 7 ms (Telebloqueo), 15 ms (Teledisparo permisivo) y 25 ms (Teledisparo directo).

Seguridad.

Aplicación	Relación S/N	Puc
Telebloqueo	Peor caso	< 10 ⁻³
Teledisparo permisivo	Peor caso	< 10 ⁻⁵
Teledisparo directo	Peor caso	< 6x10 ⁻⁸

Puc: Probabilidad de falsa detección.

Obediencia.

Aplicación	Tac (ms)	S/N (dB)	Pmc
Telebloqueo	15	+ 6	< 10 ⁻³
Teledisparo permisivo	20	+ 6	< 10 ⁻⁵
Teledisparo directo	40	+ 6	< 10 ⁻⁵

Pac: Tiempo de transmisión admisible.

Pmc: Probabilidad de no detección.

Salida BF

Balanceada

Impedancia nominal	600 Ω
Atenuación de reflexión	>20 dB
Nivel nominal	Programable entre -30 dBm y +0 dBm
Incremento de potencia interno	Programable entre 0 y + 6 dB. Señalización externa: Por relé de estado sólido 120mA/250Vcc.
Entrada BF	Balanceada
Impedancia nominal	600 Ω
Atenuación de reflexión	>20 dB
Sensibilidad del receptor	Programable entre -40 dBm y +0 dBm
Entradas de orden	
Número de entradas	2 circuitos para cada orden.
Tensión nominal de activación	Seleccionable entre 24, 48, 110 y 220 Vcc.
Tensión mínima de activación	En función de la tensión nominal seleccionada: 15, 30, 85 y 165 Vcc.
Tensión máxima de trabajo	260 Vcc.
Consumo	20 mA constante en todo el rango de tensiones.
Aislamiento	De acuerdo con CEI 834-1.
Salidas de orden	
Tipo	Relé de estado sólido con contacto libre de tensión y limitación de corriente (aprox. 3,5 A).
Corriente máxima	2 A en permanencia. 3 A durante un máximo de 20 s.
Tensión máxima	300 Vcc.
Aislamiento	De acuerdo con CEI 834-1.
Salidas de señalización y alarmas	
Señalización envío de órdenes	Por relé. Contacto conmutado. Capacidad máxima del contacto 1 A/ 250Vca / 150 Vcc.
Señalización de recepción de órdenes	Por relé. Contacto conmutado. Capacidad máxima del contacto 1 A/ 250Vca / 150 Vcc.
Alarma general	Por relé. Contacto conmutado. Capacidad máxima del contacto 1 A/ 250Vca / 150 Vcc.
Bloqueo del receptor	Por relé. Contacto conmutado. Capacidad máxima del contacto 1 A/ 250Vca / 150 Vcc.

Fallo alimentación	Por relé. Contacto conmutado. Capacidad máxima del contacto 1 A/ 250Vca / 150 Vcc.
Indicaciones visuales	
Señalizaciones	- Recepción de guarda. Emisión de órdenes. Recepción de órdenes. Prueba manual/automática en bucle local en curso. Prueba manual/automática correcta. Prueba manual/automática incorrecta.
Alarmas	- Falta de vía. Baja relación Señal/Ruido. Alarma general.
Contadores	- Órdenes emitidas. Órdenes recibidas.
Dispositivos de prueba	- Prueba manual en bucle local. Prueba automática en bucle local.
Interfaz para el sistema de programación y supervisión	EIA RS-232C
Velocidad de programación	300, 600, 1200, 2400, 4800 y 9600 bit/s, seleccionable por el usuario.
Alimentación	48 Vcc \pm 20%. Otras bajo demanda.
Dimensiones	482 x 133 x 320 mm.

1.10.2 CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

Temperatura y humedad	De -5 °C a +45 °C y humedad relativa no superior al 95%, según CEI 721-3-3 clase 3k5 (climatograma 3k5)
Temperatura máxima	+ 55 °C durante un periodo no superior a 24 horas (CEI 495 cls. 3.1)
Condiciones de almacenamiento	Según CEI 721-3-1, clase 1k5.

1.10.3 CARACTERÍSTICAS DEL ORDENADOR DE PROGRAMACIÓN

Tipo	Ordenador personal compatible (PC).
Modelo	AT ó superior.

Sistema operativo	MS-DOS 3.0 ó superior.
Memoria RAM	640 kbyte.
Tipo de monitor	VGA monocromo o color.
Puerto de comunicación	Serie RS-232C.

BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES DE INTERNET

- [1] HAEFELY. "High Frequency characteristics of line traps".
- [2] B. A. Mork, Member, IEEE, D. Ishchenko, Member, IEEE, X. wang, A. D. Yerrabelli, R. P. quest, C. P. Kinne. "Power line carrier Communications System Modeling".
- [3] General Electric. ECC-151-4. "Electronic Equipment Characteristics Power System Communications".
- [4] M. C. Adamson, H. J. Fiedler and R. V. Rector, 1962. "New Developments and Application Guides for Power Line Carrier".
- [5] H. J. Fiedler and F. C. Krings, 1958. "Propagation of Carrier on Transmission Lines".
- [6] AIEE Transaction, Paper No 54-228, F. C. Krings and J. L. Woodworth, 1954. "Analysis of Losses in Power Line Carrier Coupling Circuits".
- [7] AIEE Transaction, Paper No. 31-TP-65-683, E. E. Combs, 1965. "A New High Pass Coupling Network for Power Line Carrier Operation"