



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ



INGENIERIA ELECTRÓNICA

“MODERNIZACIÓN DE EQUIPOS OPLAT PARA EL ENVÍO DE SEÑALES DE TELEPROTECCIÓN DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN”.

REPORTE DE RESIDENCIA PROFESIONAL

ALUMNO	CARRERA	N° DE CONTROL	SEMESTRE
RAFAEL DIAZ HERNANDEZ	ING. ELECTRÓNICA	10270487	9°

ASESOR INTERNO	ING. GERARDO FERNANDO DIAZ BORREGO
ASESOR EXTERNO	ING. LUIS MANUEL SÁNCHEZ NIGENDA
AREA DONDE SE REALIZÓ LA RESIDENCIA	CFE ZONA DE TRANSMISIÓN TUXTLA

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS. DICIEMBRE 2014

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

1.1	Introducción.....	1
1.2	Justificación	1
1.3	Objetivos	2
1.4	Alcances y Limitaciones.....	2

CAPÍTULO 2

DESCRIPCIÓN DEL AREA DE TRABAJO

2.1	Antecedentes de la Empresa (C.F.E.).....	3
2.1.2	Organigrama de la empresa	5
2.1.3	Misión y Visión de la Empresa	6
2.2	Descripción del área donde se realizó el proyecto	6
2.3	Antecedentes de la problemática	7
2.3.1	Problemas a resolver	7

CAPÍTULO 3

FUNDAMENTO TEÓRICO

3.1	Banda de frecuencias y Técnicas de Modulación	9
3.1.2	Modulación AM-BLU	11
3.2	Onda Portadora por Línea de Alta Tensión OPLAT.....	14
3.3	Elementos que conforman un enlace OPLAT	15
3.3.1	Trampa de Onda	15

3.3.2 Divisor capacitivo.....	19
3.3.3 Unidad de Acoplamiento	21
3.3.4 Cable de Radiofrecuencia.....	27
3.4 Equipo de comunicación PLC POWERLINK	28
3.4.1 Introducción.....	28
3.4.2 descripción del sistema.....	28
3.4.3 Unidades del sistema POWERLINK.....	30
3.4.4 Descripción PLPA	30
3.4.5 fuentes de alimentación PSPA 1 y PSPA 2	32
3.4.6 filtro de línea de transmisión TXF1-XB Y TXF2-XB.....	33
3.4.7 modulo transformador de línea LT100-XB	34
3.4.8 modulo receptor RXF-XB.....	34
3.4.9 panel de conectores del Powerlink	35
3.4.10 Sección de la frecuencia portadora CFS-2	36
3.4.11 Función de la tarjeta CSPi	37
3.4.12 Módulos de interfaz VFX	37
3.4.13 La bomba de datos (DATAPUMP)	40
3.4.14 El versátil multiplexor vMUX	40
3.4.15 Aplicaciones del sistema Powerlink	42
3.5 Equipo Transmisor de Señales de Protección SWT 3000.....	49
3.5.1 Introducción.....	49
3.5.2 Características del sistema	49
3.5.3 Aplicaciones para la trasmisión.....	52
3.5.3.1 Aplicaciones para la transmisión de datos.....	52
3.5.3.2 Aplicación para transmisión digital	52

3.5.3.3 SWT 3000 para redes de fibra óptica	53
3.5.3.4 Aplicaciones para transmisiones analógicas	54
3.5.4 Servicio en banda ancha	54
3.5.5 Servicio en banda estrecha	55
3.5.6 Modos de servicio con dispositivos PLC	56
3.5.7 Posibilidades de aplicación.....	57
3.5.8 Monitoreo	59
3.5.9 Modos de protección	60
3.5.10 SNMP y acceso remoto.....	61

CAPÍTULO 4

INSTALACIÓN DE DISPOSITIVO, PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE ENLACE SUBESTACIÓN SABINO-ANGOSTURA

4.1 Instalación de cableado general del equipo Powerlink y SWT-3000	63
4.1.2 Cableado para envío de señales de teleprotección	66
4.2 Resintonización de los filtros Tx y Rx y configuración de la LT-100.....	69
4.2.1 sintonía fina de los filtros Tx.....	73
4.2.2 Ajuste del transformador de línea LT-100	75
4.2.3 sintonía del filtro Rx	76
4.3 Configuración de los servicios del Powerlink	82
4.4 Pruebas de disparo	84
4.5 Acceso al equipo OPLAT vía remota.....	86

CAPÍTULO 5

CONCLUSIÓN DE PROYECTO

5.1 Resultados	87
5.2 Conclusiones y recomendaciones	88
ANEXO	89
COMPETENCIAS ADQUIRIDAS.....	90
BIBLIOGRAFÍA Y PÁGINAS WEB	90



CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

1.1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad la Comisión Federal de Electricidad (CFE) cuenta con una amplia red de transmisión de energía eléctrica la cual abarca un extenso sector del territorio mexicano (614,653 Kms) así mismo genera una gran cantidad de energía eléctrica por año (35,385 MW) garantizando el suministro eléctrico a todo el país.

La enorme extensión que ocupan estas redes representa un gran beneficio, pues al llegar a poblaciones y muy remotas partes del país cubre la demanda de energía eléctrica de los usuarios. Además aprovechando su vasta dimensión se ha implementado sobre ellas complejas redes privadas de telecomunicaciones, las cuales permiten la transferencia de voz y todo tipo de dato, como ejemplo: teletexto, datos y señales de protección. Estos sistemas interconectan a los centros de control de energía con las plantas generadoras, subestaciones y redes de distribución. Garantizando la seguridad y confiabilidad en el control de la energía eléctrica entre plantas generadoras.

Por otra parte, dada la complejidad de la red se hace necesaria la implementación de esquemas de protección para liberar las fallas que se presentan en el sistema de potencia. De manera que, para lograr la confiabilidad y seguridad, se requiere de canales de comunicación denominadas “Señales de Tele Protección”, utilizadas con el fin de coordinar las protecciones de las líneas de transmisión de energía eléctrica manteniendo la estabilidad del sistema. CFE usa las mismas líneas de alta tensión como un medio de comunicación, transmitiendo por medio de ellas una portadora de alta frecuencia, dando origen a los sistemas OPLAT (Ondas Portadoras sobre Líneas de Alta Tensión), siendo este tipo de enlace uno de los medios por el cual se obtiene el servicio y la protección de la línea misma. Este sistema de comunicación se considera privado propio de CFE ya que no está interconectado a la red pública.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La protección del sistema eléctrico en la empresa CFE ha sido de vital importancia, por lo que; se ha hecho uso de una diversa cantidad de equipos con el único fin de establecer servicios de protección y telefonía con enlaces de comunicación por medio de las líneas de alta tensión.

No obstante, la operación constante de estos complejos equipos sufre con el tiempo desgaste y deterioro natural, lo que hace que sufran daños por diversos factores que limitan su funcionamiento y por tanto generan confiabilidad baja en los servicios.



Además tomando en cuenta que la modernización es factor importante para el crecimiento y mantenimiento de una empresa, se ha prestado como iniciativa la puesta en servicio de nueva tecnología PLC, para el correcto funcionamiento de este servicio de protección y telefonía.

Hoy en día, la mayoría de las regiones de Comisión Federal de Electricidad cuenta con equipos OPLAT (de tecnología antigua con la denominación ESB-400, ESB-500 y ESB-2000), que requieren renovación después de haber operado alrededor de 10 a 30 años y estar actualmente obsoletos y limitados respecto a los nuevos equipos de nueva tecnología.

El Presente Proyecto, pretende demostrar la puesta en servicio de nuevos equipos OPLAT Powerlink, sustituyendo a los equipos que ya se consideran obsoletos. Los cambios de estos equipos se llevarán a cabo para las líneas A3T60 (Sub. Sabino - Sub. Angostura) y A3130 (Subestación Sabino – Subestación Manuel Moreno Torres). Cabe señalar que es indispensable la renovación paulatina de estos equipos.

1.3 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar la sustitución de equipos OPLAT por equipos PLC Powerlink como parte de modernización de los sistemas de comunicación por onda portadora en líneas de alta tensión aprovechando su tecnología actual; para su buen funcionamiento.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Habilitar un canal de comunicaciones vía OPLAT entre Subestación Angostura – Subestación Sabino para la transferencia de señales de tele protección de líneas de 400 KV.
2. Asegurar la confiabilidad y seguridad del sistema eléctrico en la transferencia de servicios de protección de líneas de 400 KV.
3. Contar con un medio de operación confiable para la transferencia de señales de protección a través del equipo OPLAT Powerlink y SWT-3000 en líneas de 400 KV.

1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES

ALCANCES

Con la puesta en servicio de los nuevos equipos de comunicación PLC Powerlink y teleprotección SWT-3000 se obtendrá una eficiencia mayor en el sentido de protección de líneas y subestaciones, mejores tiempos de respuesta en cada ejecución de Tx y Rx y una mayor confiabilidad y seguridad del sistema eléctrico. Creando mayor calidad en el servicio respecto a los equipos actualmente activos.



LIMITACIONES

La puesta en servicio de cada equipo OPLAT Powerlink debe ser de manera progresiva, de tal forma que los equipos que están actualmente activos sigan protegiendo las líneas. El dejar fuera de servicio a los equipos actuales representa un gran peligro para las subestaciones y líneas, ya que al no contar con este medio de protección están expuestos a cualquier falla o anomalía.

Además para poner en funcionamiento el equipo se necesita de la intervención del departamento de protecciones y control que en ocasiones pueden estar indisponibles por causas externas a ellos.

CAPÍTULO 2

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

2.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA CFE

En 1889 operaba la primera planta hidroeléctrica en Batopilas (Chihuahua) y extendió sus redes de distribución hacia mercados urbanos y comerciales donde la población era de mayor capacidad económica.

No obstante, durante el régimen de Porfirio Díaz se otorgó al sector eléctrico el carácter de servicio público, colocándose las primeras 40 lámparas "de arco" en la Plaza de la Constitución, cien más en la Alameda Central y comenzó la iluminación de la entonces calle de Reforma y de algunas otras vías de la Ciudad de México.

Fue el 2 de diciembre de 1933 cuando se decretó que la generación y distribución de electricidad son actividades de utilidad pública y el 14 de agosto de 1937 el gobierno federal creó la Comisión Federal de Electricidad (CFE), que tendría por objeto organizar y dirigir un sistema nacional de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, basado en principios técnicos y económicos, sin propósitos de lucro y con la finalidad de obtener con un costo mínimo, el mayor rendimiento posible en beneficio de los intereses generales. (Ley promulgada en la Ciudad de Mérida, Yucatán el 14 de agosto de 1937 y publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de agosto de 1937).

La CFE comenzó a construir plantas generadoras y ampliar las redes de transmisión y distribución, beneficiando a más mexicanos al posibilitar el bombeo de agua de riego y la molienda, así como mayor alumbrado público y electrificación de comunidades. Los primeros proyectos de generación de energía eléctrica de CFE se realizaron en Teloloapan (Guerrero), Pátzcuaro (Michoacán), Suchiate y Xíla (Oaxaca), y Ures y Altar (Sonora).



*Modernización de Equipos Oplat
para el Envío de Señales de Teleprotección
de Líneas de Alta Tensión.*

El primer gran proyecto hidroeléctrico se inició en 1938 con la construcción de los canales, caminos y carreteras de lo que después se convirtió en el Sistema Hidroeléctrico Ixtapantongo, en el Estado de México, que posteriormente fue nombrado Sistema Hidroeléctrico Miguel Alemán.

En 1938 CFE tenía apenas una capacidad de 64 kW, misma que, en ocho años, aumentó hasta alcanzar 45,594 kW. Entonces, las compañías privadas dejaron de invertir y CFE se vio obligada a generar energía para que éstas la distribuyeran en sus redes, mediante la reventa.

En los años 80 el crecimiento de la infraestructura eléctrica fue menor que en la década anterior, principalmente por la disminución en la asignación de recursos a la CFE. No obstante, en 1991 la capacidad instalada ascendió a 26,797 MW.

A inicios del año 2000 se tenía ya una capacidad instalada de generación de 35,385 MW, cobertura del servicio eléctrico del 94.70% a nivel nacional, una red de transmisión y distribución de 614,653 Km, lo que equivale a más de 15 vueltas completas a la Tierra y más de 18.6 millones de usuarios, incorporando casi un millón cada año.

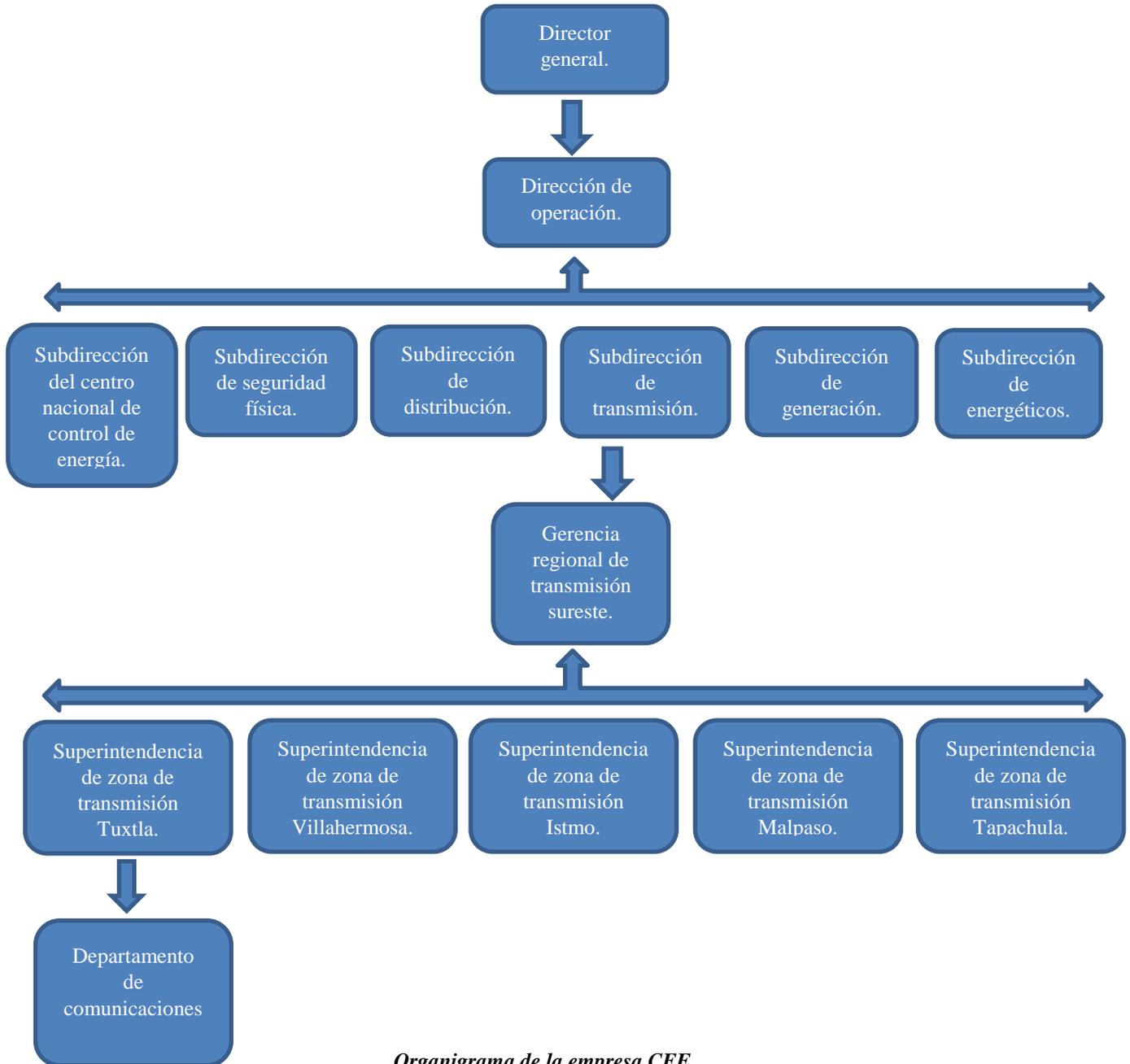
A partir octubre de 2009, CFE es la encargada de brindar el servicio eléctrico en todo el país. El servicio al cliente es prioridad para la empresa, por lo que se utiliza la tecnología para ser más eficiente,

Actualmente se continúa la expansión del servicio, aprovechando las mejores tecnologías para brindar el servicio aún en zonas remotas y comunidades dispersas. CFE es reconocida como una de las mayores empresas eléctricas del mundo, y aún mantiene integrados todos los procesos del servicio eléctrico.

2.1.2 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

Un organigrama es la representación gráfica de la estructura de una empresa o cualquier otra organización. Representa las estructuras departamentales y las personas que la dirigen.

A continuación se muestran las principales áreas que conforman la CFE.



Organigrama de la empresa CFE

2.1.3 MISIÓN Y VISIÓN DE LA EMPRESA

Misión:

Prestar el servicio público de energía eléctrica con criterios de suficiencia, competitividad y sustentabilidad, comprometidos con la satisfacción de los clientes, con el desarrollo del país y con la preservación del medio ambiente.

Visión:

Ser una empresa de energía, de las mejores en el sector eléctrico a nivel mundial, con presencia internacional, fortaleza financiera e ingresos adicionales por servicios relacionados con su capital intelectual e infraestructura física y comercial.

Una empresa reconocida por su atención al cliente, competitividad, transparencia, calidad en el servicio, capacidad de su personal, vanguardia tecnológica y aplicación de criterios de desarrollo sustentable.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DONDE SE REALIZÓ EL PROYECTO

Como se presentó en el organigrama de la CFE, cuenta con diferentes áreas y departamentos. Una de estas áreas es la de transmisión en el departamento de comunicaciones, lugar donde se realizó el presente proyecto de residencia profesional, la parte técnica para la puesta en servicio de los equipos tuvo lugar en la Subestación “Sabino”, ubicada en carretera Tuxtla-San Fernando Km 8.3 de la Col. Viva cárdenas, municipio de San Fernando. Esta subestación cuenta con diferentes líneas de transmisión, como se observa en la tabla 2.1

Línea de Transmisión	VOLTAJE	CIRCUITO
Sabino - Chicoasen	400 KV	A3130
Sabino - Angostura	400 KV	A3T60
Sabino - Cintalapa	115 KV	73830
Sabino - Chicoasén	115 KV	73800
Sabino - Tuxtla Norte	115 KV	73750
Sabino - Tuxtla Sur C1	115 KV	73370
Sabino - Tuxtla Sur C2	115 KV	73820
Sabino - Ocozocoautla	115 KV	73810
Sabino - Tuxtla Uno	115 KV	73990

Tabla 2.1 -líneas de transmisión subestación “sabino”



2.3 ANTECEDENTES DE LA PROBLEMÁTICA

La protección de las líneas ha sido de fundamental importancia para todas las áreas de trabajo en la CFE. De tal manera que desde que se comenzó a hacer uso de la tecnología de punta, se implementaron equipos de comunicación sobre ellas. La finalidad de estos equipos fue la de llevar la señalización de protecciones sobre toda la línea de alta tensión a fin de asegurar que esta no contara con ninguna anomalía eléctrica que pudiera afectar su funcionamiento.

La CFE hizo uso de los equipos de la marca Siemens para dicha tarea, equipos con la denominación ESB-500 y para protecciones SWT-500. Estos equipos brindaban una gran confiabilidad para comunicación y envío de señales de tele-protecciones, tanto que hasta el día de hoy continúan en operación, demostrando eficacia y durabilidad.

Con todo lo antes mencionado, se tiene que considerar que estos equipos llevan más de 30 años operando y que la confiabilidad y eficiencia de ellos contra las nuevas tecnologías PLC han quedado obsoletas, al grado de que algunos de ellos no se apagan bajo ninguna circunstancia, ya que el apagar estos equipos significaría el riesgo de sufrir un daño en sus componentes por la des-energización, dejando inhabilitado el sistema de tele-protección. Y aunque la CFE hace uso de la fibra óptica para protección de las líneas como respaldo, el uso del sistema OPLAT ha sido de vital importancia para el envío de las señales de tele protección. Ver tabla 2.2.

2.3.1 PROBLEMAS A RESOLVER

Actividades	Semanas															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1.-Recopilación de información.																
2.- Verificación de frecuencias de trabajo y resintonización de filtros Rx/Tx																
3.- Instalación del equipo POWERLINK y SWT-3000.																
4.-Instalación de cableado de control de datos y cableado de alimentación																

CAPÍTULO 3

FUNDAMENTO TEÓRICO

3.1 BANDA DE FRECUENCIAS Y TÉCNICAS DE MODULACIÓN

Las ondas de radio reciben también el nombre de “corrientes de radiofrecuencia” (RF) y se localizan en una pequeña porción del denominado “espectro radioeléctrico” correspondiente al espectro de ondas electromagnéticas.

El espectro radioeléctrico o de ondas de radio comprende desde los 3 KHz de frecuencia, con una longitud de onda de 100 000 m (100 Km), hasta los 30 GHz de frecuencia, con una longitud de onda de 0,001 m< (1 mm) en la tabla 3.1 se observa a detalle las bandas de radio y sus frecuencias.

BANDAS DE RADIO CORRESPONDIENTES AL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO	FRECUENCIAS	LONGITUDES DE ONDA
Banda VLF (<i>Very Low Frequencies – Frecuencias Muy Bajas</i>)	3 – 30 kHz	100 000 – 10 000 m
Banda LF (<i>Low Frequencies – Frecuencias Bajas</i>)	30 – 300 kHz	10 000 – 1 000 m
Banda MF (<i>Medium Frequencies – Frecuencias Medias</i>)	300 – 3 000 kHz	1 000 – 100 m
Banda HF (<i>High Frequencies – Frecuencias Altas</i>)	3 – 30 MHz	100 – 10 m
Banda VHF (<i>Very High Frequencies – Frecuencias Muy Altas</i>)	30 – 300 MHz	10 – 1 m
Banda UHF (<i>Ultra High Frequencies – Frecuencias Ultra Altas</i>)	300 – 3 000 MHz	1 m – 10 cm
Banda SHF (<i>Super High Frequencies – Frecuencias Super Altas</i>)	3 – 30 GHz	10 – 1 cm
Banda EHF (<i>Extremely High Frequencies – Frecuencias Extremadamente Altas</i>)	30 – 300 GHz	1 cm – 1 mm

Tabla 3.1 - bandas de radio, frecuencias y longitudes de onda

El rango de frecuencias más conveniente para la transmisión de señales a través de sistemas de onda portadora por línea de alta tensión, va de los 50 KHz a los 500 KHz. En donde el límite más bajo está determinado por las limitaciones técnicas y el costo de los equipos de acoplamiento y el límite más alto por la atenuación que presenta la línea de transmisión.

Las aplicaciones utilizadas comúnmente en estos sistemas son:

- 1.- transmisión de información de voz en forma analógica.
- 2.- transformación de información de tele protección, tele medición y control de forma digital o analógica.

Los anchos de banda utilizados para la transmisión de las señales antes mencionadas se muestran en la tabla 3.2.

Ancho de banda nominal	usos	Bandas de voz y señales transmitidas efectivas
4 KHz	Voz	300 Hz a 3400 Hz
	Señales	300 Hz a 3400 Hz o más
	Voz más señales	300 Hz a 2400 Hz 2640 Hz a 3400Hz 300 Hz a 2000 Hz 2160 Hz a 3400 Hz
2.5 KHz	Voz	300 Hz a 2400 Hz
	Señales	300 Hz a 2400 Hz
	Voz más señales	300 Hz a 2000 Hz 2160 Hz a 2400 Hz

Tabla 3.2 - anchos de banda nominales

El término modulación engloba el conjunto de técnicas para transportar información sobre una onda portadora, típicamente una onda senoidal. Estas técnicas permiten un mejor aprovechamiento del canal de comunicación lo que permitirá transmitir más información simultáneamente o proteger la información de posibles interferencias y ruidos.

Básicamente, la modulación consiste en hacer que un parámetro de la onda portadora cambie de valor de acuerdo con las variaciones de la señal moduladora, que es la información que queremos transmitir. Es decir, se encarga de transportar la señal digital que sale de la computadora, en analógica, que es en la forma que viaja a través de las líneas de teléfono comunes (modula la señal); y a sus vez, el receptor se encarga de “demodular” la señal.

Un objetivo de las comunicaciones es utilizar una frecuencia portadora como frecuencia básica de comunicación, pero modificándola utilizando un proceso denominado modulación para codificar la información en la onda de la portadora.

Existen tres aspectos básicos de la portadora que pueden modularse:

- 1.- Amplitud
- 2.- Frecuencia
- 3.- Fase o ángulo

Las tres técnicas correspondientes son las siguientes:

- 1.- Amplitud modulada (AM)
- 2.- Frecuencia modulada (FM)
- 3.- Modulación de fase (PM)

MODULACIÓN EN AMPLITUD (AM)

Amplitud modulada (AM) o modulación de amplitud es un tipo de modulación lineal que consiste en hacer variar la amplitud de la onda portadora de forma que esta cambie de acuerdo con las variaciones de nivel de la señal moduladora, que es la información que se va a transmitir.

AM es el acrónimo de Amplitude Modulation (en español: Modulación de Amplitud) la cual consiste en modificar la amplitud de una señal de alta frecuencia, denominada portadora, en función de una señal de baja frecuencia, denominada moduladora, la cual es la señal que contiene la información que se desea transmitir, como se aprecia en la Figura 3.1.

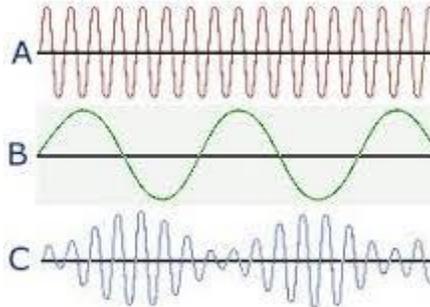


Figura 3.1 modulación AM

3.1.2 MODULACIÓN AM – BLU

Aunque la AM de portadora completa es simple, no es una forma de modulación particularmente eficiente en términos del ancho de banda o de la relación señal a ruido. El ancho de banda de la transmisión es dos veces la frecuencia modulante más alta, porque hay dos bandas laterales que contienen la misma información. Se observa que dos tercios o más de la potencia transmitida se encuentran en la portadora, estas no contienen información y sólo sirven como ayuda para la demodulación.

Eliminar la portadora antes que tenga lugar la amplificación de potencia permite que toda la potencia del transmisor se destine a las bandas laterales, dando como resultado un incremento sustancial en la potencia de la banda lateral.

Eliminar la portadora de una señal de AM completamente modulada (modulación del 100%), cambiaría la potencia disponible para las bandas laterales de un tercio al total de ella.

El incremento de potencia en las bandas laterales sería la potencia disponible total dividida entre la potencia en las bandas laterales con la portadora completa, ver Figura 3.2.

$$A_p = \frac{P_t}{\frac{1}{3}P_t} = 3$$

Donde A_p = aumento de potencia obtenido al suprimir la portadora

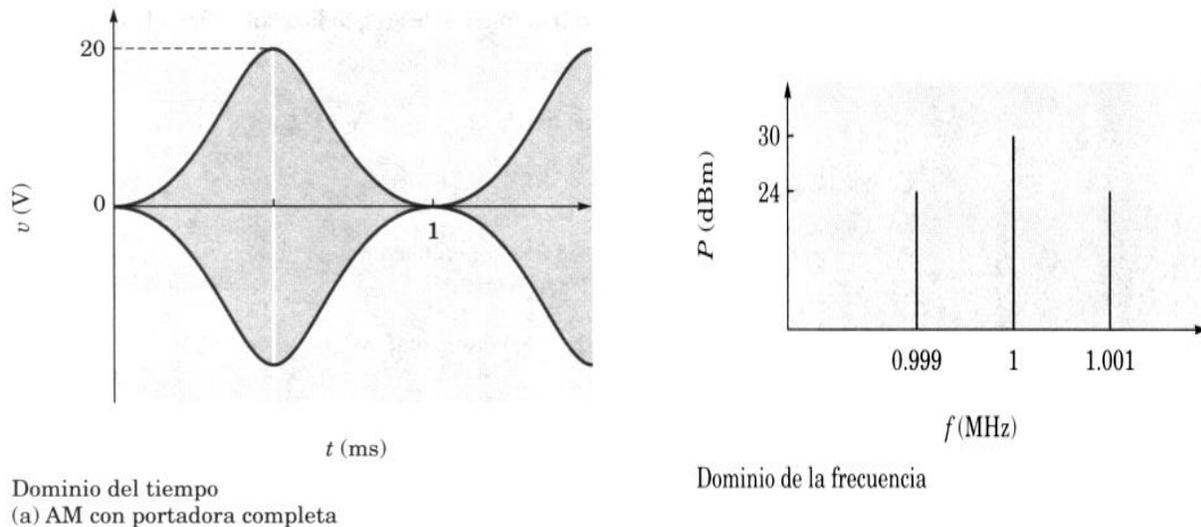


Figura 3.2 DBLSP (doble banda lateral sin portadora) en dominios de tiempo y frecuencia

Lo anterior puede presentarse en decibeles:

$$A_p(dB) = 10 \log A_p = 4.77 \text{ dB}$$

El aumento de potencia de casi 5 dB dado por la ecuación anterior es un valor mínimo, puesto que un sistema de AM, práctico por lo común, opera a menos de 100% de modulación. Las dos bandas laterales de una señal de AM son imágenes espejo entre sí, puesto que una consiste en la suma de las frecuencias de la portadora y la moduladora, y la otra es la diferencia.

Así que una banda lateral es redundante, suponiendo que se conoce la frecuencia de la portadora, y debe ser innecesario transmitir ambas a fin de comunicar la información.

Es evidente que quitar una banda lateral reduce el ancho de banda por al menos un factor de dos. Puesto que la señal moduladora pocas veces se extiende justo hasta cc, el aumento de ancho de banda generalmente será mayor que dos.

En la Figura 3.3 se ilustra este efecto. La banda base, mostrada en la Figura 3.3(a), es una señal de voz que se extiende en un intervalo de frecuencia de 300 Hz a 3 KHz. En la Figura 3.3 (b) se observa transmitida por DBLSP AM con una frecuencia portadora de 1 MHz. El ancho de banda será

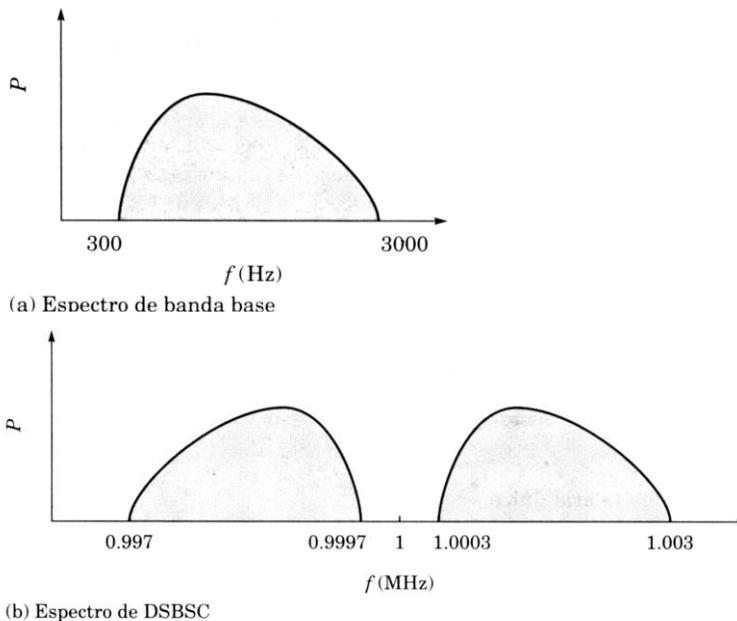
$$B = f_{m(máx)} = 2 \times 3KHz = 6KHz$$

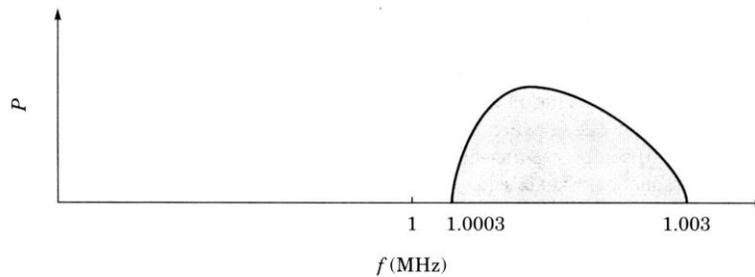
Con la transmisión en BLU como se muestra en la Figura 3.3 (c), el ancho de banda de una banda lateral es:

$$B = f_{m(máx)} - f_{m(mín)} = 3KHz - 0.3KHz = 2.7KHz$$

Esta reducción de ancho de banda trae dos beneficios. Quizá el más evidente es que la señal ocupa menos espectro. Esto permite transmitir el doble de señales en una determinada asignación de espectro. Sin embargo, no menos importante es el aumento en la relación señal a ruido que se logra al reducir el ancho de banda.

Si el ancho de banda de la señal transmitida se reduce en 50%, el ancho de banda del receptor se reduce en una cantidad equivalente. Puesto que la potencia de ruido es proporcional al ancho de banda, reducir a la mitad el ancho de banda del receptor elimina la mitad del ruido. Suponiendo que la potencia de señal permanece constante, esto representa un aumento de 3 dB en la relación señal a ruido.





(c) Espectro de SSB (USB)

Figura 3.3 transmisión de DBLSP y BLU de una señal de voz

3.2 ONDA PORTADORA POR LÍNEA DE ALTA TENSIÓN (OPLAT)

Partiendo de la existencia de la línea de transmisión que une dos subestaciones y que requieren del intercambio de información, fue desarrollado el sistema de Onda Portadora por Línea de Alta Tensión (OPLAT) que hace uso de la misma línea de alta tensión como medio físico de comunicación de la información.

El sistema OPLAT es el método más común de comunicaciones entre subestaciones y es utilizado para la transmisión de fax y datos, telefonía, telemandos, protección de la red etc. Este sistema de comunicación ha desarrollado la reputación de ser uno de los más económicos y altamente confiables. Unas de las tantas ventajas que posee este medio de comunicación son las siguientes:

Confiabilidad: Como se emplea una línea de transmisión de energía diseñada de una manera muy estricta, la confiabilidad del soporte físico de transmisión del sistema es alta.

Costo: En vista de la existencia de la infraestructura (Línea de Alta Tensión) el uso del OPLAT es bastante económico, sobre todo cuando el volumen de información a transmitir es bajo.

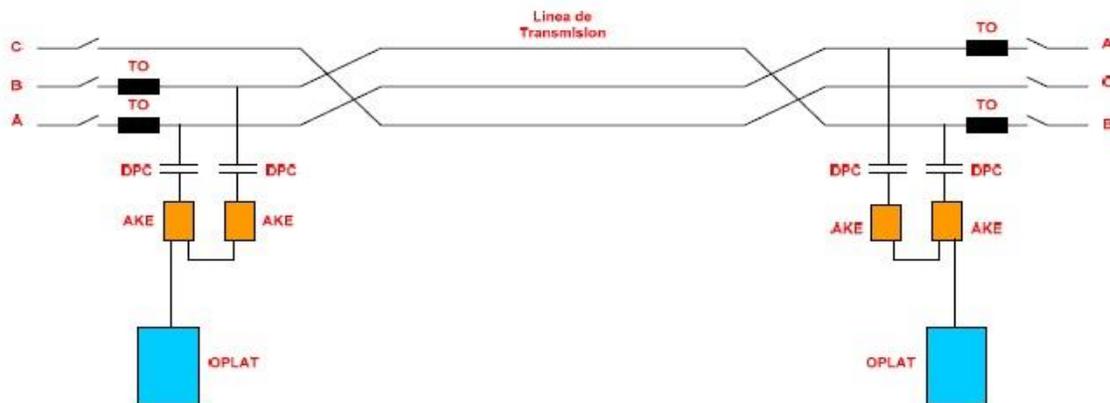
Mantenimiento: Los equipos constitutivos de un sistema OPLAT son relativamente sencillos lo que permite un mantenimiento más fácil. Adicionalmente, las subestaciones donde se ubican los equipos cuentan con infraestructura y su acceso es sencillo.

Normativa: Su regulación es escasa, normalmente, los usuarios del sistema OPLAT crean procedimientos sencillos de aplicación privada. El sistema OPLAT emplea generalmente frecuencias de rango de 50 KHz a 500 KHz. El límite inferior esta dado básicamente por el ruido del sistema y el superior por sus atenuaciones.

3.3 ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN ENLACE OPLAT

El sistema de Onda Portadora por Línea de Alta Tensión está conformado por los siguientes elementos, ver Figura 3.4.

- 1.- Trampas de Onda (TO).
- 2.- Condensadores de Acoplamiento (DPC).
- 3.- Unidad de Acoplamiento (AKE).
- 4.- Cable de Alta Frecuencia.
- 5.- Terminal OPLAT POWERLINK.
- 6.- Equipo de tele-protección SWT-3000



- TO Trampa de Onda.
- DPC Dispositivo de Potencial Capacitivo.
- AKE Acopladores de Línea.
- OPLAT Equipo de Onda Portadora Para Líneas de Alta Tensión

Figura 3.4 Elementos constitutivos y estructura general del sistema OPLAT

3.3.1 TRAMPA DE ONDA

Es un dispositivo de alta frecuencia que se conecta en serie con la línea de alta tensión. Su impedancia es baja a la frecuencia de 60Hz, de tal forma que no oponga ninguna resistencia a la transmisión de energía, pero es relativamente alta para cualquier banda de frecuencia utilizada para comunicación por portadora. Por lo general el rango de frecuencia utilizado para comunicación por portadora es de 30-500 KHz.

La alta impedancia limita la atenuación de la señal de portadora dentro del sistema de potencia impidiendo que la señal de portadora se disipe en la subestación, Aterrice en caso de una falla fuera del camino de transmisión de portadora, disipe en una línea auxiliar o en una rama del camino de la transmisión principal.

Las trampas de onda consisten en una bobina principal con un elemento protector y usualmente uno de sintonización. La bobina principal es una inductancia, la cual lleva la corriente a frecuencia de 60Hz del circuito o línea de transmisión.

El equipo de protección defiende la trampa de onda contra sobre tensiones transitorias que puedan ocurrir a través de ella. El equipo de sintonía sirve para obtener una impedancia relativamente alta para una o más frecuencias o para bandas de frecuencia altas. Ver Figura 3.5.

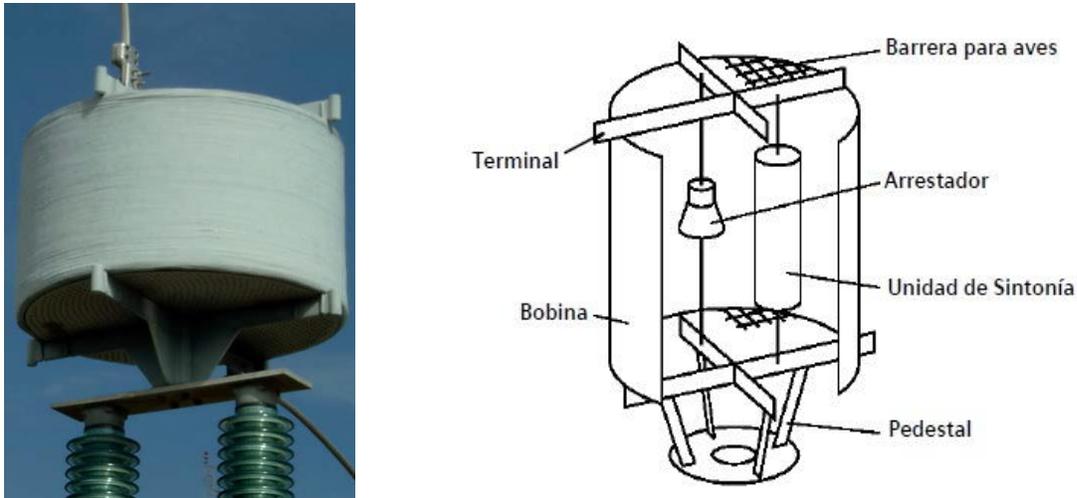


Figura 3.5 Trampa de onda y sus componentes.

Cálculo de la impedancia inductiva (Z_l) en una trampa de onda:

$$Z_l = \sqrt{R^2 + X_l^2}$$

En donde:

X_l Es la reactancia inductiva y está dada por:

$$X_l = 2\pi fL$$

R Es la resistencia inductiva y está dada por:

$$R = \frac{V}{I}$$

Las variables utilizadas anteriormente en las formulas, son:

$V = \text{voltaje}$

$I = \text{corriente}$

$f = \text{frecuencia}$

$L = \text{inductancia (henrios)}$

En la Figura 3.6 se muestra una gráfica de respuesta a la frecuencia de una trampa de onda que trabaja en un rango de 30 a 500 KHz, en ella se puede observar que para las bajas frecuencias la trampa de onda presenta baja impedancia y para las altas frecuencias muestra alta impedancia como se mencionaba anteriormente.

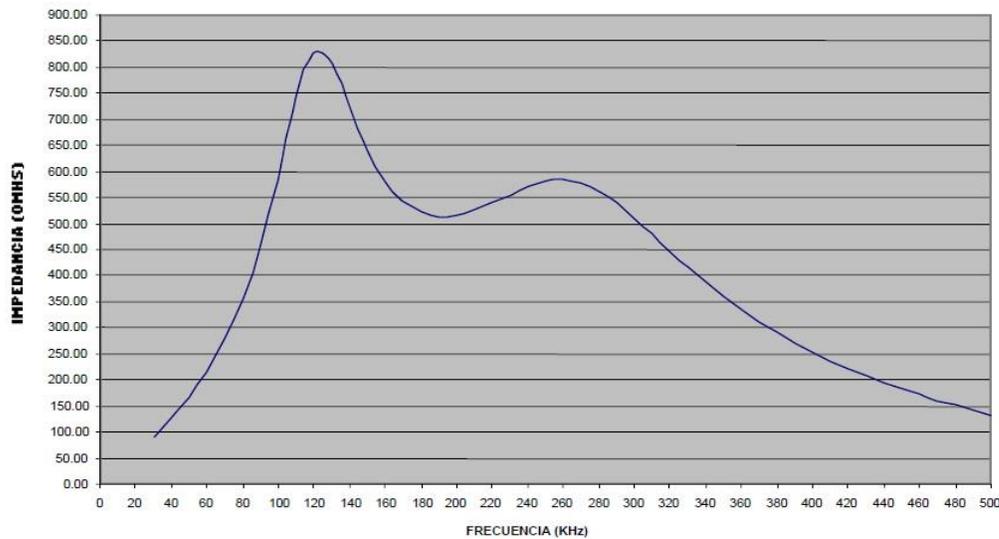
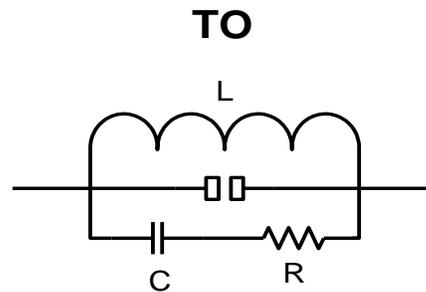
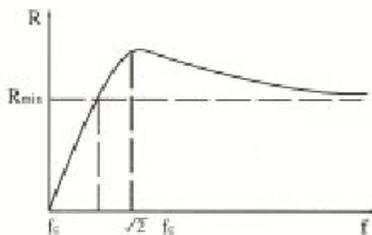


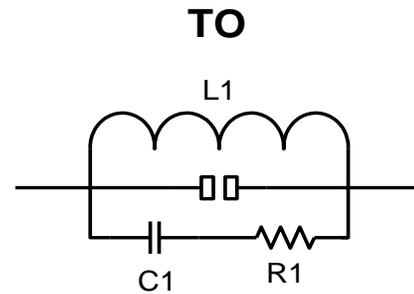
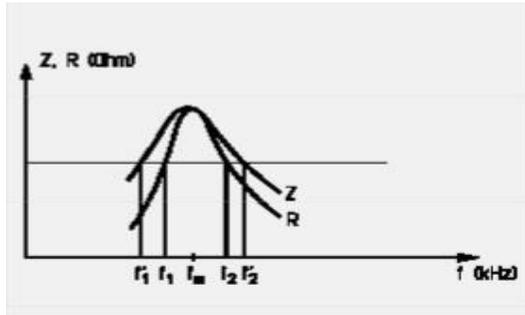
Figura 3.6 respuesta a la frecuencia de una trampa de onda de 230 Kv

Tipos de sintonía de la trampa de onda

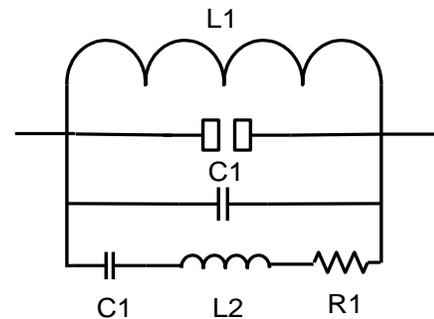
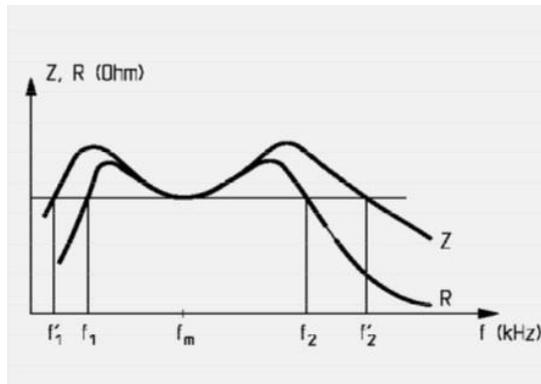
Sintonía de Banda Alta:



Sintonía específica:



Sintonía de banda ancha:



Las trampas de Onda se clasifican de acuerdo con:

El Tipo de Montaje en:

- Auto-soportadas.
- De pedestal vertical.
- De pedestal horizontal.
- De canal horizontal.
- Acoplada con capacitor en montaje horizontal.
- Acoplada con capacitor en montaje vertical.
- Universal.
- Suspendidas.

Tipo de Construcción:

- Encapsuladas
- Tipo Abierto.

Por el rango, tipo de Frecuencias y por parámetros adicionales.

3.3.2 DIVISOR CAPACITIVO

Es un arreglo de capacitancias que nos sirve para el bloqueo de la Corriente Alterna (bajas frecuencias) y un paso franco para las Radiofrecuencias para acoplar las señales útiles a la línea de Transmisión.

Es el elemento que nos permite inyectar la señal de alta frecuencia en la línea de alta tensión, por lo cual su impedancia debe ser mínima a estas frecuencias. A una frecuencia de 60 Hz su impedancia es alta. Este elemento nos sirve como aislador entre la línea de alta tensión y el equipo secundario (unidad de acoplamiento, cable de alta frecuencia y terminal OPLAT).

A altas frecuencias la atenuación es relativamente baja y a la frecuencia del sistema de potencia (60 Hz) es alto.

Estos dispositivos de acoplamiento aseguran:

1.- La transmisión eficaz de las señales portadoras entre el circuito de conexión y la línea de energía.

2.- La seguridad del personal y la protección de las partes de instalación contra los efectos de la tensión a la frecuencia de red y las sobretensiones transitorias. Ver Figura 3.7.

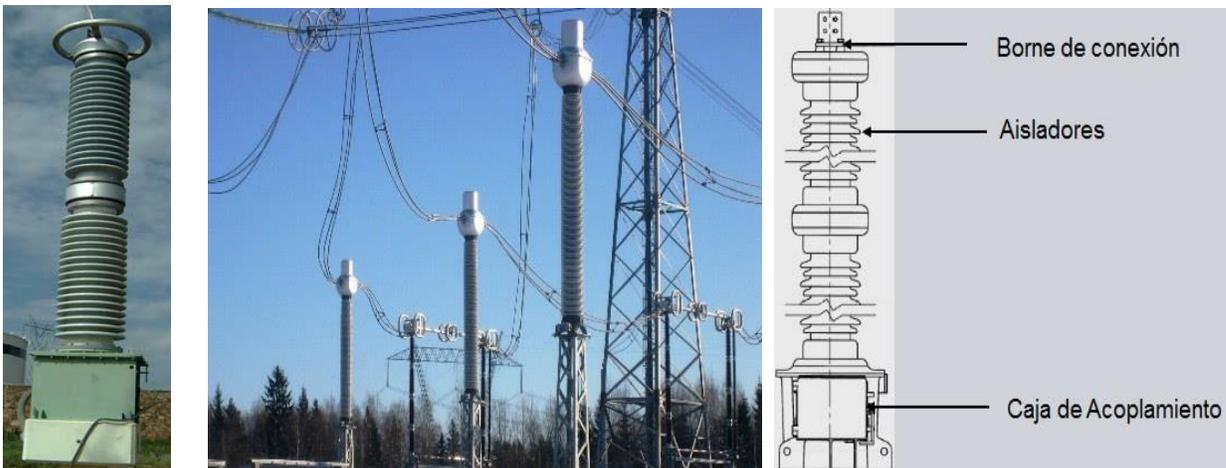


Figura 3.7 capacitor de acoplamiento (DPC)

En otras palabras, la función de este arreglo de capacitores es presentar una alta impedancia a la frecuencia de la red de 60 Hz y prácticamente un corto circuito a la radio frecuencia; basado en la fórmula de la reactancia capacitiva:

$$X_c = \frac{1}{2\pi f C}$$

En donde:

f = frecuencia

C = capacitancia en μF

Un capacitor de acoplamiento cuenta con muchas secciones, todas ellas conectadas en serie y por lo tanto, la falla de una o más secciones puede ser un incremento en el valor de la capacitancia, una variación de 3% en este valor es motivo de alarma, en cuyo caso debe ser retirada de servicio. Esta variación es con respecto a los valores iniciales medidos en el campo.

La Figura 3.8 Muestra la Respuesta de atenuación a la Frecuencia de un DPC, en ella se observa que su nivel de atenuación para altas frecuencias es relativamente bajo y a la frecuencia del sistema de potencia (60 Hz) su nivel de atenuación es alto.

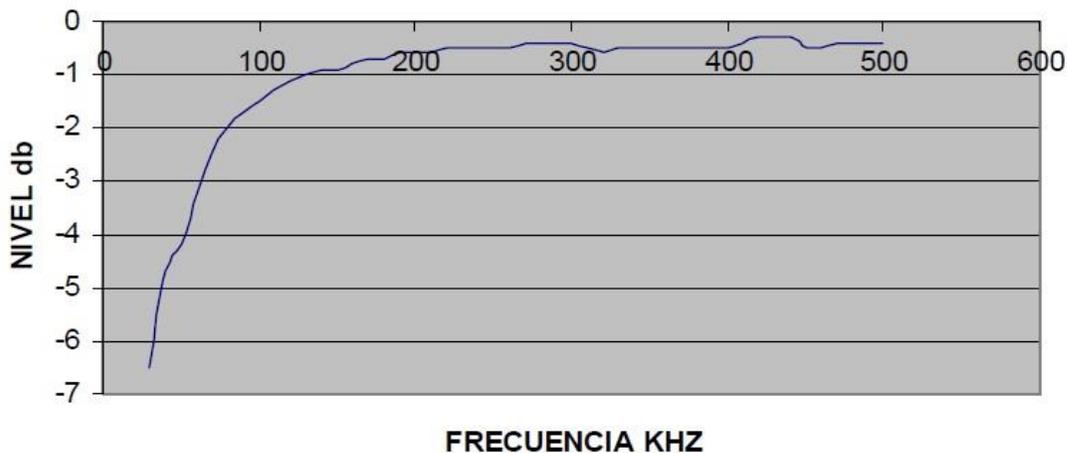


Figura 3.8 respuesta de atenuación a la frecuencia de un DPC

3.3.3 UNIDAD DE ACOPLAMIENTO (AKE)

La Unidad de acoplamiento es un dispositivo constituido por un conjunto de elementos pasivos, que en conjunto con los DPC y TPC Forman un filtro sintonizado pasa-alto y que dependiendo del valor del capacitor de acoplamiento tiene una frecuencia de corte y permite la máxima transmisión de energía útil de la señal de R.F.

Adicionalmente cuenta con los dispositivos para protección de sus elementos internos evitando la mayoría de las descargas y sobretensiones hacia el equipo de comunicaciones.

Este permite que la impedancia del sistema de potencia (del orden de 500Ω) se acople a la impedancia del equipo terminal de comunicaciones (del orden de 75Ω). Igualmente permite disponer de elementos de protección, con el fin de aislar los terminales de comunicaciones de altas tensiones del sistema de potencia, los cuales se describen a continuación:

Seccionador de puesta a tierra: Para 250 A con ojete para accionarlo con una varilla de conexión, cumple con la finalidad de lograr una segura puesta a tierra del condensador de acoplamiento.

Descargador primario: protege los aparatos de una conexión OPLAT contra sobre tensiones que puedan presentarse, su tensión de CA de reacción es de aproximadamente 2KV. Corrientes de descarga de forma común de impulsos (8/20 μ s) no afectan las propiedades del descargador hasta 5KA (valor máximo). La capacidad de descarga llega hasta 8 KA en 0.2s quedando el descargador fundido y llevando a un contacto a tierra seguro.

Bobina de derivación y sintonía: esta cumple con dos importantes funciones, deriva por una parte la corriente reactiva capacitiva del condensador de acoplamiento definido por la tensión de red, frecuencia de red y la capacidad del condensador de acoplamiento en forma segura a tierra, por otra parte ofrece inductividades variables de sintonización para la adaptación de la impedancia del acoplamiento a la línea de alta tensión.

Condensador de corte: teniendo en cuenta que la corriente reactiva de 60 Hz puede ocasionar una caída de tensión sobre la impedancia de la bobina de derivación de unos volts, se hacen necesarios los condensadores de corte, para así evitar una excitación alta inadmisibles a la frecuencia de la red del transformador de aislamiento. Están dimensionados con 0.1 μ F (o bien 1.0 μ F en el caso del condensador de acoplamiento del cable) de tal manera que no tiene una influencia importante sobre la respuesta de frecuencia de los filtros de acoplamiento dentro del rango de transmisión.

Descargador de sobre tensión en atmosfera: tensiones de perturbación a las que el descargador primario no reacciona, son puestas en corto circuito por los descargadores de sobre tensión en atmosfera de gas. Estas sobre tensiones no solo se pueden presentar del lado de alta tensión sino también del lado del cable de RF influido por alta tensión. La tensión continua nominal de reacción de cada descargador de sobre tensión en atmosfera de gas es de 230V.

Transformador de aislamiento: es el elemento más importante de la unidad de acoplamiento. Presenta un aislamiento confiable de 10 KV entre el lado de alta tensión y el de los equipos OPLAT del filtro de acoplamiento y origina la adaptación deseada de la impedancia entre la línea de alta tensión y el cable de RF. Ver Figura 3.9.

PARTES DEL ACOPLADOR DE LINEA

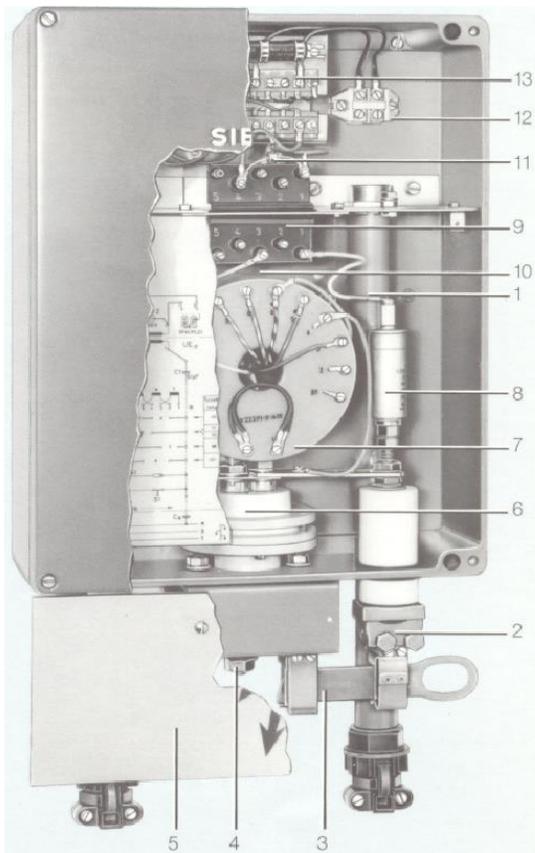


Figura 3.9 Partes del acoplador de línea.

- 1.- Tubo de protección para intemperie para cable de OPLAT.
- 2.- Conexión para Terminal del condensador de Acoplamiento.
- 3.- Succionador de tierra con ojal para pértiga.
- 4.- Toma principal de tierra.
- 5.- Protección exterior contra contactos.
- 6.- Descargador primario 1 y 2 polos.
- 7.- Bobina de derivación y sintonía.
- 8.- Condensador de corte.
- 9.- Transformador de aislamiento.
- 10.- Resistencia para conexión bifilar (Línea artificial).
- 11.- Descargador de tensión de atmósfera de gas.
- 12.- Bornes de conexión para cable OPLAT.
- 13.- Híbrido de alta frecuencia.
- 14.- Caja separadora del híbrido de alta frecuencia.

DIAGRAMA DEL ACOPLADOR

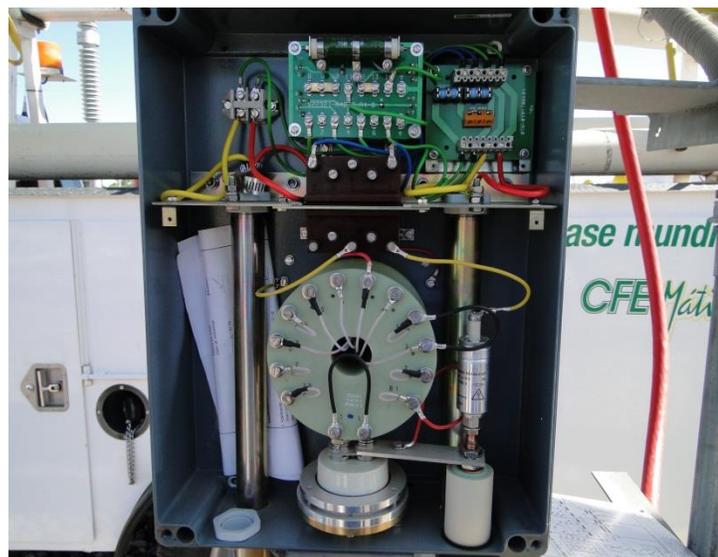
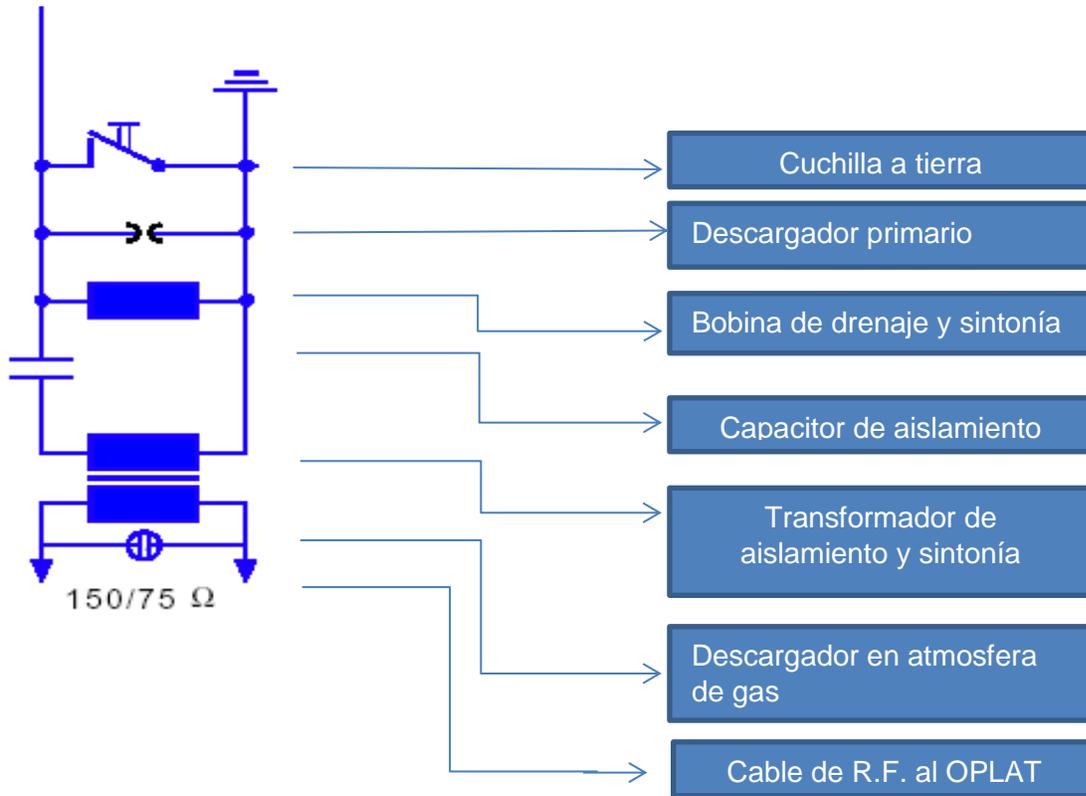
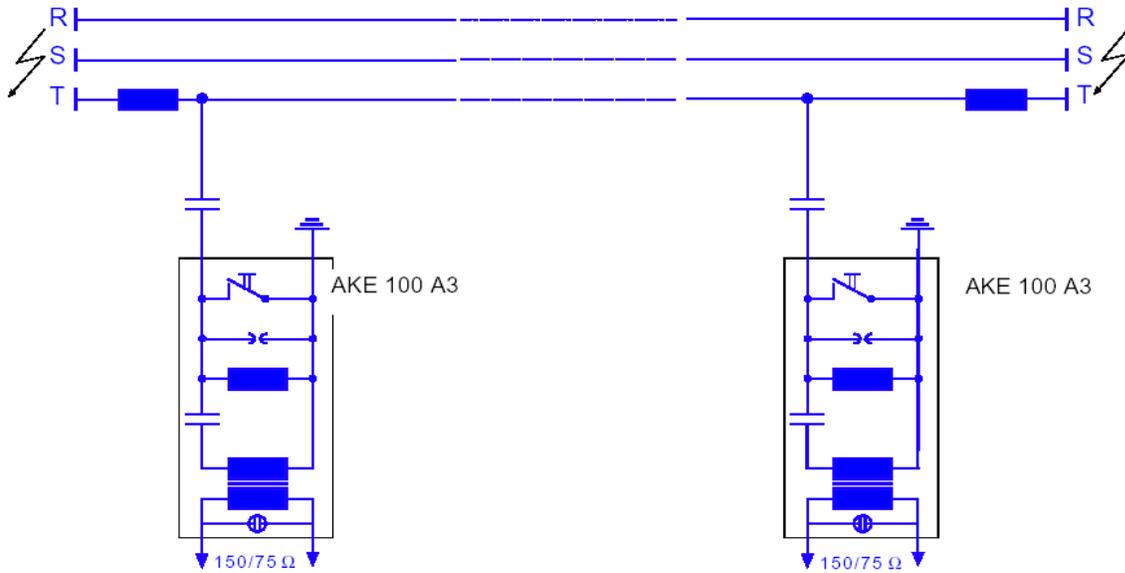


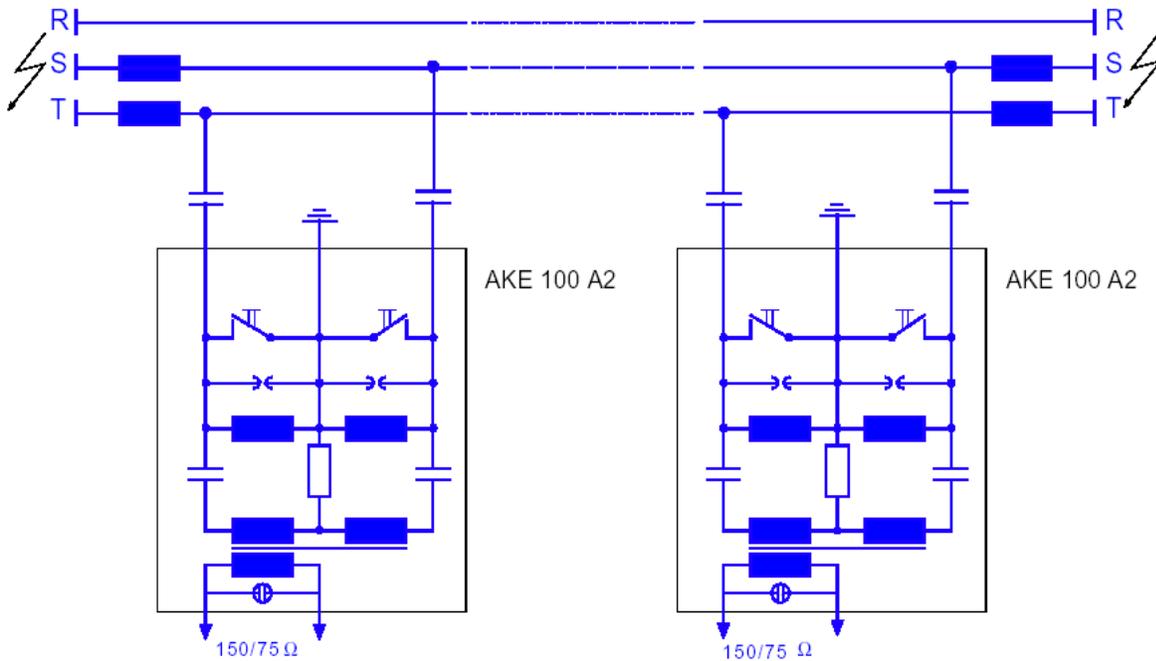
Figura 3.10 Filtro de acoplamiento AKE

TIPOS DE ACOPLAMIENTO

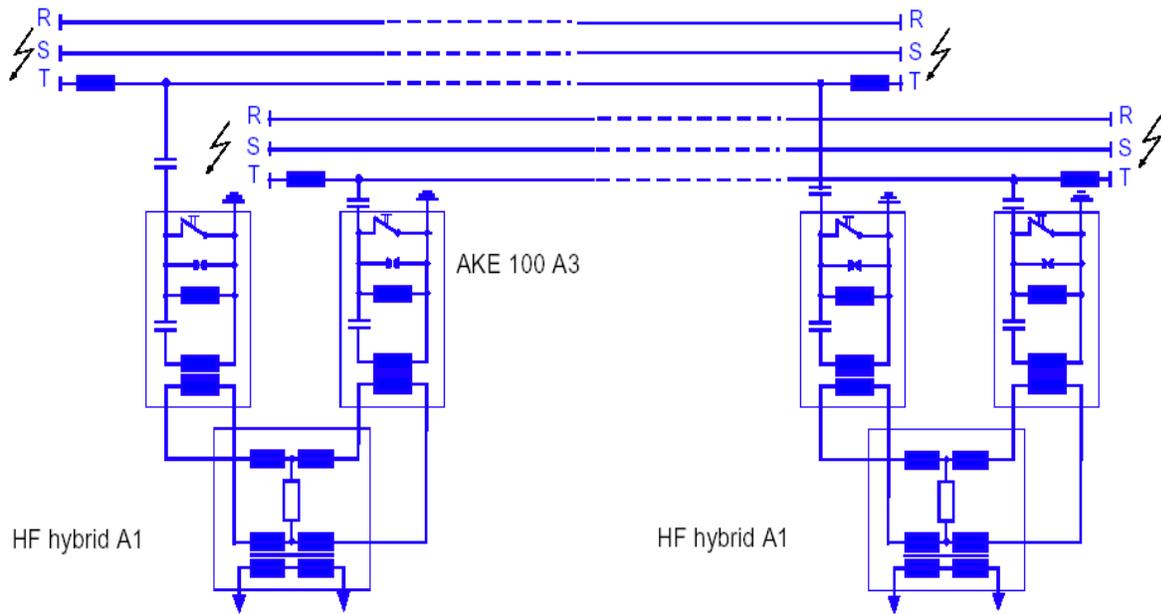
ACOPLAMIENTO FASE-TIERRA



ACOPLAMIENTO FASE-FASE



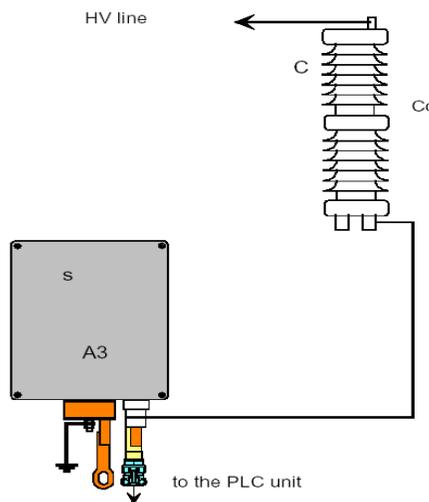
ACOPLAMIENTO INTERSISTEMAS



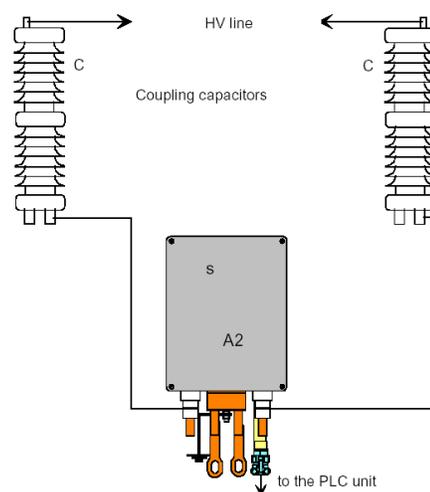
MONTAJES

Se observa en la Figura 3.11 Los diferentes montajes del acoplador de línea AKE

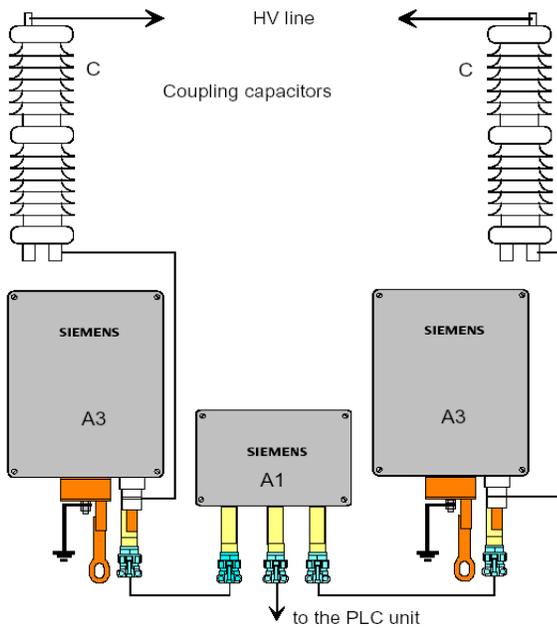
ACOPLADOR AKE-A3



ACOPLADOR AKE-2



ACOPLADOR AKE 100 A1 Y A3



ACOPLADOR AKE 100 A3 Y A4

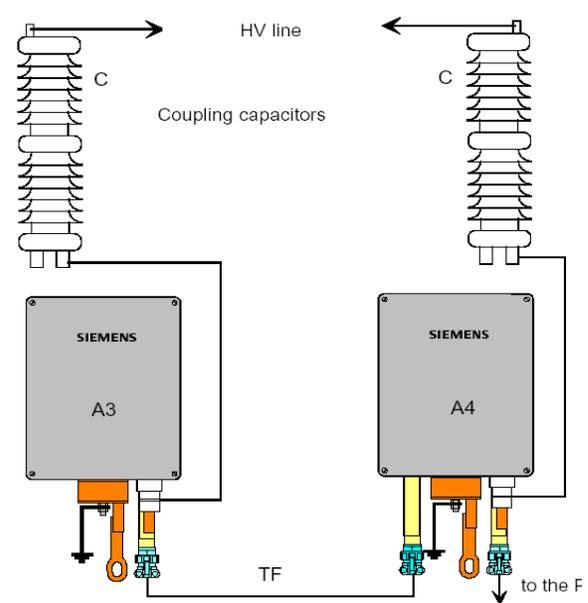


Figura 3.11 Montajes del acoplador de línea AKE.

ACOPLADORES DE LINEA – CURVA CARACTERISTICA

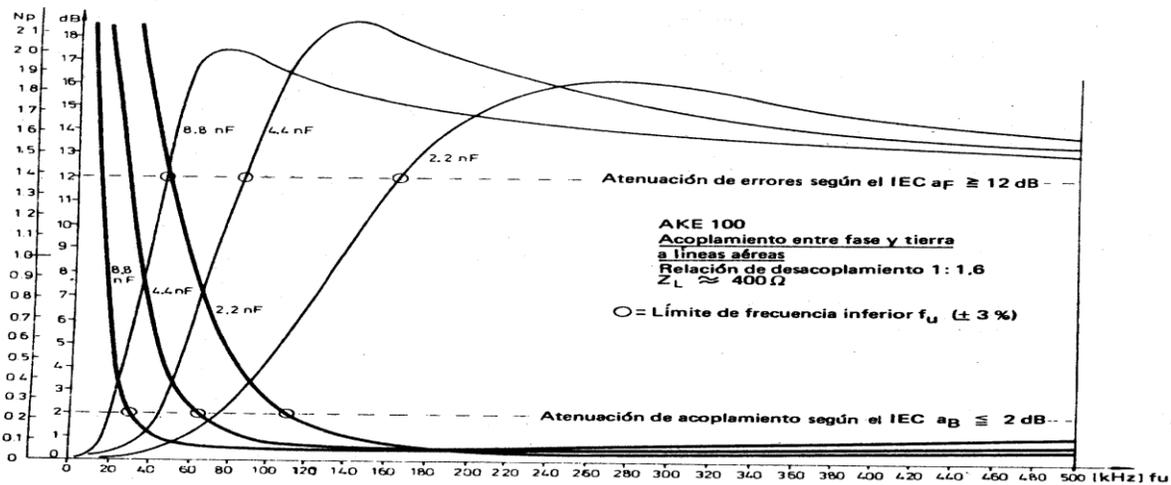


Figura 3.12 Curva para ajuste de bobina de sintonía vs dp (filtro pasa altos de rf)

3.3.4 CABLE DE RADIOFRECUENCIA

CABLE BIFILAR DE DOS HILOS

Un cable bifilar es una línea de transmisión en la cual la distancia entre dos conductores paralelos es mantenida constante gracias a un material dieléctrico. El mismo material que mantiene el espaciado y el paralelismo entre los conductores sirve también de vaina. La impedancia característica del cable bifilar depende exclusivamente del dieléctrico, del diámetro de los conductores y de la distancia entre ellos. La impedancia es mayor cuanto más aumenta la distancia entre conductores. Ver Figura 3.13.

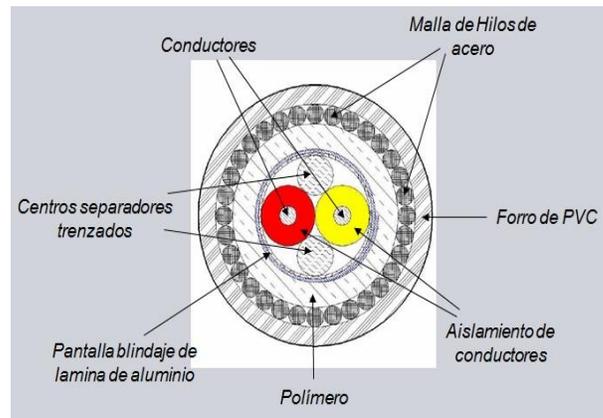


Figura 3.13 estructura de un cable de RF calibre 2x18.

El cable de RF es un cable bifilar de dos hilos que permite la conexión de la terminal de comunicaciones (localizada normalmente en una caseta de control) y los elementos de acoplamiento (ubicados externamente en la subestación). Sus características principales son 150Ω de impedancia, adicionalmente deberá tener buena robustez mecánica, con blindaje de plomo o aluminio para soportar las difíciles condiciones ambientales de operación, en la Figura 3.14 se encuentra el diseño del cable de RF en el equipo.



Figura 3.14 cable de RF del equipo OPLAT.

3.4 EQUIPO DE COMUNICACIÓN PLC POWERLINK

3.4.1 INTRODUCCIÓN

Powerlink es un equipo de la marca SIEMENS, es un sistema de radio Banda Lateral Única (BLU) con portadora suprimida con modulación de uno o dos pasos. Usa las líneas de alta tensión entre las subestaciones transformadoras como una vía de comunicación de datos, señales de protección y voz. Esta tecnología, que ha sido probada durante décadas y adaptada a los últimos estándares, cuenta con 2 áreas principales de aplicación:

- 1.- Como un enlace de comunicación entre subestaciones donde una conexión de fibra óptica no existe o no es económicamente viable.
- 2.- Como un Sistema de respaldo en paralelo a la instalación de enlace de fibra óptica para la transmisión de señales de protección.

Se realiza una distinción básica entre un sistema (aPLC) análogo y un (dPLC) digital. Los más recientes sistemas digitales permiten más eficiencia en el uso de la banda de frecuencias, mientras que los sistemas PLC análogos tradicionales ofrecen ventajas en casos donde las condiciones de transmisión son malas (baja señal/relación ruido, por ejemplo). Con PowerLink, ambos modos de operación están disponibles.

3.4.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El sistema PowerLink permite la transmisión de una frecuencia portadora de voz, datos, telecontrol y tele-protección, envío de señales a través de las líneas de alta tensión y cables. Los equipos de frecuencia portadora deben igualar las características particulares de la línea de alta tensión, por tanto; Los altos niveles de interferencia sobre el enlace y la alta atenuación de las largas líneas requieren de mayor potencia para su transmisión.

Los requerimientos para la confiabilidad y disponibilidad son altos en relación a la transmisión de las señales de protección. Para el más eficiente uso del rango de frecuencias disponibles se hace necesario un alto grado de selectividad de las frecuencias.

MODO DE TRANSMISIÓN

Las señales son transmitidas usando el método de banda única (modulación en amplitud) con portadora suprimida:

Ventajas de SSB:

Grandes rangos debido al máximo uso de la energía utilizada para la transmisión de señales.

El ancho de banda más pequeño posible y por tanto un óptimo uso del rango de espectro de frecuencias permitido para las señalizaciones.



REJILLA DE FRECUENCIAS

La rejilla de frecuencias es ajustable a 2.5 KHz o 4 KHz.

ANCHO DE BANDA-HF

El ancho de banda para cada transmisión direccional es ajustable a 2, 2.5, 3.75, 4, 5, 7.5, 8, 12, 16, 24 KHz o 32 KHz. Se divide a través del software de configuración en los sub-canales por los servicios que han de transmitirse

CONTROL AUTOMÁTICO DE GANANCIA (AGC)

Cuando se usa como un camino de transmisión, la atenuación de la línea de alto voltaje depende del estado de conmutación y las condiciones del clima. Las variaciones resultantes en atenuación tienen que ser compensados por el receptor con el AGC. La desviación de la amplitud del tono piloto del sistema se utiliza como variable de control.

CONTROL AUTOMÁTICO DE FRECUENCIA (AFC)

Las desviaciones de frecuencia entre el envío y recepción de señal son compensadas por el control automático de frecuencia, ubicado en el receptor.

CANAL DE NIVELACIÓN AUTOMÁTICA (ACE)

La distorsión por atenuación puede surgir dentro de un canal de transmisión debido a la respuesta de frecuencia de la transmisión de la línea. Para compensar esta distorsión dentro de un canal de transmisión, están equipados ecualizadores de línea. La línea de ecualización se lleva a cabo automáticamente en el trayecto de recepción.

COMPANSOR

Los canales de voz (F2) pueden ser equipados con compansores para mejorar la relación señal-ruido. Los compansores consisten de un compresor sobre el lado del transmisor y un expansor del lado del receptor, incrementando la separación entre el nivel del ruido y el nivel de la voz recibida. En periodos de no-voz, el nivel de ruido se suprime casi por completo.

CANCELADOR AUTOMÁTICO DE DIAFONÍA (AXC)

En la línea de los equipos PLC, una parte de las señales transmitidas son reflejadas en la entrada del sistema. Es un particular disturbio en la banda de operación adyacente. Para reducir este efecto y el riesgo de sobrecarga en la vía del receptor, la función AXC (automatic crosstalk canceller) está integrada en el módulo CSPi.

3.4.3 UNIDADES DEL SISTEMA POWERLINK

En la Figura 3.15 Podemos observar las unidades del sistema Powerlink

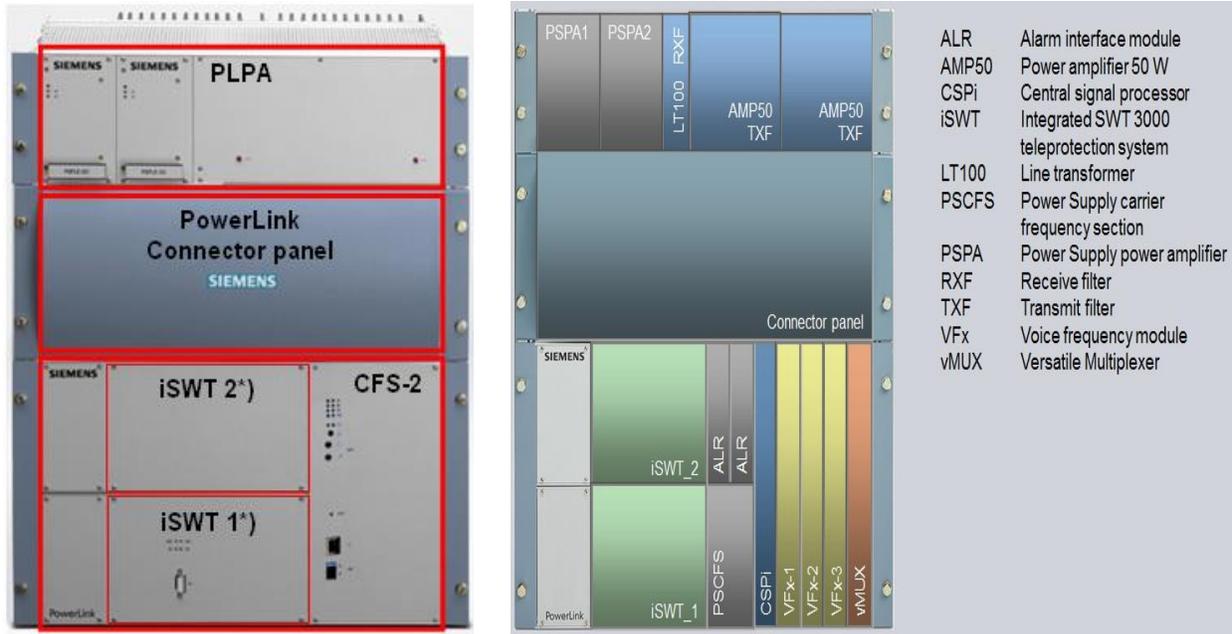


Figura 3.15 Unidades del powerlink y modulos del sistema

3.4.4 UNIDAD PLPA

El equipo cuenta con amplificadores de transmisión de 50 W y 100 W. La sección PLPA 50 consta de un solo nivel con 5 unidades. el marco del módulo contiene la fuente de alimentación del equipo PSPA2, el AMP50 amplificador de potencia, filtro de línea TXF, transformador de línea unidad LT100 y el módulo receptor RXF.

La sección PLPA 100 contiene 2 fuentes de alimentación PSPA, 2 amplificadores de potencia AMP50, 2 líneas de filtro TXF, 1 línea de unidad de transformador LT100 y el modulo receptor RXF.

Es posible ajustar la potencia de transmisión en dos niveles (20 hasta 50 W o 40 hasta 100 W) a través del software del sistema para adaptarla a las necesidades exactas de la ruta de transmisión. Y en lo que se refiere a la transmisión: funciona con distintas velocidades de datos y anchos de banda en el campo de frecuencias comprendido entre 24 y 1000 KHz, facilitando la respuesta a las distintas exigencias de las frecuencias. Ver Figura 3.16.

DIAGRAMA A BLOQUES DEL PLPA

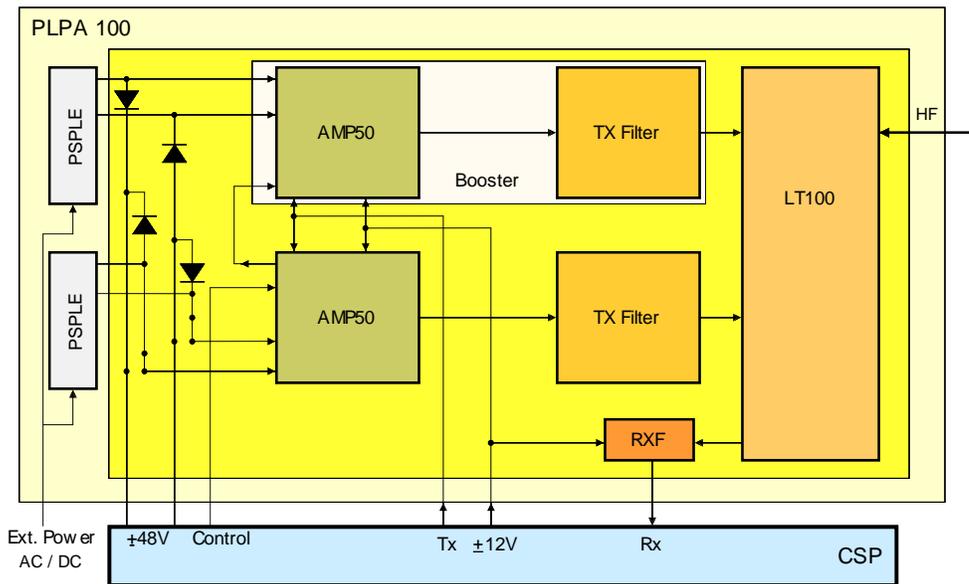


Figura 3.16 diagrama a bloques de un PLPA 100

En su estructura eléctrica la placa AMP50 cuenta con el circuito amplificador, las TXF con condensadores de filtro CB y la bobina de sintonía, la placa LT100 con el adaptador de línea y la bobina del filtro de línea son en sí los componentes de mayor importancia en esta sección. Los módulos se pueden quitar para configuración de los puentes. Ver Figura 3.17 y 3.18.

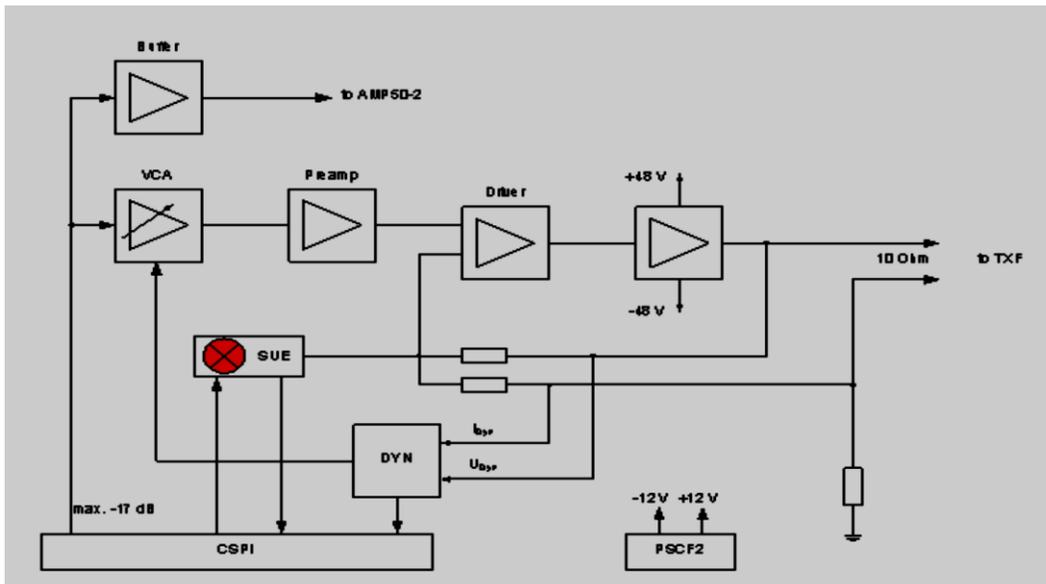


Figura 3.17 diagrama de bloques del módulo amplificador AMP50

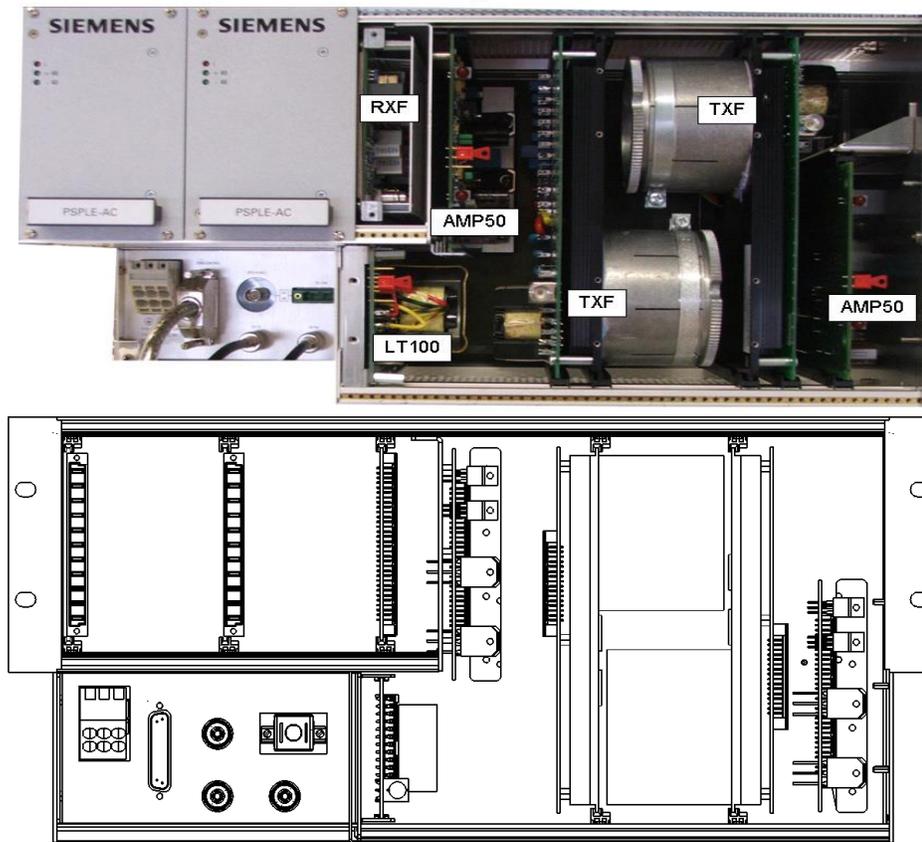


Figura 3.18 diseño estructural del módulo PLPA de 100 w

3.4.5 FUENTE DE ALIMENTACIÓN PSPA1 Y PSPA2

En la tabla 3.3 podemos observar los diferentes voltajes de entrada para el PSPA el cual está disponible en versiones de corriente continua y alterna.

PSPA2 version	Input voltage
PSPA2-DC	DC 38 V to 72 V
PSPA2-AC	AC 93 V to 264 V (47 Hz to 63 Hz) DC 88 V to 264 V

Tabla 3.3 versiones PSPA y voltajes de entrada

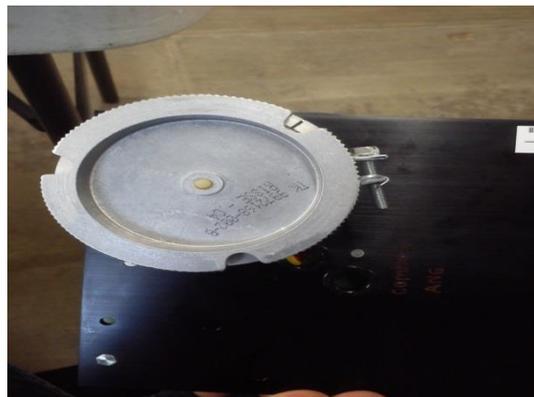
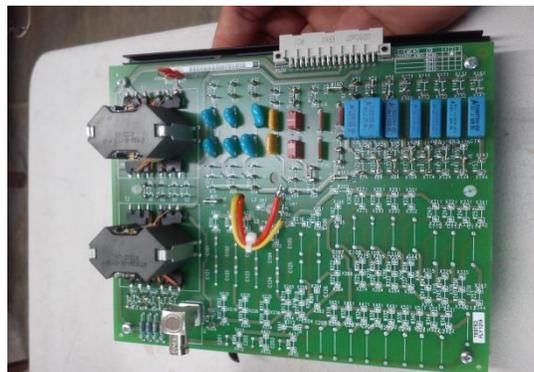
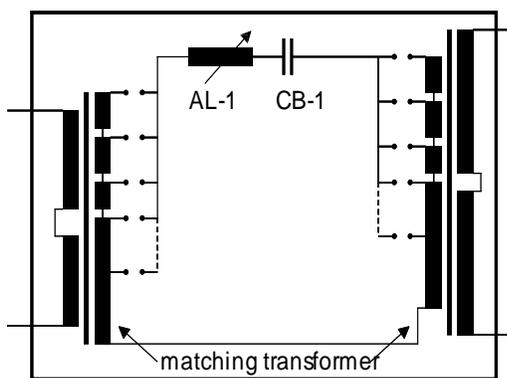
Cada amplificador de potencia tiene su propia fuente de alimentación. La primera fuente suministra la energía en la sección de la frecuencia portadora (PSCFS). La conexión se realiza a través del cable de control PLPA.

3.4.6 FILTRO DE LÍNEA DE TRANSMISIÓN TXF1-XB Y TXF2-XB

El filtro de línea de transmisión TXF1-XB está situado entre la salida del amplificador y el módulo de transformador de línea LT100-XB. Su función es proteger el amplificador de transmisión en contra de la activación inversa por otros transmisores en la misma línea y en contra de impulsos de línea peligrosas. (AL-1: ajustable coil, CB-1: capacitor bank). El TXF1-XB consta de los condensadores de sintonía CB y 1 bobina sintonizable. Al establecerle al condensador valores con puentes de soldadura (sintonía gruesa) y el ajuste de la bobina (ajuste fino), el filtro se puede ajustar a todas las ranuras de frecuencia del PLC con alcances de transmisión de 24 a 1000 KHz.

El filtro de la línea de transmisión TXF1-XB puede ser sintonizado a anchos de banda de 5 KHz, 8 KHz, 12 KHz y 16 KHz, fuera de ese rango de frecuencias la impedancia del filtro aumenta.

El filtro de la línea de transmisión TXF2-XB puede ser sintonizado a anchos de banda de 24 KHz y 32 KHz. Fuera del rango la impedancia del filtro aumenta. Ver Figura 3.19.



*Figura 3.19 filtro de línea de transmisión TXF-
XB vista frontal y posterior*

3.4.7 MÓDULO TRANSFORMADOR DE LÍNEA LT100-XB

El módulo LT100-XB consiste básicamente en el transformador de línea, un transformador de filtro, un divisor de voltaje para adaptar el receptor (RXF-XB) y divisores de tensión para la medición segura de la señal de transmisión.

El transformador de línea que se adapta a la unidad de impedancia de 150Ω de la línea de transmisión se puede usar para la conexión de 2 amplificadores de línea (para duplicar la potencia de transmisión). Para cambiar los modos operativos posibles de la LT100-XB y sus diferentes impedancias se hace uso de "straps" o correas de soldadura y puentes enchufables en el módulo. Ver Figura 3.20.

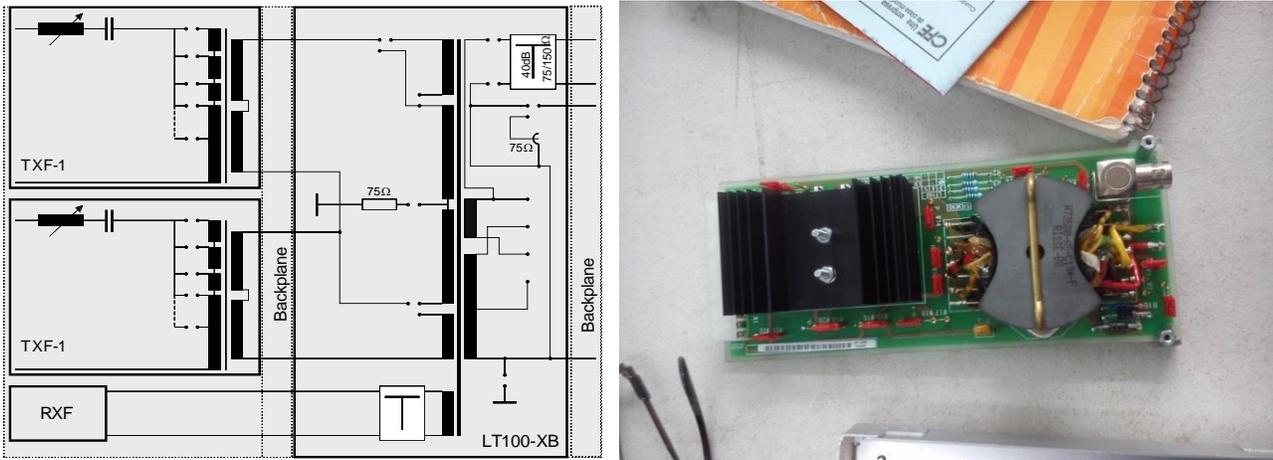


Figura 3.20 transformador de línea LT100-XB

3.4.8 MÓDULO RECEPTOR RXF-XB

El módulo receptor RXF-XB contiene un filtro de recepción HF y un amplificador HF. Un transformador en la entrada del circuito asegura que el filtro de la impedancia está adaptado y que los circuitos de filtro que están conectados a tierra por un polo estén eléctricamente aislados del suelo por los voltajes de la salida del receptor LT100-XB. Los Diodos limitadores en la entrada del circuito protegen al módulo receptor contra impulsos de alta potencia provenientes de las líneas de transmisión. Debido al método de conexión con una "alta resistencia en la entrada del receptor", la entrada está adaptada para recibir la banda de frecuencia a la impedancia de la línea. El filtro de recepción HF selecciona la banda recibida. Ver Figura 3.21.

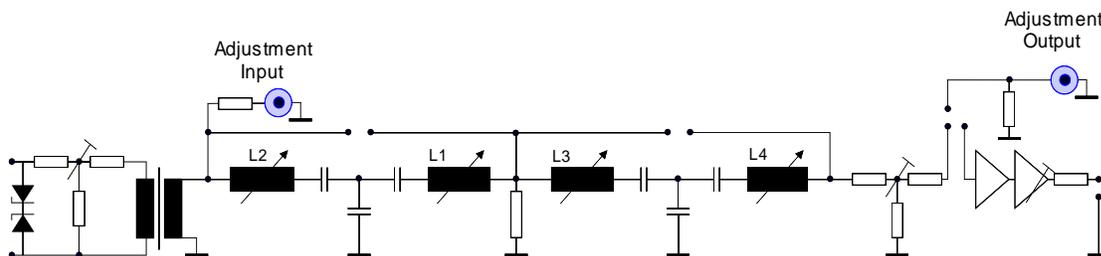




Figura 3.21 diagrama eléctrico y vista frontal del receptor RXF

La señal de recepción no es amplificada hasta que haya pasado a través del filtro de recepción. El nivel de la señal de recepción se aumenta de nuevo en un amplificador.

3.4.9 PANEL DE CONECTORES DEL POWERLINK

El panel de conectores sirve para interconectar la sección de carrier y la de amplificación. También en él se conectan los diferentes servicios de voz, datos o teleprotección que se quieran transportar en el enlace. Ver Figura 3.22.

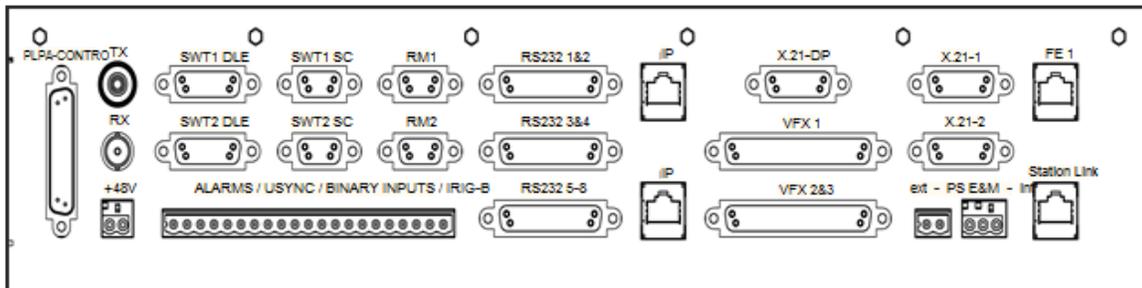


Figura 3.22 módulo de conectores frontales del powerlink

Los sistemas PowerLink constan de 2 módulos, la sección de frecuencia portadora (CFS-2) y la sección de línea de equipos (PLPA).

Para la sección PLPA, se hace una distinción entre 50 W y 100 W de potencia de transmisión. Las terminales están construidas para el patrón ES 902-C de diseño probado. Los módulos están conectados eléctricamente entre sí a través de un plano posterior con los apropiados enchufes y conectores. Los puertos para las interfaces externas son principalmente centralizados en un panel de conectores. Están conectados a través de la placa posterior con la parte CFS-2 y situado entre el PLPA y el CFS-2. Para los canales de VF y teléfono Sub-D-37 tomas de pasador, para los canales RS232 Sub-D 25 tomas de pasador, para trama E1, para 10/100 Base TCP / IP y para tomas G703.1 RJ45, que son accesibles desde la parte frontal.

3.4.11 FUNCIÓN DE LA TARJETA CSPi

El módulo CSPi es el componente central del sistema PowerLink y contiene todas las funciones excepto las entradas y salidas VF análogas, la señalización de protección integrada, y la línea de equipos PLC PLE. El módulo puede ser subdividido en las siguientes funciones:

- a) Procesamiento de señales digitales Para la modulación de la función, la bomba de datos y de transmisión de canales de datos FSK y rFSK.
- b) unidad de control con el micro controlador, la memoria, la RTC (reloj en tiempo real) y la memoria de eventos no volátil.
- c) interfaz de datos que se puede programar ya sea como multiplexor síncrono (SMUX) para la transmisión a través de la interfaz X.21, o iMux para la transmisión de hasta 8 interfaces RS232 de datos asíncronos, el G703.1, o la 10 / 100Base TCP / IP.
- d) parte de entrada, incluye atenuador y control automático de ganancia (AGC)
- e) interfaz Ethernet, controlador de IP para la conexión del servicio de PC, Ethernet puente y SNMP

Service	Max. Number
Analog voice channel with / without protection signaling in alternate multi purpose operation	3
Data transmission bands	2
Data Pump with / without protection signaling in alternate multi purpose operation	1
Protection signaling in single purpose operation	3
Simultaneous transmission of different services	4

Tabla 3.4 Capacidad de transmisión del sistema powerlink

3.4.12 MÓDULOS DE INTERFAZ VFX

Los módulos de interfaz análoga VFX se utilizan para la conexión de las señales analógicas en el rango de frecuencias de 300 Hz hasta 3840 Hz máx.

El siguiente equipo de comunicación puede conectar a través de VFX al PowerLink:

- a) 2 sistemas PABX de 4 hilos con señalización E & M a través de enlaces separados (servicio F2).
- b) Sistemas PABX de 2 hilos con señalización a través del enlace de voz FXO (servicio F2).
- c) terminales de abonado FXS de 2 hilos (servicio F2).
- d) módem de datos de 4 hilos (servicio F3).
- e) equipos de transmisión de señal de protección de 4 hilos (servicio F6).

Cada módulo VFX tiene 4 puertos analógicos. Dependiendo del tipo de módulo y el puerto, puede ser conectado como uno de los equipos mencionados anteriormente. Hasta 3 módulos VFX para máx. 8 puertos analógicos pueden ser equipados en este sistema. Los módulos son diferentes en operación respecto al puerto 1 (para el servicio F2). Los puertos de 2 a 4 en los módulos son iguales. Ver Figura 3.25 y 3.26.

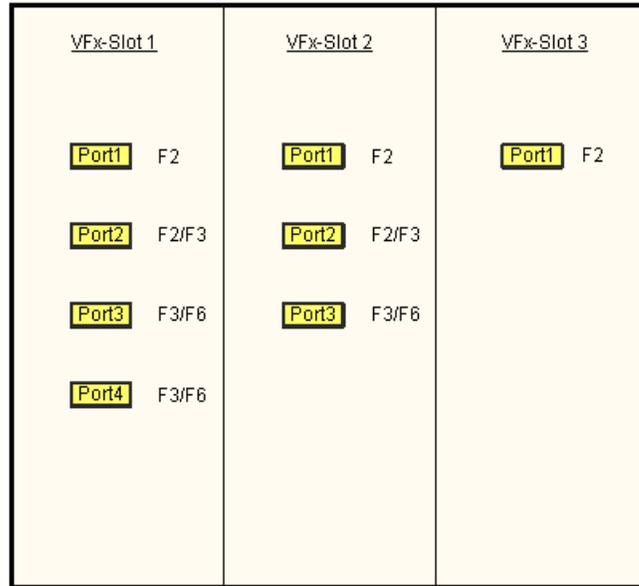


Figura 3.25 Posible ocupación de las entradas en los módulos de VFX

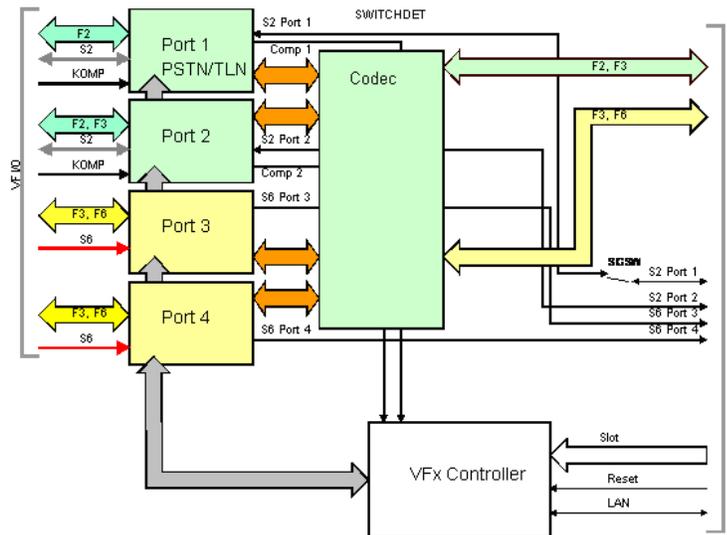


Figura 3.26 diagrama de bloques de los módulos de VFX

TRANSMISIÓN DE VOZ F2

Dependiendo del equipo de comunicación, los siguientes módulos están disponibles para la transmisión de voz:

- a) VFM: Voice Frequency E&M
- b) VFS: Voice Frequency Subscriber
- c) VFO: Voice Frequency Office

Los módulos son diferentes en operación respecto al puerto 1 (para el servicio F2). Los puertos de 2 a 4 en los módulos son idénticos. El máx. Número de canales de voz análogos por equipo es de 3. El ancho de banda mínimo requerido para un canal de voz se define a partir de 0,3 KHz a 2,04 KHz. El límite superior es 3,6 KHz. Se puede ajustar en pasos de 120 Hz.

Cada servicio F2 necesita una señal piloto para la transmisión de la información de marcación (S2). Cada piloto requiere un ancho de banda de 120 Hz. La brecha en el canal de voz es también de 120 Hz. Así, el ancho de banda de un canal de voz resulta en: Rango de frecuencia + vacío + ancho de banda piloto.

TRANSMISIÓN DE DATOS F3

El número de puertos utilizables en los módulos de VFX para la transmisión de datos depende del número de módulos y la posición de la ranura. En la posición 1 de tres puertos de ranura y en la posición de ranura 2, 2 puertos están disponibles. Los puertos del 1 al 3 pueden ser utilizados en cada módulo de VFX para la conexión de señales de datos analógicos. Ver Tabla 3.5.

Port	VFM Module	VFS Module	VFO Module
1	analog voice with E&M	Subscriber	2 wire exchange
2	analog voice or data	analog voice or data	analog voice or data
3	analog data or protection	analog data or protection	analog data or protection
4	analog data or protection	analog data or protection	analog data or protection

Tabla 3.5 Puertos VFX utilizables para señales de datos analógicos

Un ancho de banda de la VF se debe asignar a cada puerto. La frecuencia de arranque inferior es 300 Hz y se puede aumentar en pasos de 60 Hz hasta máx. 3840 Hz.

3.4.13 LA BOMBA DE DATOS (DATAPUMP)

La bomba de datos permite una transmisión de datos rápida y eficaz de hasta máx. 320 Kbps a través de las líneas eléctricas. Para la modulación se utiliza el método de multi-portadora. La información que debe ser transmitida se divide en bloques (con aprox. 700 bits). Luego la información de 1 bloque se distribuye a muchos transportistas individuales. Cada portadora es modulada por modulación QAM. Ver Figura 3.27.

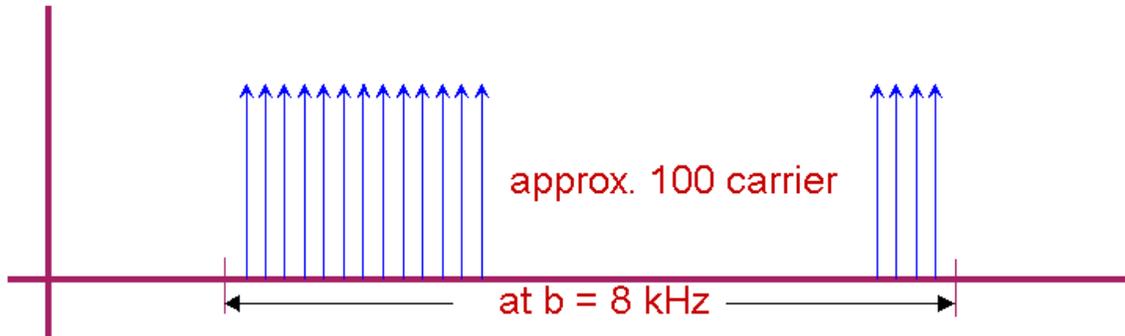


Figura 3.27 el principio de modulación de la bomba de datos

3.4.14 EL VERSÁTIL MULTIPLEXOR vMUX

En las subestaciones eléctricas deben y deberán usarse múltiples interfaces de comunicación convencionales (por ejemplo, teléfono a / b, V.24, X.21 etc.). Por ese motivo, el sistema lleva integrado un multiplexor versátil que recopila todas estas formas de comunicación y las transmite por PLC.

El vMUX es un multiplexor estadístico con control de prioridad. Los canales de datos asíncronos pueden transmitirse en modo “guaranteed” o “best effort”, garantizando así el aprovechamiento óptimo de la capacidad de transmisión disponible.

El control de prioridad garantiza una transmisión segura de los canales de datos síncronos y asíncronos más importantes, así como de los canales de voz incluso en condiciones ambientales desfavorables. Naturalmente, el vMUX está integrado en el sistema de gestión del equipo y este ofrece amplias posibilidades de transmisión de voz y datos.

El vMUX es un multiplexor estadístico, esto hace que sea posible comprimir el habla, servicios de datos de proceso, el habla multiplex y diferentes servicios de datos y transmitirlos a través de PLC. La integración de estas capacidades en PowerLink hace a los multiplexores externos obsoletos.

Para la transmisión a través de la línea de alta tensión, se utiliza la función de la bomba de datos. En este caso, el X.21-DP y las interfaces G703.1 no se encuentran disponibles.

El VMUX es un módulo separado y situado en la sección de frecuencia portadora CFS-2. Para usar el VMUX, se requiere el tipo de plano posterior CFS-2. Este Proporciona las extensiones eléctricas y mecánicas necesarias para su funcionamiento. Ver Figura 3.28.

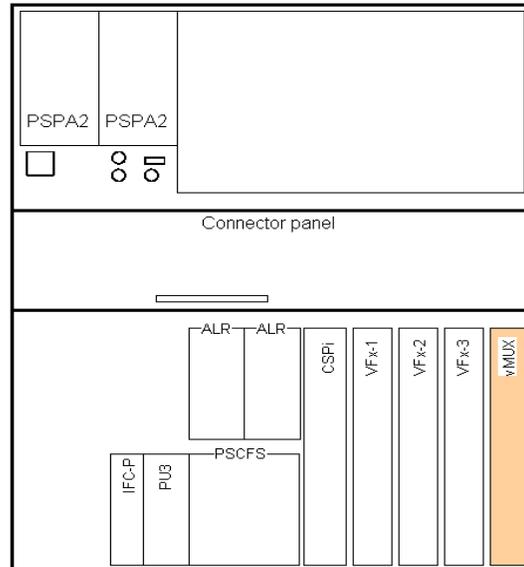


Figura 3.28 Localización del vMUX en el sistema PowerLink

El vMUX ofrece las siguientes características:

- a) Transmisión de hasta 8 canales de voz comprimida
- b) Transmisión de hasta 8 canales de datos asíncronos
- c) La transmisión de hasta 2 canales de datos síncronos
- d) Transmisión mixta de canales de datos asíncronos y síncronos
- e) Matriz de conmutación integrado para canales de datos y voz comprimido (StationLink)
- f) La transmisión de hasta 2 canales FSK analógico en modo digital (inversa FSK, rFSK)
- g) La transmisión de canal Ethernet

Todos los demás servicios analógicos como voz (F2), (F3) de datos, transmisión de señal de protección (F6), así como iFSK permanecen sin cambios, pero tienen que ser observadas las siguientes restricciones, ver Figura 3.29.

- a) En el caso de un puerto VFx que se utilice para la transmisión a través de VMUX, no se puede utilizar para un servicio análogo y viceversa.
- b) Cuando se utiliza el vMUX, la interfaz X.21-DP no está disponible, pero la interrelación frente X21-1 y X.21-2 se puede utilizar. (vMUX no puede activarse si se utiliza X.21-DP.)
- c) Cuando se activa el VMUX, la interfaz G703.1 no está disponible. (VMUX puede no ser activado si se utiliza G703.1)

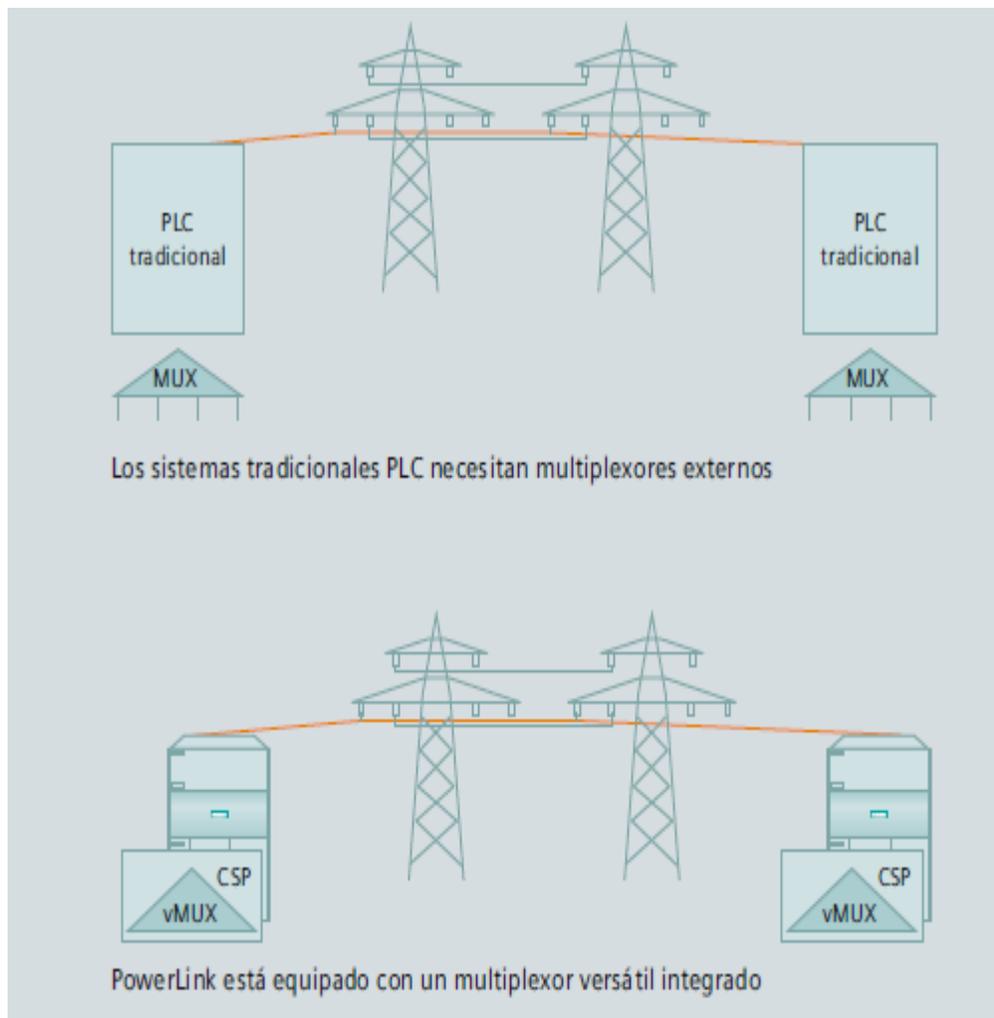


Figura 3.29 comparación de multiplexores externos vs vMUX

3.4.15 APLICACIONES DEL SISTEMA POWERLINK

PowerLink se puede usar para transmitir:

1. - señales de protección
2. - voz
3. - fax
- 4.- datos

A continuación se describirán cada una de las diferentes aplicaciones de este sistema de comunicación.

APLICACIÓN 1: REDES TELEFONICAS

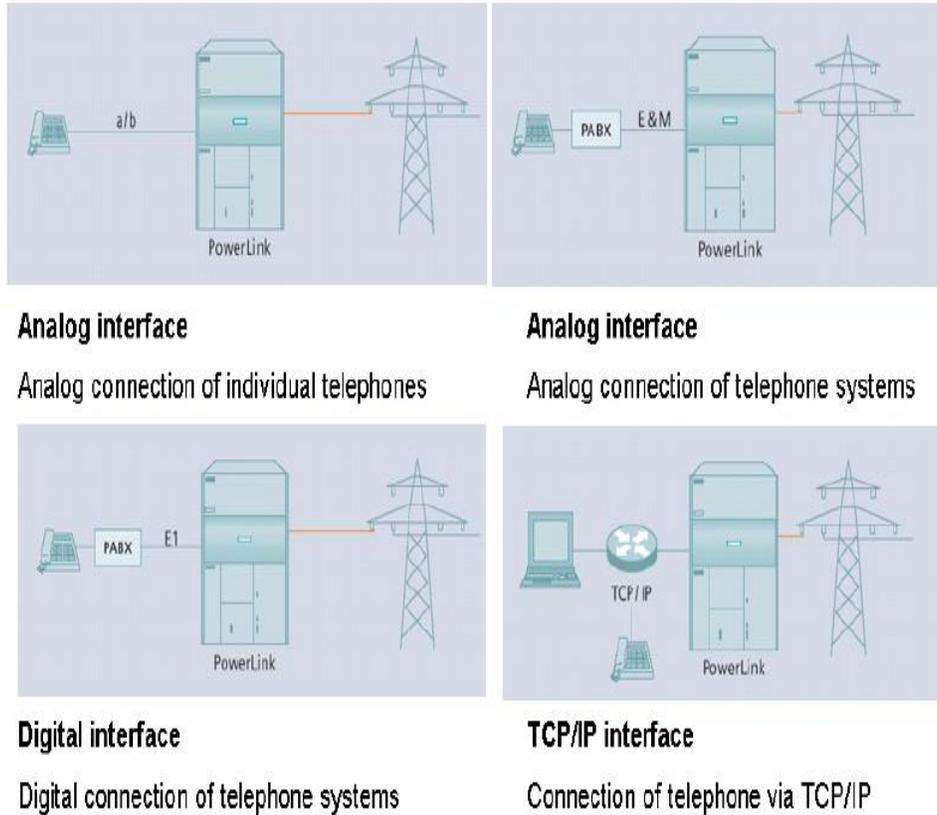


Figura 3.30 interfaces del sistema Powerlink

Si se requiere configurar una red Telefónica usando unidades PLC, el sistema es la manera confiable de hacer esto, simplemente por el uso de sus sistemas y teléfonos TC existentes. El sistema está diseñado para la conexión de todos los diferentes tipos de sistemas telefónicos o para teléfonos individuales (de análogo a IP). La Figura 3.30 proporciona una visión general de ello. La banda de voz comprimida es enrutada de manera transparente sin compresión o descompresión adicional, de manera que la calidad de la voz no sufre alteraciones entre las estaciones conectadas.

APLICACIÓN 2: TELECONTROL

El sondeo de los datos se realiza a través de la RTU integrada de FSK (modulación por desplazamiento de frecuencia) con canales de velocidad de bits de hasta 2400 Bd), ver Figura 3.31, 3.32, 3.33 y 3.34.

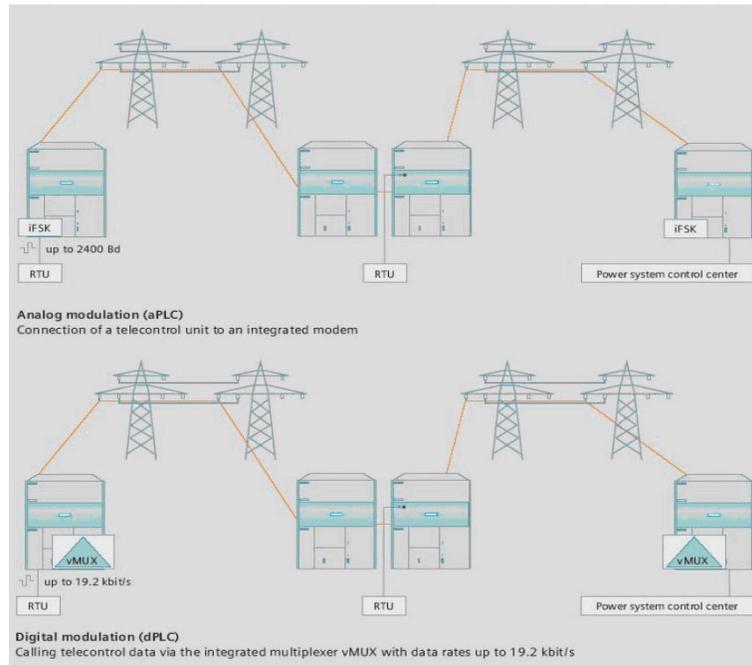


Figura 3.31 modulación aPLC y dPLC

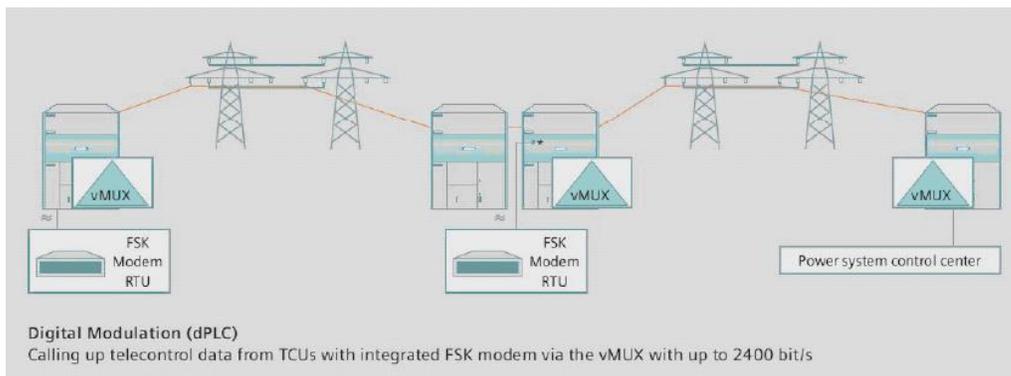


Figura 3.32 Sondeo de datos RTU a través de bombeo de datos del PowerLink y vMUX con una velocidad de bits de hasta 19,2 kbps.

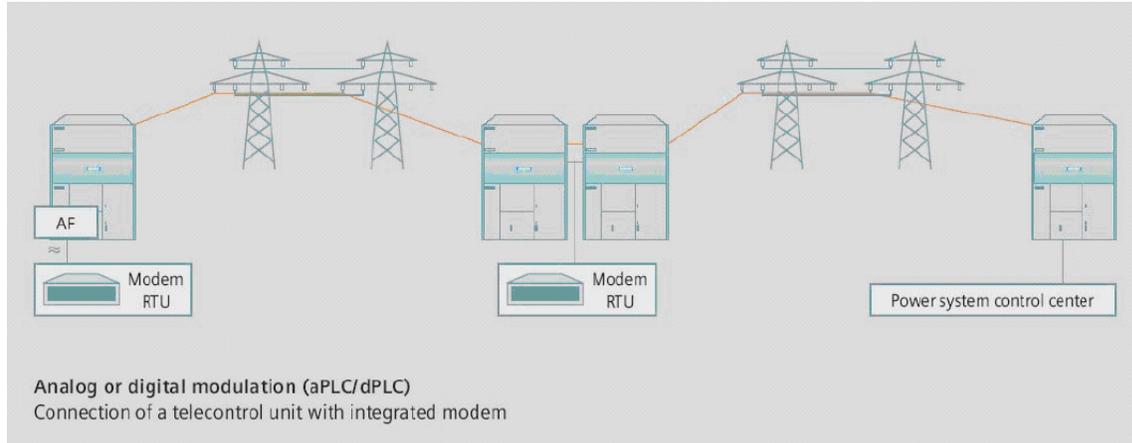


Figura 3.33 Telecontrol con módem a través del canal de rFSK

Las funciones del centro de control del sistema eléctrico incluyen la recuperación regular de los datos de eventos desde las unidades de telecontrol lo que generalmente se combinan en grupos. Esta recuperación de punto a multipunto de datos se implementa en un subestación entre los sistemas PowerLink por medio de la función StationLink.

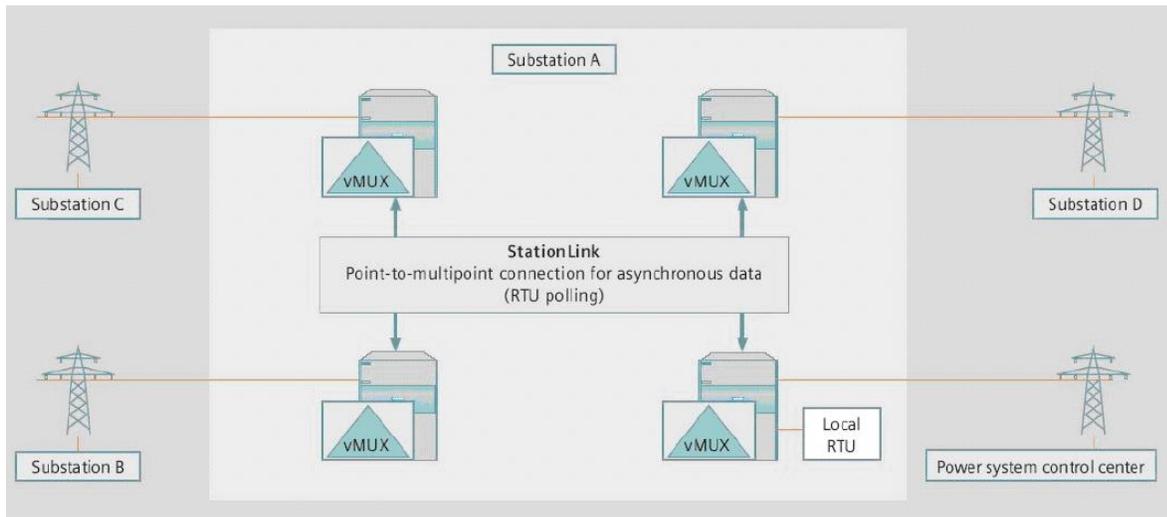


Figura 3.34 aplicaciones vMUX

APLICACIÓN 3: TRANSMISIÓN DE DATOS



Figura 3.35 transmisión de datos del equipo Powerlink

El multiplexor versátil integrado ofrece las siguientes funciones, Ver figura 3.35

Transmisión de datos asíncronos: Hasta 8 terminales de datos pueden estar conectados al equipo través de la interfaz RS232. Estos canales asíncronos de datos pueden ser transmitidos en los modos "garantizados (guaranteed)" o "mejor esfuerzo (best effort)", y así garantizar el óptimo uso de la capacidad de transmisión disponible.

Transmisión de datos síncronos: El sistema proporciona 2 interfaces X.21 o 1 G703.1 para el enlace de datos entre los sistemas de transmisión plesiócrona (PDH) o síncrona (SDH).

Conexión LAN: Permite establecer una conexión LAN entre las subestaciones. Así como conectar los routers a través de la interfaz X.21, además proporciona una interfaz Ethernet integrada dotando al equipo de una terminal de datos habilitada para IP.

Transferencia de datos analógica Transparente: Cuando se utiliza el equipo en modo análogo, un máximo de 4 canales de datos asíncronos convencionales de hasta 2400 bit/s se puede transmitir de forma transparente por medio de la modulación FSK.

APLICACIÓN 4: SEÑALES DE PROTECCIÓN

La transmisión de señales de protección con SWT 3000 externo, ver Figura 3.36

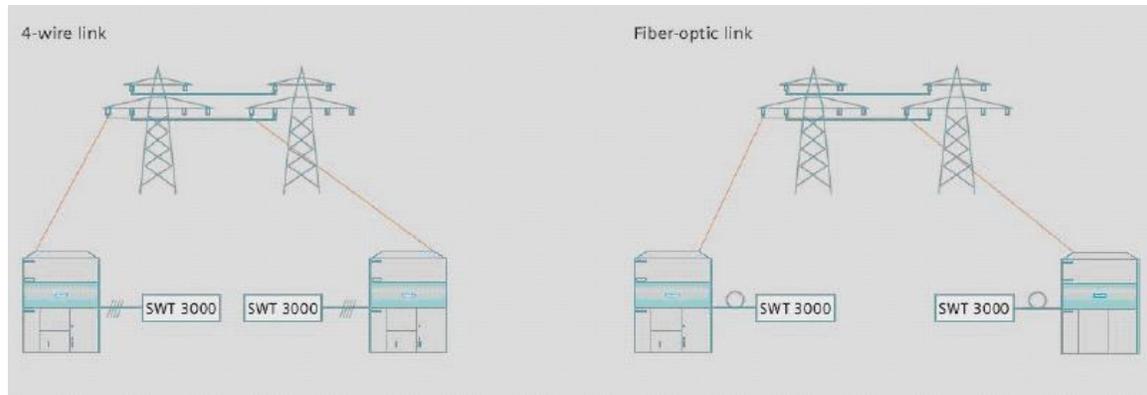


Figura 3.36 transmisión de señales de teleprotección del SWT 3000

El sistema de transmisión de señales de protección del SWT 3000 puede ser operado como un sistema integrado (máx. 2 sistemas) o adaptado externo. Cada sistema SWT 3000 puede transmitir hasta 4 comandos de protección.

El sistema SWT 3000 ofrece una gama variada de opciones de funcionamiento:

Modo de un solo propósito: En este modo de funcionamiento, el canal de transmisión del PowerLink se usa exclusivamente para la transmisión de señales de protección. Brindando Máximos rangos de transmisión de gran confiabilidad, en el caso de impulso de ruido y el mínimo retardo en la propagación de la señal. Una variación de 2 KHz permite el mejor uso del espacio de frecuencia en la banda de 4 KHz.

Modo multi-propósito: En este modo, la voz y datos se transmiten en paralelo a las señales de protección.

Modo multi-propósito alternativo: En este modo, la capacidad total de transmisión se utiliza para voz y datos, siempre y cuando no se necesite para los propósitos de protección. El tono piloto del powerlink se utiliza como el tono de protección en este modo. Si un comando de protección debe transmitirse, la transmisión de voz se interrumpe el tiempo que dure la emisión de este. La transmisión de datos también puede ser interrumpida si el parámetro relevante está ajustado.

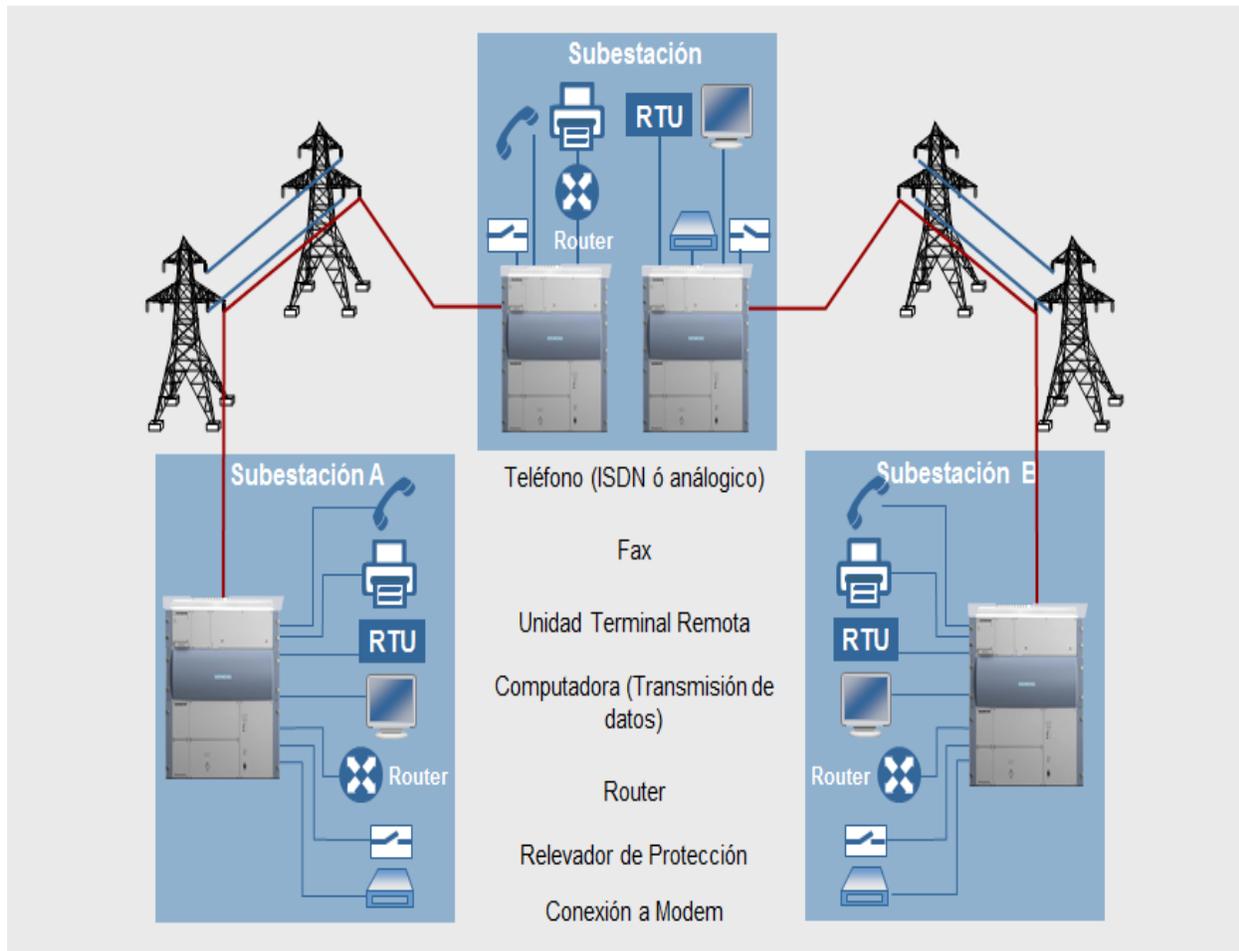


Figura 3.37 esquema del sistema Powerlink y SWT 3000

En la Figura 3.37 observamos un esquema detallado de los servicios que podemos transmitir con este sistema y el medio por el que son transportados, interconectando de esta manera las subestaciones.

3.5 EQUIPO TRANSMISOR DE SEÑALES DE PROTECCIÓN SWT 3000

3.5.1 INTRODUCCIÓN

En caso de fallas en las instalaciones de alta tensión, la protección de la red tiene la función de desconectar selectiva y rápidamente la parte averiada. Debido a las potencias continuamente crecientes de las centrales eléctricas y el enmallado cada vez más estrecho de las redes de alta tensión, los altos requisitos impuestos a esta técnica ya no se podrían cumplir sin la transmisión de la señales de protección.

La transmisión de las señales de protección se distingue de la transmisión de datos normal y corriente en que la primera no tiene importancia la velocidad binaria si no el tiempo de propagación de la señales entre el transmisor y receptor.

En lugar de fijarse en la cuota de errores en los bits en los canales de datos hay que distinguir, en el caso presente, entre la probabilidad de un disparo erróneo (seguridad) y la probabilidad de mandos no recibidos (fiabilidad) dependientes de las distintas aplicaciones. Se trata sobre todo de la seguridad y fiabilidad cuando se originan impulsos de interferencia iguales o mayores que la señal útil.

3.5.2 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

El SWT 3000 es un equipo de la marca SIEMENS y se usa para la señalización de teleprotección en redes de comunicaciones análogas y digitales, además ofrece los requerimientos necesarios para una máxima seguridad y fiabilidad, junto con un tiempo de transmisión de comandos más corto. El dispositivo puede ser utilizado como una unidad independiente o también se puede integrar en el sistema PowerLink Carrier Power Line (PLC).

Se pueden combinar interfaces análogas y digitales en ambos casos. La interfaz análoga es operada en el rango de frecuencia de voz (VF). Las interfaces digitales se pueden configurar para X.21, G703.1 (64 Kbps), G703.6 (2 Mbps) o conexión de fibra óptica.

DISTINTAS VÍAS DE TRANSMISIÓN EN UN ÚNICO SISTEMA

El SWT 3000 está diseñado tanto para la transmisión por vía análoga como digital, de manera que se pueden migrar las actuales redes de comunicación a los estándares digitales más modernos, al tiempo que protegen las inversiones realizadas con anterioridad. Con el SWT 3000 pueden utilizarse vías analógicas y digitales de transmisión en la misma red. Además, las conexiones de comunicación analógica y digital pueden equiparse con interfaces ópticas, incluso después de la instalación de los sistemas.

DOS VÍAS DE TRANSMISIÓN PARA UNA MAYOR SEGURIDAD

Ofrece una confiabilidad máxima e ininterrumpida, la redundancia toma un papel primordial. El equipo es el único sistema de teleprotección del mercado que ofrece esta seguridad y redundancia adicionales por medio de una vía alternativa de transmisión para señales analógicas y digitales. El hecho de que los componentes para la transmisión analógica y digital estén aislados entre sí supone una seguridad adicional y una mayor fiabilidad.

DOS FUENTES DE ALIMENTACIÓN INDEPENDIENTES PARA UN FUNCIONAMIENTO ININTERRUMPIDO

El SWT 3000 puede equiparse con una segunda fuente de alimentación redundante “Hot-Standby” para mejorar su seguridad. Si falla la fuente de alimentación principal, la segunda continuará operando sin que se produzcan interrupciones, procurando un servicio continuo del SWT 3000. Además, las dos fuentes de alimentación eléctrica pueden tomar la energía de fuentes diferentes (por ejemplo, la alimentación primaria, 230 V AC, y la alimentación secundaria, 110 V DC).

El SWT 3000 ofrece el máximo en estos tres aspectos:

Seguridad: Probabilidad de comandos no deseados (activación errónea), una capacidad de poder suprimir impulsos de interferencia y ruido inducidos en la vía de transmisión mientras no se esté transmitiendo ningún mando de protección. La seguridad de un equipo de transmisión de señales de protección puede expresarse numéricamente por la probabilidad de disparos no deseados (erróneos) originados por impulsos de interferencia de una determinada magnitud y duración.

Fiabilidad: Probabilidad de comandos no recibidos, la fiabilidad de un sistema de transmisión de señales de protección puede expresarse numéricamente por la probabilidad con que un mando transmitido se detecta en el lado de recepción dentro de un tiempo especificado. Los impulsos de interferencia retrasan la detección de una auténtica señal de protección o impiden la detección de una señal de protección de una señal de protección en el receptor.

Velocidad de transmisión: Tiempo entre la activación del comando de entrada en el transmisor y la activación del comando de salida en el receptor

La tabla 3.6 ofrece una lista de las características resumidas del sistema:

Característica	Digital	Analógica
Número de órdenes	8	4
Interfaz digital		
64 kbit/s (X.21 o G703.1)	■	■
2 Mbit/s (G703.6)	■	■
Interfaz digital		
4 hilos	■	■
2 hilos	■	■
Interfaz de fibra óptica		
Largo alcance (Monomodo, 1550 nm)	■	■
Corto alcance (Monomodo, 1310 nm)	■	■
Corto alcance (Multimodo, 850 nm)	■	■
Vías de transmisión		
Red digital		
Conexión directa a multiplexor SDH	■	■
Conexión directa a multiplexor PDH	■	■
Cable de fibra óptica		
PLC (Power Line Carrier)	■	■
Cable piloto	■	■
Medio de comunicación redundante (1+1)	■	■
Integración en el sistema PLC PowerLink	■	■
Fuente de alimentación redundante ("Hot-Standby")	■	■
Direccionamiento para mayor seguridad	■	■
INC (Impulse Noise Compression)	■	■
Configuración del SWT 3000 con un PC de servicio (interfaz de usuario intuitiva basada en Windows)	■	■
Actualización de software/firmware a través de PC de servicio (descarga)	■	■
Matriz de salida de comandos de programación libre	■	■
Acceso remoto a sistemas SWT 3000 a través de conexión TCP/IP	■	■
Acceso remoto a sistemas SWT 3000 a través de un canal de banda (SC)	■	■
Sincronización de tiempo por medio de fuentes externas como GPS (IRIG-B, NTP) y a través de la vía de transmisión	■	■
Registro de eventos (con marca de fecha y hora) con registro garantizado de los datos, incluso en caso de corte de corriente	■	■
Lectura remota del registro de eventos	■	■
Cambio sencillo de vías de transmisión analógicas a digitales (y viceversa)	■	■
Agente SNMP para integración NMS	■	■
Activación codificada para hasta 4 comandos independientes	■	■

■ Disponible
■ No disponible

Tabla 3.6 características del SWT 3000

3.5.3 APLICACIONES PARA LA TRANSMISIÓN

3.5.3.1 APLICACIONES PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS

Cada una de las dos interfaces digitales del SWT 3000 puede configurarse para X.21, G703.1 (64 Kbit/s) o G703.6 (HDB3 2 Mbit/s). El sistema lleva integrada la conmutación a una vía alterna (1+1). Si se utilizan las interfaces digitales de comunicación, se realizara una identificación de las interfaces por medio de una dirección inequívoca. De este modo se evita la conexión involuntaria de dos equipos tras una reconfiguración de la red digital

3.5.3.2 APLICACIÓN PARA TRANSMISIÓN DIGITAL

Es posible enviar hasta 8 mandos de manera transparente a la otra terminal, donde podrán interconectarse a salidas de señal en cualquier combinación. Pueden transmitirse mandos para la protección de dos sistemas de corriente trifásica o un sistema de corriente trifásica con protección de fases individuales. El accionamiento del interruptor de potencia de alta tensión puede producirse en conexión con un relé de protección selectiva o bien de forma directa. Ver Figura 3.38.



Figura 3.38 SWT para redes digitales y de fibra óptica

3.5.3.3 SWT 3000 PARA REDES DE FIBRA OPTICA

Las conexiones de fibra óptica del sistema permiten lograr la máxima seguridad y fiabilidad con tiempos de transmisión mínimos. El SWT 3000 sirve para distintas aplicaciones de fibra óptica (Monomodo, Multimodo, corto o largo alcance).

CONEXIÓN DIRECTA POR FIBRA ÓPTICA ENTRE DOS SWT 3000

El sistema de teleprotección SWT 3000 incluye un modem de fibra óptica integrado para la transmisión de largo alcance. La distancia máxima posible entre dos equipos SWT 3000 es de 150 Km. Se utilizan dos cables de fibra óptica: uno por cada dirección.

CONEXIÓN DE FIBRA ÓPTICA ENTRE UN SWT 3000 Y UN MULTIPLEXOR

Una conexión a corta distancia (hasta 3 Km) entre el SWT 3000 y un multiplexor puede realizarse por medio de un modem de fibra óptica integrado. El multiplexor está conectado al SWT 3000 a través de una FOBox que reconvierte la señal óptica en una señal eléctrica para redes PDH/SDH.

CONEXIONES DE FIBRA ÓPTICA ENTRE EL SWT 3000 Y UN SISTEMA PLC

Es posible realizar una conexión de corta distancia (hasta 3 Km) entre un equipo SWT 3000 y un sistema PLC PowerLink de Siemens a través de un modem de fibra óptica integrado. Se utilizan dos cables de fibra óptica: uno por cada dirección. El sistema SWT 3000 independiente ofrece las mismas funciones que otro que esté integrado en el sistema las mismas funciones de transmisión analógica. Todos los sistemas PowerLink pueden conectarse a dos SWT 3000 independientes por fibra óptica.

VÍAS DE TRANSMISIÓN ALTERNATIVAS

El sistema permite la transmisión de señales de protección por medio de dos vías diferentes. La adición de la transmisión por medio de fibra óptica amplía notablemente el espectro de combinaciones. Ver Figura 3.39 y 3.40



Figura 3.39 interfaz de fibra óptica del SWT 3000 y FOBox para la conexión de un SWT 3000 con un multiplexor remoto.

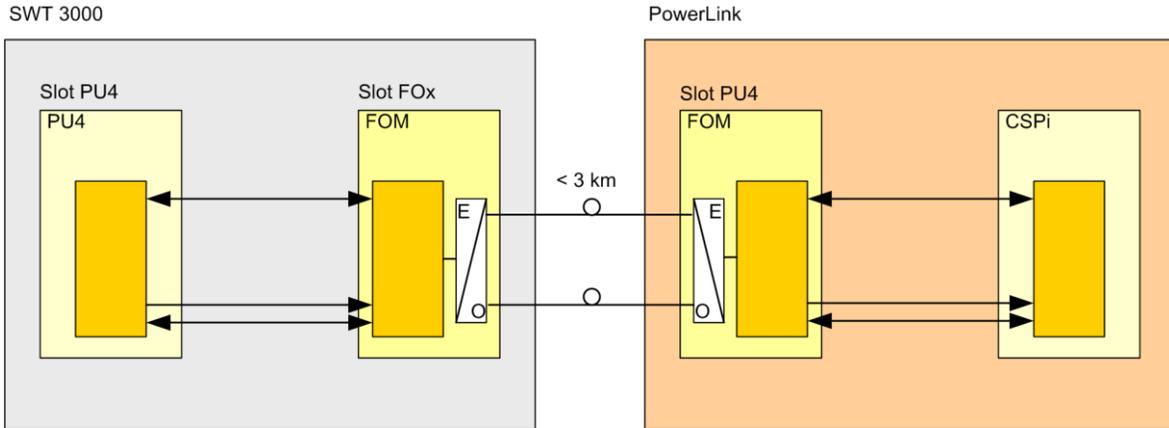


Figura 3.40 conexión del SWT 3000 vía cable de fibra óptica al Powerlink

3.5.3.4 APLICACIONES PARA TRANSMISIONES ANÁLOGAS.

El sistema SWT 3000 se utiliza para la transmisión rápida y fiable de varios comandos de protección y funciones de conmutación especiales en las redes de suministro. Dependiendo de cada aplicación, podrá elegirse entre el servicio de banda ancha o estrecha. En combinación con una interfaz digital, es posible la conmutación a una vía alternativa (1+1).

Señales no codificadas/modulación F6: Funciona con modulación F6. En este modo solo se envía una de las frecuencias posibles a la vez. De esa manera, toda la potencia de transmisión disponible se concentra en una sola frecuencia para lograr el máximo alcance para una señal de protección determinada.

Señales codificadas/activación codificada (CT) Se emiten al mismo tiempo dos frecuencias para transmitir una señal (codificación). El reconocimiento de la señal por parte del receptor depende de que identifique correctamente ambas frecuencias. Así se protege el sistema de interferencias de frecuencias individuales y se mejora la seguridad. El tiempo de transmisión (T0) para las señales codificadas es el mismo que para las no codificadas, mientras que el alcance se ve reducido con respecto a la modulación F6.

3.5.4 SERVICIO EN BANDA ANCHA

Este modo está previsto para el servicio a través de todas las vías de transmisión (conexiones de 4 hilos), pero sobre todo por medio de conexiones PLC. Ofrece una alta seguridad ante impulsos de ruido e interferencias. Cuando se combina con la transmisión PLC, se necesita una franja de frecuencia en 2,5 KHz o en 4 KHz para cada dirección. En el caso de enlaces por microondas, así como en el de conexiones por cables, se ocupara por cada dirección de servicio una banda de Voz ITU-T de 0,3 hasta 3,4 KHz. También es posible la utilización en combinación con transmisión PLC en servicio multipropósito o en servicio alternado multipropósito.

APLICACIONES

1.- TRES COMANDOS INDEPENDIENTES DE PROTECCIÓN (F6)

En este modo de servicio quedan disponibles tres entradas para comandos. Por el lado de transmisión se asigna una frecuencia de protección a todas las combinaciones posibles de entradas de comandos.

En el lado de recepción, puede asignarse cada frecuencia de protección a una o a varias salidas de comandos (desde 1 hasta 4). Es posible transmitir comandos para la protección de dos sistemas de corriente trifásica o de un sistema de corriente trifásica con protección de fases individuales.

2.- CUATRO COMANDOS CON PRIORIDAD (F6)

Este modo de servicio es idóneo para conseguir una transmisión segura y confiable de comandos de conmutación. El tiempo de transmisión dependerá de la Configuración del equipo y del número de comandos a transmitir. En este modo pueden activarse varios comandos al mismo tiempo. Dichos comandos quedaran Ordenados por orden de prioridad (entrada 1, 2, 3, 4) y se enviaran uno detrás de otro.

3.- CUATRO COMANDOS INDEPENDIENTES (CT)

Cada comando y cada combinación de comandos se asignan a un par de frecuencias determinados. La utilización de varias frecuencias contribuye a optimizar la seguridad. El uso de cuatro comandos independientes permite crear también combinaciones, por ejemplo, (2+2). Este modo de servicio es muy adecuado para la transmisión de comandos de protección para distintos sistemas de protección en los cuales se transmitan dos comandos codificados y dos sin codificar.

4.- MODO MULTICOMANDO (MCM)

En el modo MCM, las funciones de transmisión de comandos del sistema SWT 3000 se ven ampliadas para la versión integrada en el sistema PLC PowerLink de Siemens. Pueden transmitirse hasta 24 comandos MCM para protección y automatización de emergencia.

5.- COMBINACIONES DE EQUIPOS

Los sistemas SWT 3000 pueden posicionarse de modo independiente, conectarse por medio de una interfaz de voz, de fibra óptica directamente al medio de transmisión o bien integrarse con el PowerLink.

3.5.5 SERVICIO DE BANDA ESTRECHA

La versión de banda estrecha se usa para cables piloto y opera por medio de canales de frecuencia de voz (VF). En esta versión hay menos distancia entre frecuencias. En una banda de voz ITU-T (0,3 hasta 3,4 KHz) pueden funcionar paralelamente hasta tres sistemas de banda estrecha.

APLICACIONES

1.- CONEXIONES DE 2 HILOS

También es posible realizar conexiones con cables de 2 hilos con las versiones de banda estrecha del SWT 3000. Como en este caso solo se dispone un par de hilos por cada dirección (transmisión y recepción), será necesario utilizar distintas frecuencias. Para ello pueden usarse variantes de frecuencia formadas por combinaciones de los canales de banda estrecha 1–3.

2.- CUATRO COMANDOS CON PRIORIDAD

Este modo de servicio es idóneo para conseguir una transmisión segura y confiable de comandos de conmutación. El tiempo de transmisión dependerá de la configuración del equipo y del número de comandos a transmitir. En este modo pueden activarse varios comandos al mismo tiempo. Dichos comandos quedaran clasificados por orden de prioridad (entrada 1, 2, 3, 4) y se enviaran uno detrás de otro.

3.- COMBINACIONES DE EQUIPOS

Los sistemas SWT 3000 pueden posicionarse de modo independiente, conectarse por medio de una interfaz de voz, de fibra óptica directamente al medio de transmisión o bien integrarse con el PowerLink.

4.-TRES COMANDOS INDEPENDIENTES DE PROTECCIÓN (F6)

En este modo de servicio quedan disponibles tres entradas para comandos. Por el lado de transmisión se asigna una frecuencia de protección a todas las combinaciones posibles de entradas de comandos. En el lado de recepción, puede asignarse cada frecuencia de protección a una o a varias salidas de comandos (desde 1 hasta 4). Es posible transmitir comandos para la protección de dos sistemas de corriente trifásica o de un sistema de corriente trifásica con protección de fases individuales.

3.5.6 MODOS DE SERVICIO CON DISPOSITIVOS PLC

MODO DE UNA SOLA FUNCIÓN

En este modo, el canal de transmisión PLC se utiliza exclusivamente para la transmisión de señales de protección. Así se alcanzan las mayores distancias de transmisión con la máxima confiabilidad en caso de ruido y con el mínimo retardo.

MODO MULTIPROPÓSITO

En este modo se transmiten voz y/o datos paralelamente a señales de protección en un equipo PowerLink en la banda de frecuencia disponible.

MODO ALTERNADO MULTIPROPÓSITO

En este modo de servicio se utiliza la banda de voz (o la banda digital de datos) para la transmisión de comandos de protección. El piloto de PowerLink se usa en este modo como tono de reposo. Cuando es necesario transmitir una orden de protección, la transmisión de voz se interrumpe y, dependiendo de la configuración, también la de datos, hasta que el comando de protección acabe de transmitirse.

SEÑALIZACIÓN DE PROTECCIÓN EN LA BANDA DE DATOS SUPERPUESTA

La banda estrecha del SWT 3000 se transmite en la banda de datos de PowerLink.

3.5.7 POSIBILIDADES DE APLICACIÓN

Ver Figura 3.41

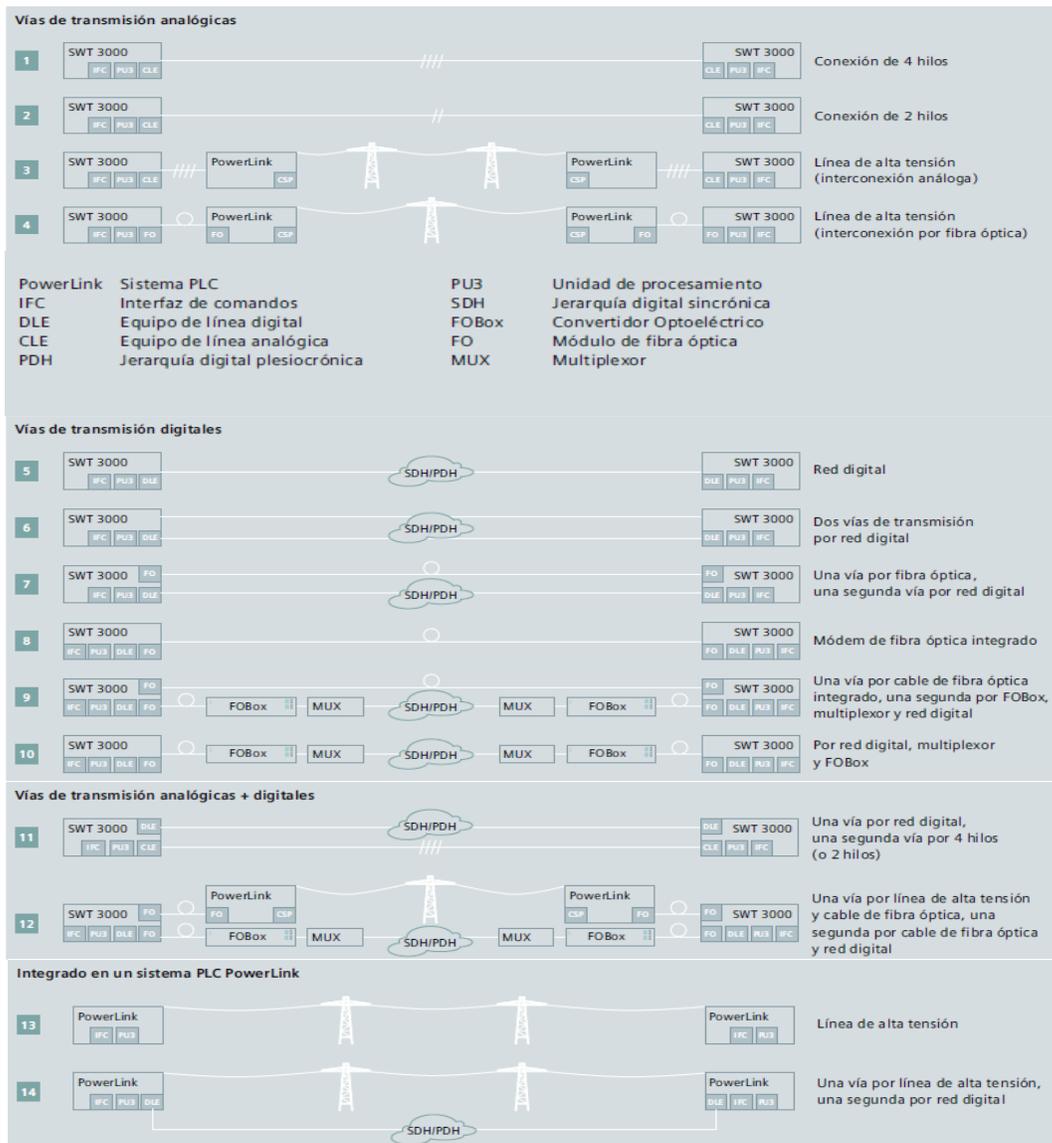


Figura 3.41 ejemplos de aplicación del SWT 3000



1 y 2 Conexiones de cables piloto: Es posible realizar una conexión directa de dos SWT 3000 a través de la interfaz analógica (CLE) para el servicio por medio de cables piloto.

3 La conexión analógica (CLE) entre dos SWT 3000 puede realizarse igualmente por medio de una conexión PLC. Dependiendo de la configuración del equipo será posible utilizar el SWT 3000 junto con el PowerLink en los modos de servicio de una sola función, multipropósito o modo alternado multipropósito.

4 y 12 Conexiones de fibra óptica entre SWT 3000 y PowerLink: Es posible una conexión a corta distancia entre un SWT 3000 y una terminal PLC PowerLink de Siemens por medio de un modem de fibra óptica integrado. En esta configuración, el SWT independiente ofrece las mismas funciones que un SWT 3000 integrado en el PowerLink – también las mismas funciones de transmisión analógica.

5, 6, 7 y 11 Conexiones digitales para SWT 3000: La interfaz digital (DLE) permite la transmisión de señales de protección a través de una red PDH o SDH.

6, 7, 9, 11, 12 y 14 Vías de transmisión alternativas: El SWT 3000 permite la transmisión de señales de protección a través de dos vías diferentes. Ambas vías se usan de modo constante. En el caso de que una de ellas falle, la segunda toma el relevo de forma inmediata sin pérdida de tiempo.

7, 8 y 9 Conexión directa por fibra óptica entre dos sistemas SWT 3000: El sistema de teleprotección SWT 3000 incluye un modem de fibra óptica integrado para transmisiones a larga distancia. La distancia máxima posible entre dos sistemas SWT 3000 es de 150 Km.

9, 10 y 12 Conexión directa por fibra óptica entre un sistema SWT 3000 y un multiplexor: Una conexión a corta distancia (hasta 3 Km) entre el SWT 3000 y un multiplexor puede realizarse por medio de un modem de fibra óptica integrado. El multiplexor está conectado al SWT 3000 a través de una FOBox que reconvierte la señal óptica en una señal eléctrica para redes PDH/SDH.

13 y 14 Integración del SWT 3000 en un Sistema PLC PowerLink: Es posible integrar un sistema SWT 3000 en un equipo PowerLink. Al hacerlo podrá usarse solo la interfaz analógica o solo la digital, o bien una combinación de las interfaces analógica y digital.

3.5.8 MONITOREO

Las funciones de monitoreo del dispositivo son las siguientes:

- a) Voltaje de operación: Toda la información saliente (TX y comandos de salida) están bloqueados, siempre y cuando las tensiones de funcionamiento de los equipos no estén dentro de los rangos especificados.
- b) Cambio de la duración de comandos: Si se recibe una orden de conmutación con una duración de > 500 ms, las salidas de comando están deshabilitadas y se activa una alarma. Puede establecer el orden de conmutación con una duración de > 500 ms como parámetro.
- c) Alarma guardia de fallo de tono: Si no hay una frecuencia válida actual del sistema, una alarma de falla tono de protección se activa después de unos 10 ms.
- d) Señal a ruido (S / N): Si se supera el umbral configurado de la relación S/N, una alarma de señal a ruido puede ser activada. Durante la operación multipropósito alternado no se lleva a cabo la supervisión S/N.
- e) Monitoreo de nivel de transmisión: El nivel del amplificador de transmisión se controla.
- f) Estado de funcionamiento: El estado de funcionamiento del dispositivo se muestra en el panel frontal con LEDS de diferentes colores.
- g) Los contactos de control para equipos externos: Una alarma de contacto se encuentra disponible en las terminales del dispositivo de señalización. La cual cuenta con las siguientes alarmas:
 1. - Non-urgent alarm (NU-alarm, NUALR, or NDALR)
 2. - Receiver alarm (RXALR or EALR)
 3. - General alarm (GALR or GENALR)
- h) opciones de medición: Puntos de medición desacoplados en el que los valores de funcionamiento pueden ser monitoreados están disponibles en los módulos para la puesta en servicio y el mantenimiento de la unidad.
- i) Supresión de impulsos de entrada: Con el fin de ser aceptado como una señal de entrada, los comandos deben ser aplicados en la entrada de al menos 1 ms. Usted puede aumentar este tiempo mínimo de 100 ms en pasos de 1 ms. Puede establecer la supresión de impulsos de entrada como parámetro.
- j) Duración mínima de la transmisión: Cada comando se transmite durante al menos 15 ms.

3.5.9 MODOS DE PROTECCIÓN

El sistema SWT 3000 tiene los siguientes modos de funcionamiento de protección:

- a) Modo de funcionamiento 1 (doble protección del sistema) para el análogo e interfaz digital. Los comandos pueden transmitirse codificados o no codificados con la aplicación permisiva o directa de disparo (seleccionable).
- b) Modo de funcionamiento 2 (protección monofásica) para la analógica y la interfaz digital. Los comandos pueden transmitirse codificados o no codificados con la aplicación permisiva o directa de disparo (seleccionable).
- c) Modo de funcionamiento 3 (4 comandos con prioridad) para la analógica y la interfaz digital. Los comandos se transmiten sin codificar con la aplicación de disparo permisivo o directa (seleccionable).
- d) Modo de funcionamiento 3a (4 comandos independientes) para la transmisión de 4 comandos independientes. Los comandos siempre se transmite cifrada con la aplicación permisiva o directa de disparo (seleccionable).
- e) Modo de funcionamiento 3b (2 más 2). Este modo ofrece la transmisión del modo 1 dos veces. 2 comandos se transmiten en el viaje permisivo rápido, los otros 2 se transmiten en la aplicación de viaje directo y el uso de la función CT.
- f) Modo de funcionamiento 4 (sólo un comando activo) para las interfaces analógicas y digitales. Los comandos pueden transmitirse codificados o no codificados con la aplicación permisiva o directa de disparo (seleccionable).
- g) Modo de funcionamiento 5^a (3 comandos independientes) para las interfaces analógicas y digitales. Los comandos se transmiten sin codificar con la aplicación de disparo permisivo o directa (seleccionable).
- h) Modo de funcionamiento 5D (8 comandos independientes) sólo para el funcionamiento con las interfaces digitales.

3.5.10 SNMP Y ACCESO REMOTO

Los siguientes ejemplos muestran las posibilidades de acceso remoto o un control remoto del sistema SWT 3000. Ver figura 3.42.

ACCESO REMOTO A TRAVÉS DE INTRANET (TCP / IP)

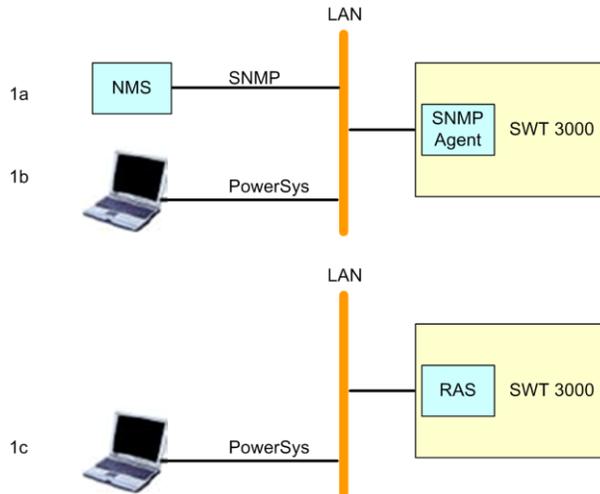


Figura 3.42 acceso remoto vía intranet

(1a) El acceso remoto a través de agente SNMP y Network Management System (NMS)

(1b) acceso remoto a través del agente SNMP y el programa de servicio Powersys

(1c) Acceso remoto a través de RAS y el programa de servicio Powersys

MONITOREO REMOTO / MANTENIMIENTO A TRAVÉS DEL CANAL DE BANDA RM.

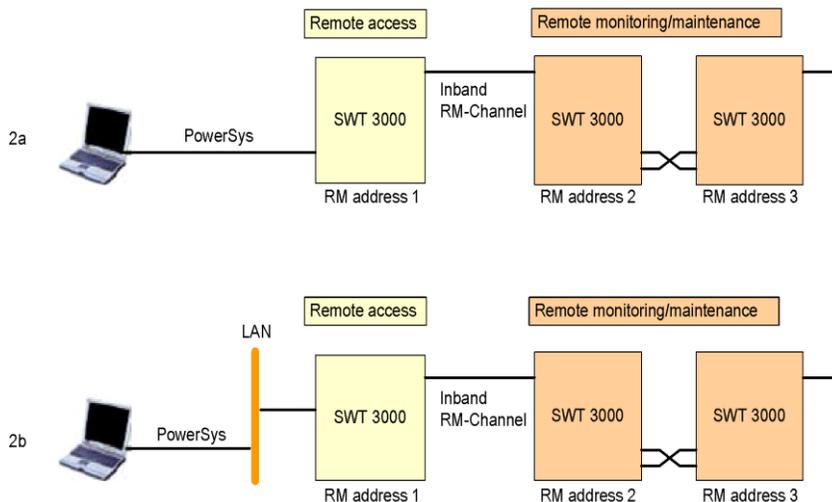


Figura 3.43 monitoreo remoto / mantenimiento a través del canal de banda RM

(2a) Monitoreo remoto a través de in band RM Channel y el programa de servicio Powersys

(2b) Monitoreo remoto a través de RM dentro del canal de banda y el programa de servicio Powersys con Intranet (LAN). Ver Figura 3.43.

SNMP

El agente SNMP permite la solicitud de los parámetros del sistema y un limitado control (comandos) de la SWT 3000 desde una central NMS a través de TCP / IP. El agente SNMP proporciona una imagen de estado de la SWT 3000 y además se transmiten indicaciones espontáneas de alarma (trampas) a la NMS. Ver Figura 3.44.

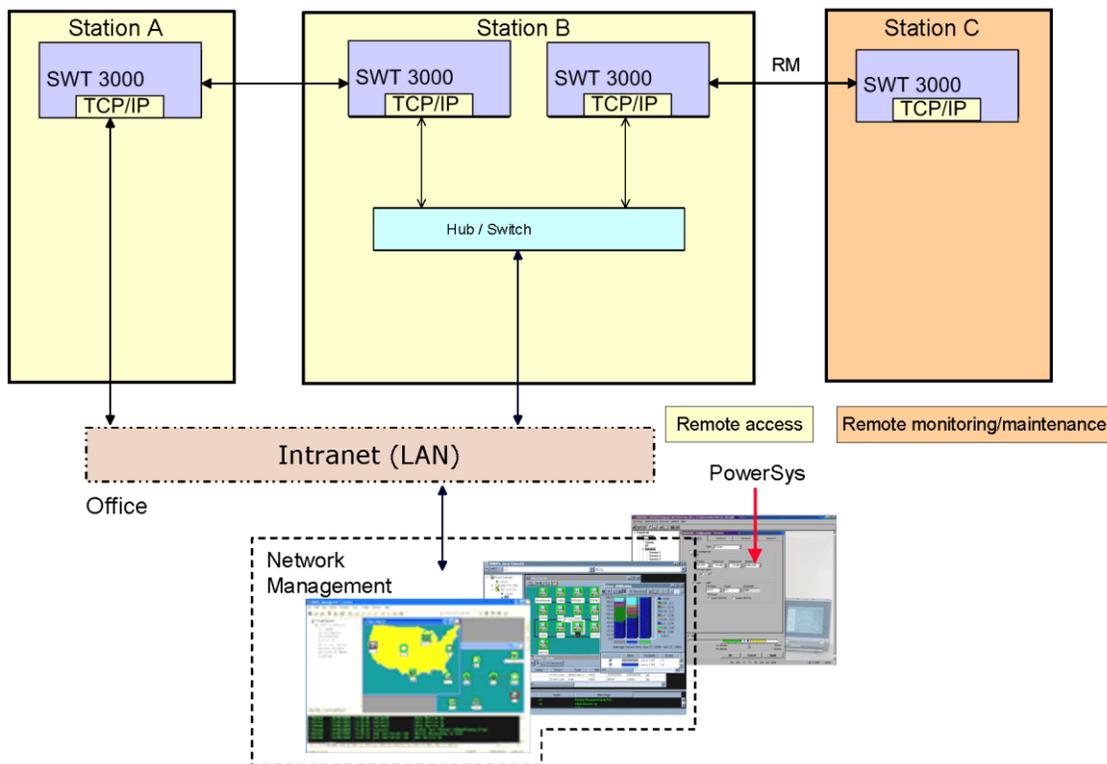


Figura 3.44 SNMP y acceso remoto a través de la red IP

(↔) vía de transmisión de señales de Protección

(RM) monitoreo en banda / canal de mantenimiento remoto

El ajuste mínimo del agente SNMP es:

- a) Dirección IP local
- b) Destinos trampa IP address
- c) Retardo de Trampa y repetición de supresión
- d) Cadena comunitaria
- e) Configuración vía navegador Web (protegido por contraseña)

CAPÍTULO 4

CONFIGURACION DE DISPOSITIVO, PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCION DE ENLACE SUBESTACIÓN SABINO - ANGOSTURA.

A continuación se observan las medidas de un equipo powerlink, mismas que llevará el gabinete para su puesta en servicio. Ver Figura 4.1

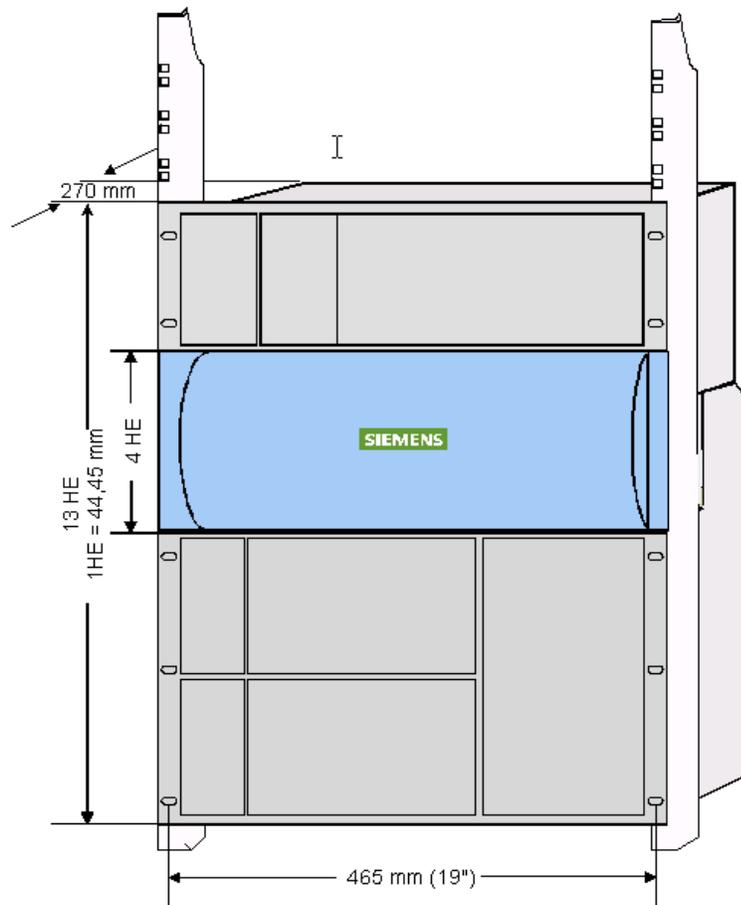


Figura 4.1 Dimensiones del equipo PowerLink

4.1 INSTALACIÓN DE CABLEADO GENERAL DEL EQUIPO POWERLINK Y SWT-3000

El orden de las actividades en el procedimiento para la puesta en servicio de los equipos OPLAT Powerlink, conllevó a una serie de eventos los cuales fueron realizados de acuerdo a su grado de importancia y necesidad para el funcionamiento del equipo. En la caseta distribuida encontraremos una serie de equipos para distintas actividades, en este lugar es donde se ubicará el equipo de comunicación OPLAT Powerlink.

El equipo es adquirido con todas las adecuaciones necesarias para la activación de sus servicios, es decir; con su respectivo gabinete y tablillas de conexiones, como lo muestra la Figura 4.2.



Figura 4.2 equipo Powerlink en su gabinete y tablillas de conexiones

Se realizó con anticipación la instalación de las escalerillas para la ubicación de los cables que serán necesarios para la activación del equipo. Esta infraestructura está a disposición para el cableado de otros equipos de los diferentes departamentos que conforman la CFE, como se observa en la Figura 4.3.



Figura 4.3 escalerillas para la ubicación de cables de los diferentes equipos.

Dentro del gabinete podremos encontrar las tablillas ya posicionadas y cableadas para su uso, dependiendo el servicio que se vaya a requerir. Estas tablillas son una serie de contactos secos que permiten el flujo de corriente ante la presencia de un voltaje, como se muestra en la Figura 4.4.

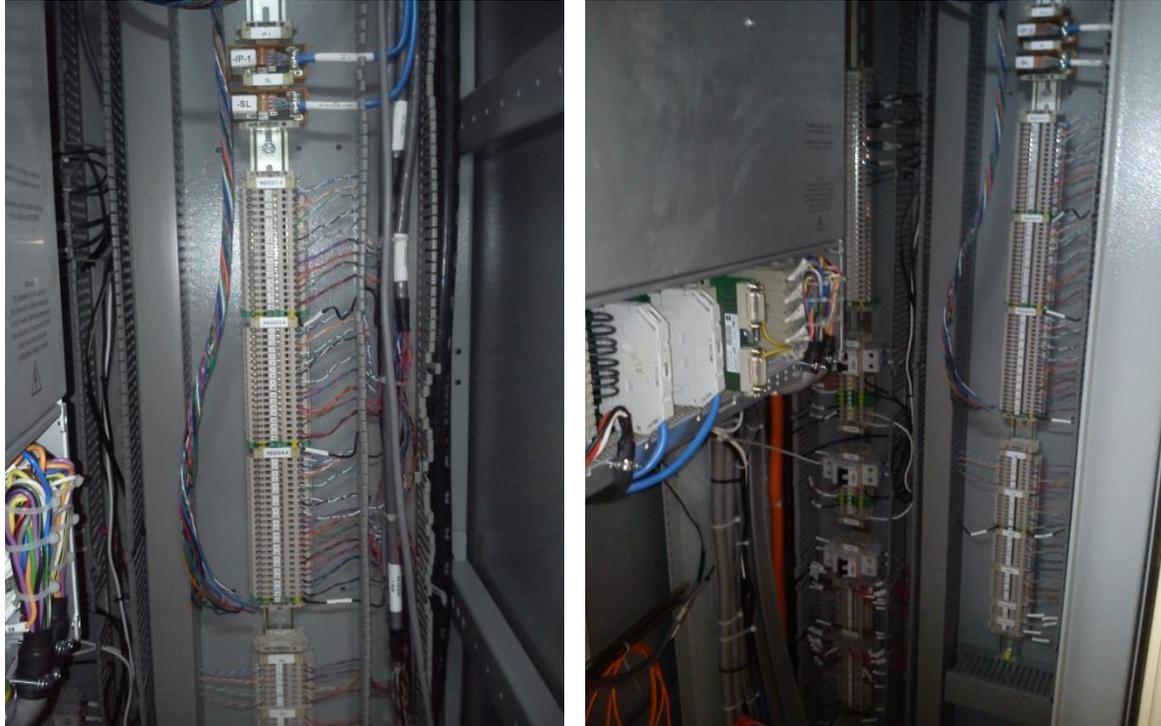


Figura 4.4 tablillas de conexiones

Los cables usados para las distintas conexiones dentro del gabinete son de un mismo calibre (calibre 20) mientras que nuestro cableado de alimentación es de una menor denominación (calibre 14) al igual que nuestros cables para controlar el acceso al sistema del Powerlink (presencial o remoto), para este caso usaremos cable UTP CAT 5 de 4 pares (Ethernet) o en su defecto uno para puerto serial.

En la Figura 4.5 observamos las conexiones adecuadas para interconectar las tarjetas internas para los servicios que ofrece este sistema, mediante el “panel de conectores”. El cable de alimentación, RF, DLE, TX, RX y VFX se encuentran conectados en esta sección, en este caso el sistema de teleprotección SWT-3000 es interno y se lleva la conexión de este al Powerlink mediante la CLE (se usa un cable multipar).



Figura 4.5 conexiones en el panel de conectores

4.1.2 CABLEADO PARA ENVÍO DE SEÑALES DE TELEPROTECCIÓN

La tablilla de conexiones para la señalización de teleprotección es la X31A la cual interconecta al sistema de protecciones con 4 funciones de disparo, 2 Tx y 2 Rx (DTD y POTT) es decir; un envío y una recepción respectivamente.

Estas tienen salida al sistema de teleprotección en la misma tablilla e interconectan con sus funciones IFC en la parte posterior del SWT-3000. Ver Figura 4.6

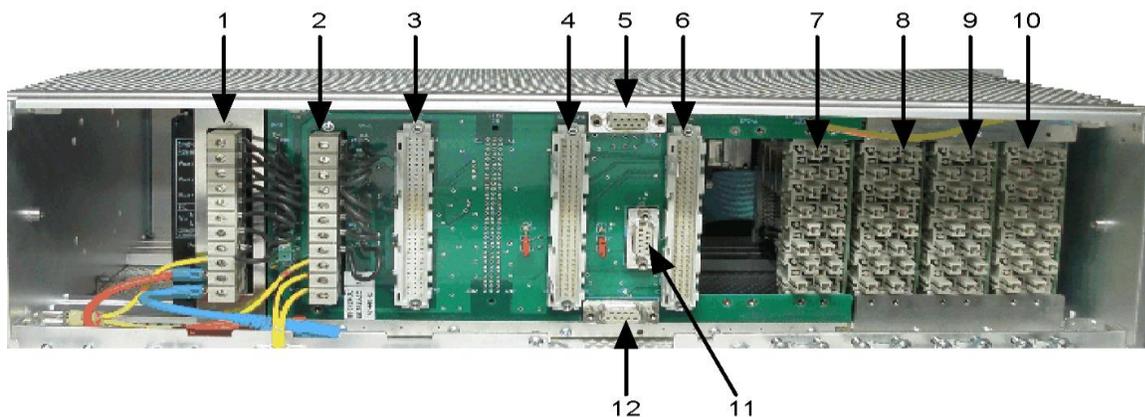


Figura 4.6 parte posterior del SWT-3000

Los bornes número 7 (IFC-4), 8 (IFC-3), 9 (IFC-2) y 10 (IFC-1) se conectan para las funciones de disparo que vienen del sistema de protecciones. La entrada 4 es la CLE.

Los módulos para las IFC son los siguientes:

IFC-1 e IFC-3: Las ranuras IFC-1 y CFI-3 deben estar equipadas con un módulo de interfaz IFC-D (contacto de carga alta) o IFC-P (contacto de carga normal). Aquí también se conectan Los comandos que se transmitirán por el relé de protección (es decir; entradas binarias 1 a 4). La salida de los comandos recibidos al relé de protección es también a través de estos módulos.

Están disponibles ranuras adicionales para IFC-2 y la CFI-4. Estas ranuras adicionales pueden ser equipadas con uno de los siguientes tipos de IFC:

- IFC-D
- IFC-P
- IFC-S (señalización)

Si estas ranuras están equipadas con una IFC-D o IFC-P, los relés de estos módulos se utilizan para duplicar los contactos de salida de comandos. No se utilizan las entradas.

Si estas ranuras están equipadas con un módulo de IFC-S, estos módulos se utilizan para uno de los siguientes casos:

- Para la indicación de los comandos que se introducen (activación de las entradas binarias)
- Para la indicación de los comandos que están de salida (salida binaria)

En este caso usamos la ranura 10 y 8 para la señalización de IFC-D o IFC-P y las ranuras 7 y 9 como IFC-D, IFC-P o IFC-S como se puede observar en la tabla 4.1:

Ranura	Equipo	Aplicación
IFC-1	IFC-D o IFC-P	Comando de entrada/ comando de salida
IFC-2	IFC-D, IFC-P o IFC-S	Duplicación de los contactos de salida de comando o mensajes de estado en la ranura IFC-1. Comando de entrada / comando de salida solo con interfaces digitales.
IFC-3	IFC-D o IFC-P	Comando de entrada/ comando de salida
IFC-4	IFC-D, IFC-P o IFC-S	Duplicación de los contactos de salida de comando o mensajes de estado en la ranura IFC-3. Comando de entrada / comando de salida solo con interfaces digitales.

Tabla 4.1 ranuras y aplicaciones del SWT-3000

Los pines de salida se muestran a continuación, ver figura 4.7.

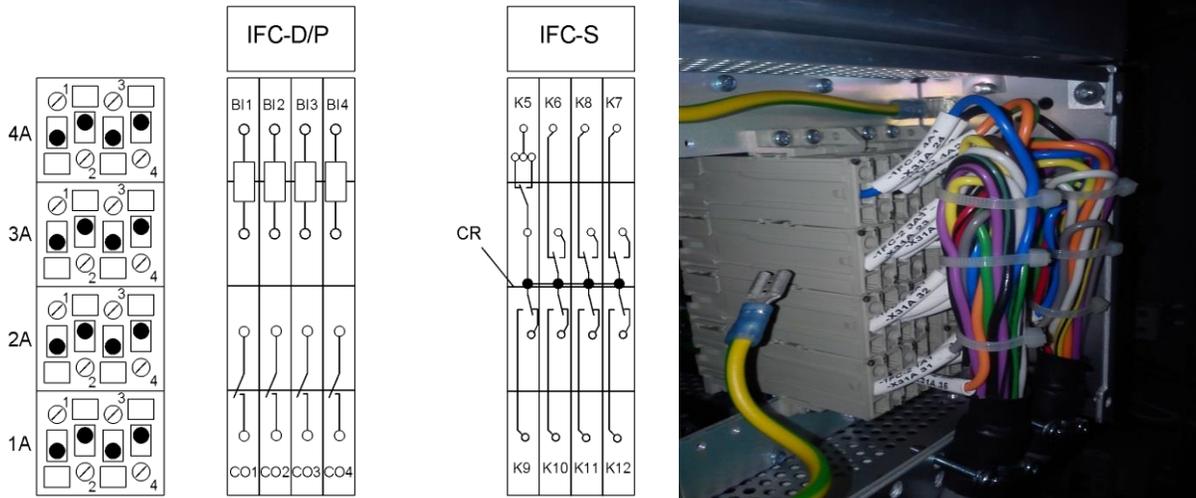


Figura 4.7 pines de salida del SWT 3000

IFC-D: Módulo de interfaz de disparo directo

IFC-P: Módulo de interfaz de disparo permisivo

IFC-S: Módulo de interfaz de señalización

CR: Raíz común de relés.

(1A-4A): Bloque de terminales modulares

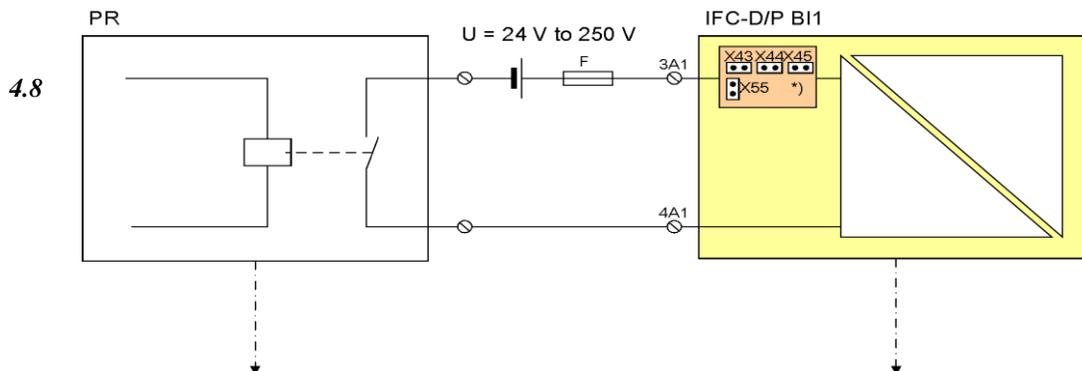
(BI1-BI4): Entradas binarias 1 a 4

(CO1-CO4): Comando de salidas 1 a 4

(K5-K8): Señalización de las entradas binarias 1 a 4

(K9-K12): Señalización de los comandos de salida

La Figura 4.8 muestra el principio de conexión de las entradas binarias CFI-D/P del sistema de protecciones al equipo SWT-3000:



Figura

Conexión básica de las entradas binarias de los módulos IFC-D y IFC-P (ejemplo para BI1)

(*) Configuración del voltaje de entrada nominal

(PR) Relé de protección

(BI1) Entrada binaria 1

(F) Fusible

4.2 RESINTONIZACIÓN DE LOS FILTROS Tx y Rx Y CONFIGURACIÓN DE LA LT-100

Previamente se necesita la instalación de los programas de configuración PLPA straps y Powersys en nuestra PC. El programa PLPA Straps calcula los ajustes y puentes necesarios en función de la transmisión y recepción de frecuencias para todos los módulos de la sección PLPA.

PRUEBA DE CONFIGURACIÓN Y HERRAMIENTAS

Nivel del oscilador: 0,2 a 1000 KHz

Nivel de transmisión: -60 a 0 dB

Impedancia de salida = 75 Ω , 150 Ω , 600 Ω y $R_i \approx 0 \Omega$

Medidor de nivel: 0,2 a 1000 KHz

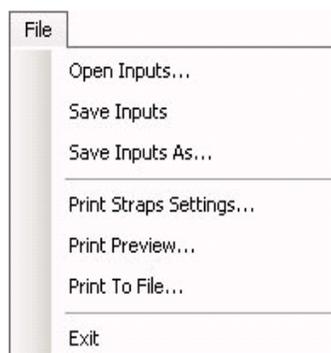
Nivel de recepción: -100 dB a 10 dB

Impedancia de entrada: $R_i \geq 10 \text{ kW}$, intercambiable a 75 Ω , 150 Ω , 600 Ω

Se recomienda tener dispositivos separados para el nivel del oscilador y medidor de nivel.

El menú <Archivo>

Una vez iniciado el programa PLPA Straps si hay un archivo existente se puede abrir, guardar o imprimir un archivo existente. Con <Salir> el programa se cancela. Ver Figura 4.9 y 4.10



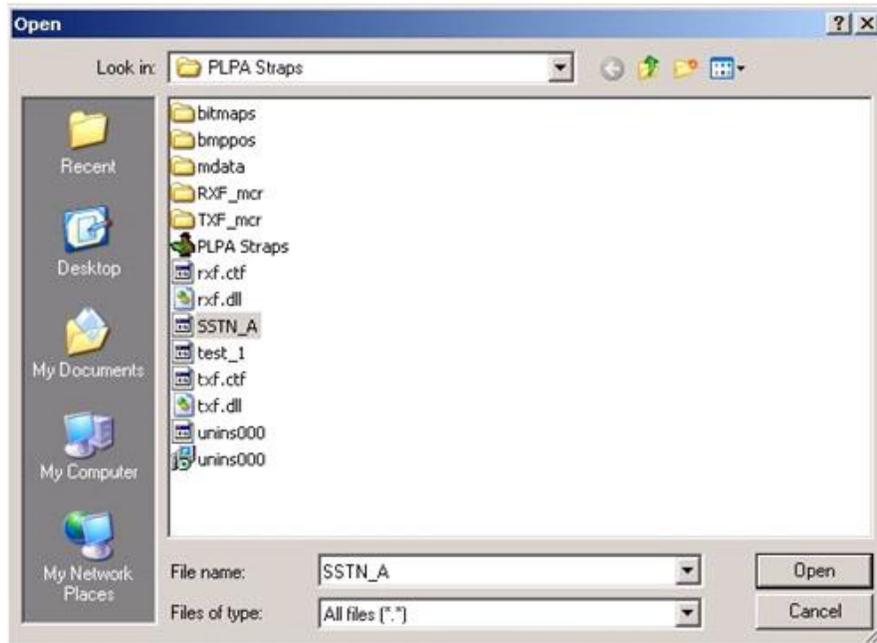


Figura 4.9 selección de un archivo existente.

Posteriormente abrimos el programa PLPA Straps y Con un clic en <Configuración> el siguiente formulario de entrada se abre.

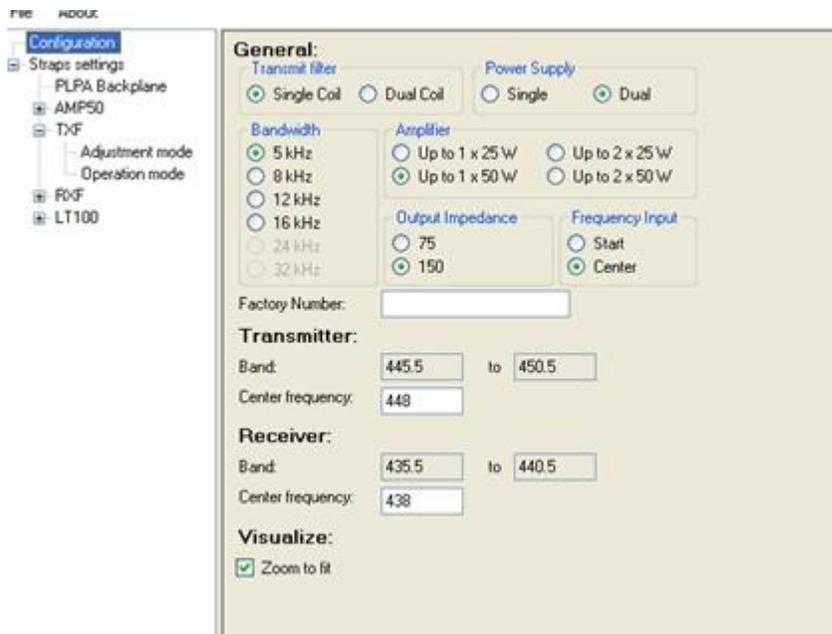


Figura 4.10 formulario de entradas.

Para la configuración de esta línea usamos un solo filtro transmisor, una fuente doble, el ancho de banda de 5 KHz (telefonía y teleprotección), un amplificador de los dos disponibles que tenemos de 50 W, la impedancia de salida del sistema de 150 Ω , seleccionamos la frecuencia de entrada central, la parte en blanco de numero de fábrica se deja sin parámetro y por default el programa da esa información. Por ultimo ajustamos frecuencias a la que deseamos realizar la transmisión y recepción. La frecuencia a la que se configuró el equipo en Tx 445.5 KHz a 450.5 KHz y Rx 435.5 KHz a 440.5 KHz, el programa genera la frecuencia central la cual es la mitad del ancho de banda establecido al principio de la configuración para este caso 2.5 KHz

Luego de hacer estos ajustes el programa seleccionamos "TXF" y esto nos generará 2 opciones: "modo ajuste y modo operación". Al seleccionar modo ajuste nos dará una imagen con los puentes de configuración que se tienen que soldar de la tarjeta Tx, a continuación en la Figura 4.11 podremos observarlo.

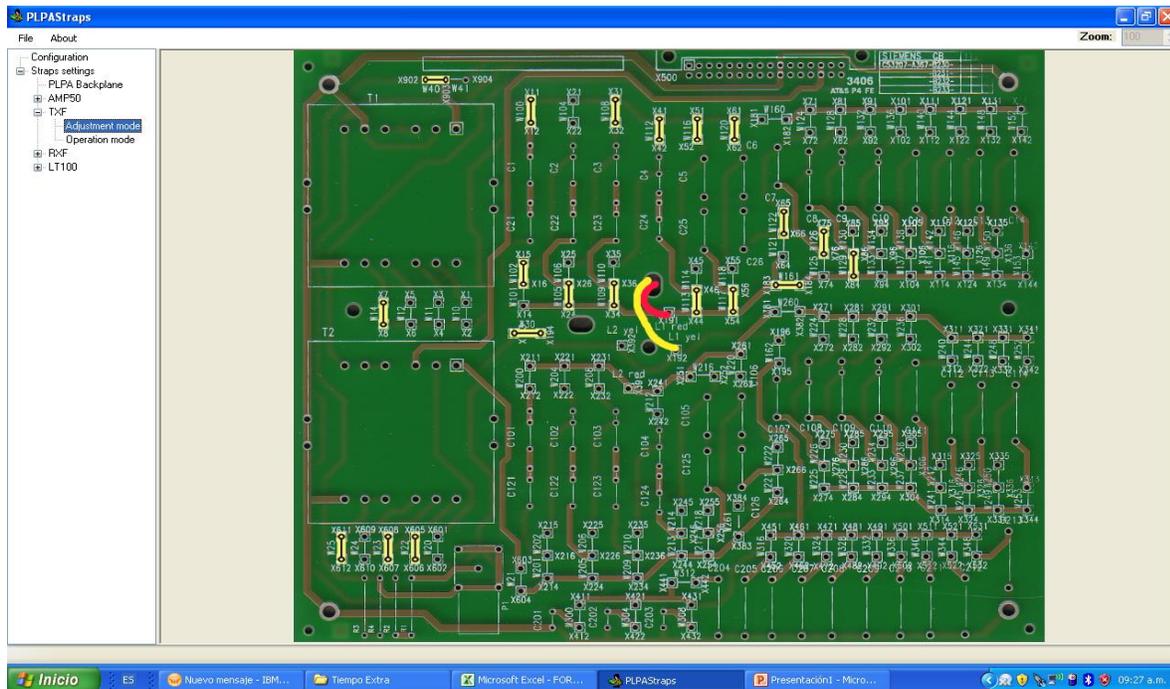


Figura 4.11 puentes a soldar de la tarjeta Tx

Las correas amarillas presentes en modulo del banco de capacitores en esta captura de pantalla son las mismas del filtro transmisor, a continuación se comienza a soldar cada una de ellas. (Nota: el puente w40 y w41 no se suelda, solo es un jumper que cambia de posición dependiendo el modo, ajuste u operación). Ver Figura 4.12.



Figura 4.12 proceso de creación de los puentes

El procedimiento es el mismo para ambas tarjetas y aunque no trabajarán simultáneamente, se debe configurar ambas para tener una como respaldo en caso de que una de ellas sufra algún tipo de daño.

En la tabla 4.2 podemos observar las configuraciones que pueden ser llevadas a cabo con los filtros de transmisión.

Selección	Configuración	observaciones
Filtro transmisor	Bobina simple Bobina doble	Ancho de banda del filtro transmisor: 5 a 16 KHz Ancho de banda del filtro transmisor: 5 a 32 KHz
Fuente de alimentación	simple Doble	Una fuente de alimentación Dos fuentes de alimentación -debe ser para dos amplificadores -la segunda fuente se debe usar como una fuente de alimentación redundante
Ancho de banda		Ancho de banda del Powerlink
Amplificador	Hasta 1 x 25 W Hasta 1 x 50 W Hasta 2 x 25 W Hasta 2 x 50 W	Uno o dos amplificadores utilizados. Cada amplificador puede ajustarse a la potencia de salida reducida.
Impedancia de salida	75 150	Impedancia de salida 75 Ω Impedancia de salida 150 Ω

Frecuencia de entrada	inicio central	Transmisión y recepción de la entrada de frecuencia realizada con el inicio de la banda de frecuencia de transmisión Transmisión y recepción de la entrada de frecuencia realizada con la frecuencia central de la banda de transmisión
Número de la fábrica		Entrada opcional
Transmisor		Introduzca iniciar o frecuencia central Mostrar marcha, paro y frecuencia central
Receptor		Introduzca iniciar o frecuencia central Mostrar marcha, paro y frecuencia central
visualizar		El módulo completo es visible en la pantalla cuando se activa

Tabla 4.2 configuraciones sección PLPA

El procedimiento anterior se conoce como sintonía gruesa, la segunda etapa es empezar con la sintonía fina la cual logra el ajuste deseado o la frecuencia exacta a la que deseamos trabajar, la potencia de transmisión real con la que enviará el sistema.

4.2.1 SINTONÍA FINA DE LOS FILTROS TX

Seleccionamos modo de Ajuste TXF y <LT100 / ajuste TXF-1> en el programa PLPA Straps y modificamos los puentes correspondientes para iniciar con el ajuste fino del filtro de línea TXF.

Básicamente un oscilador con una impedancia de 75 Ω y un medidor de nivel selectivo son suficientes para la sintonización del filtro. La configuración de la prueba se muestra en la siguiente Figura 4.13.

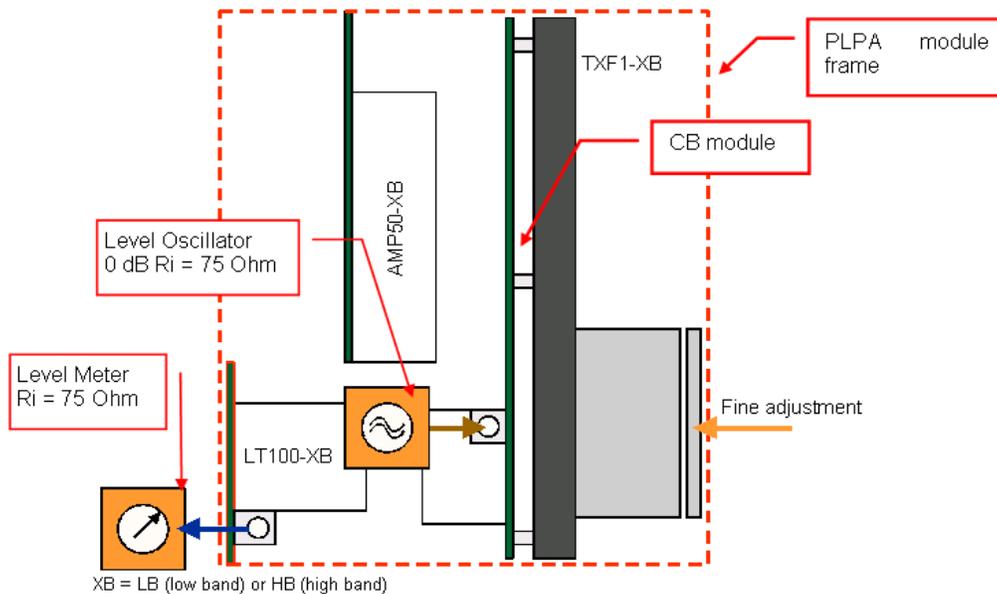


Figura 4.13 Configuración de prueba para la sintonización fina del TXF1-XB.

Inyectamos la frecuencia correspondiente a $0 \text{ dB Ri} = 75 \text{ Ohm}$ desbalanceado a la tarjeta Tx con el generador de nivel. Posteriormente se conecta el medidor selectivo de nivel con $\text{Ri} = 75 \text{ Ohm}$ al transformador LT-100. El mínimo esperado de nivel es $-16 \text{ dB} \pm 1 \text{ dB}$. El ajuste fino se dará con la bobina detrás de la tarjeta Tx. Las mediciones se realizan con las respectivas ubicaciones de las tarjetas en sus ranuras, para ambas tarjetas es necesario hacerlo en la ranura de la tarjeta 1.

Procedimiento de ajuste

El filtro TXF1 tiene que ser sintonizado a una atenuación mínima pasa-banda dentro de las tolerancias abajo ilustradas y con una atenuación característica que sea simétrica a la frecuencia central. Ver Figura 4.14, 4.15 y 4.16.

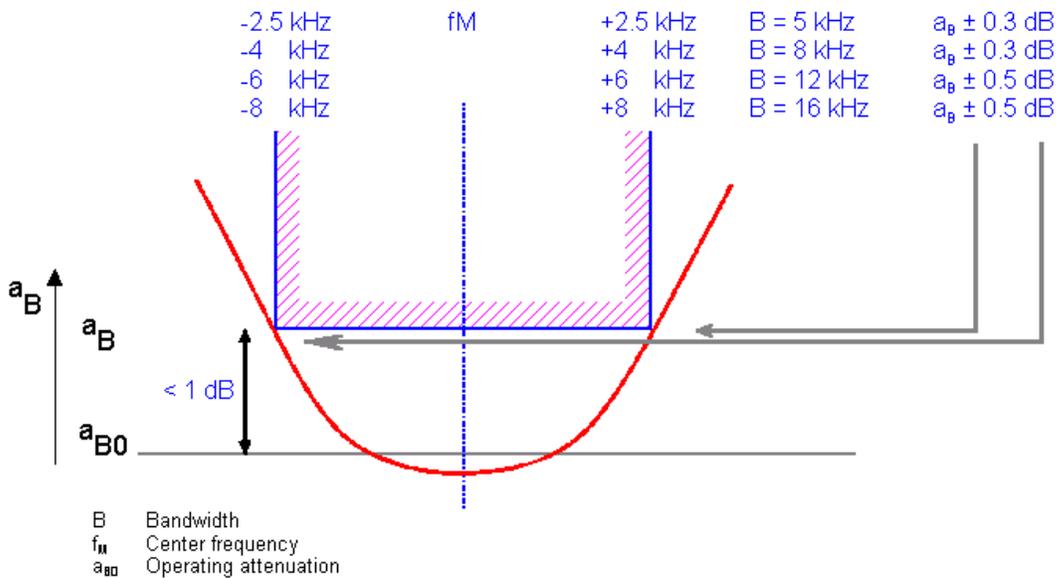


Figura 4.14 Atenuación del pasa banda del filtro transmisor de 50 W TXF1



Figura 4.15 equipo generador de nivel y medidor selectivo de nivel



Figura 4.16 ajuste fino del filtro de transmisión

4.2.2 AJUSTE DEL TRANSFORMADOR DE LÍNEA LT-100

El ajuste se realiza antes de la sintonía fina de las tarjetas Tx. Cabe mencionar que el mismo programa PLPA straps da la configuración total de la sección PLPA es decir; las tarjetas Tx, LT-100 y tarjeta Rx en una manera secuencial.

La configuración de la LT-100 es relativamente sencilla por lo que solo hace falta cambiar unos pequeños jumpers de posición de acuerdo al modo en que trabaje, Modo operación o ajuste. Además del filtro de línea en el que deseemos trabajar bien sea 1 o 2. Para el presente equipo será en el filtro de línea de transmisión 2. Ver Figuras 4.17 y 4.18.

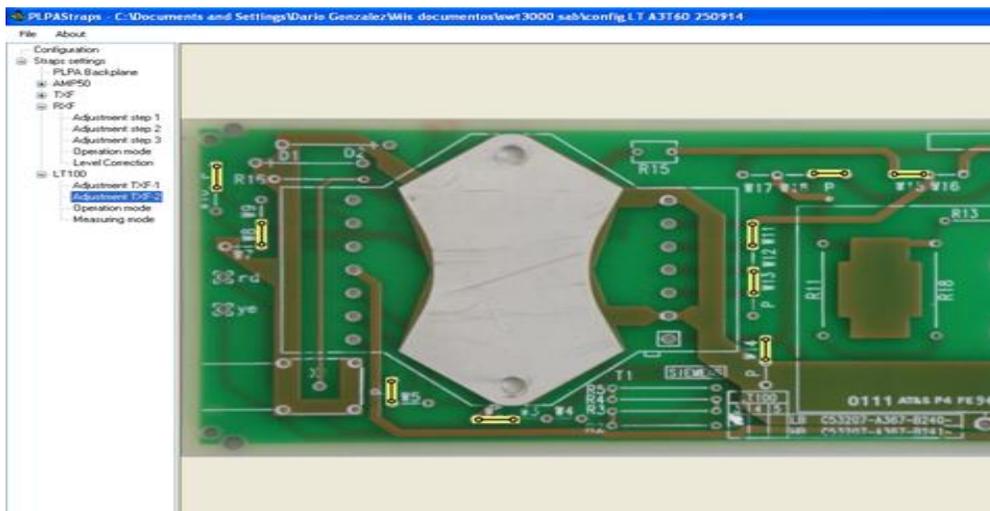


Figura 4.17 LT-100 en modo ajuste para la línea de transmisión 2

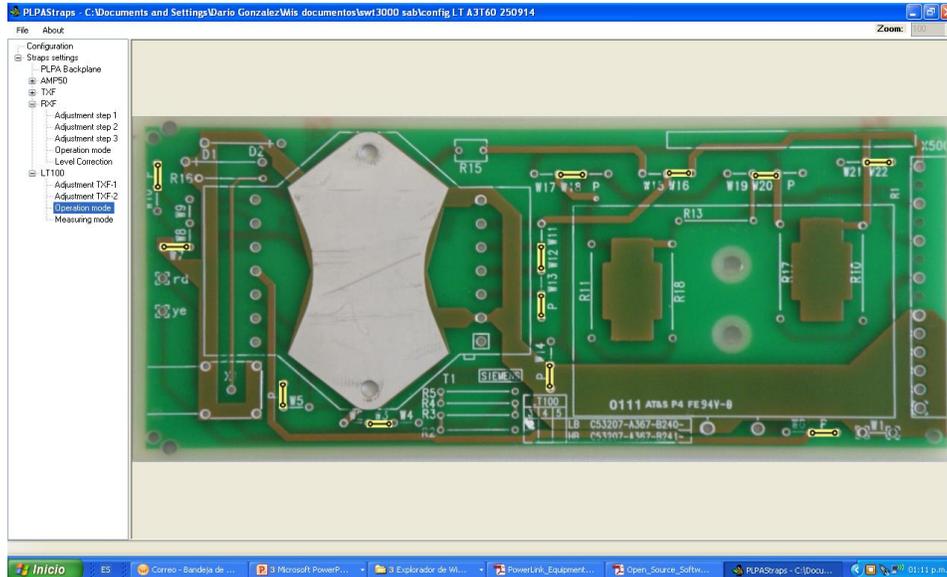


Figura 4.18 LT-100 en modo operación

Como podemos observar la posición de los jumpers en las tarjetas es distinta una respecto a otra. Para la sintonía fina de las tarjetas Tx se necesita que la LT-100 este en modo ajuste hasta el momento en el que éste quede listo para su servicio, es ahí cuando cambiamos a modo operación.

4.2.3 SINTONÍA DEL FILTRO Rx

Para la sintonía de la tarjeta receptora al igual que la tarjeta transmisora, necesita 2 pasos: sintonía gruesa y sintonía fina, la diferencia entre Tx y Rx; es que en esta sección ambos pasos son simultáneos.

Sintonía gruesa y fina del filtro de recepción

Los ajustes para el ancho de banda del filtro Receptor son de 5 KHz, 8 KHz, 12 KHz, 16 KHz, 24 KHz y 32 KHz, la sintonía gruesa del filtro de recepción se determina mediante el programa PLPA Straps para la sintonización del módulo RXF-XB este tiene que ser retirado del marco del módulo PLPA, retiramos la tapa del filtro con un desarmador y en el interior encontraremos Los dip switch mismos que se muestran en el programa PLPA Straps con la selección <configuración de puentes / RXF / paso 1 ajuste >. Ver Figura 4.19

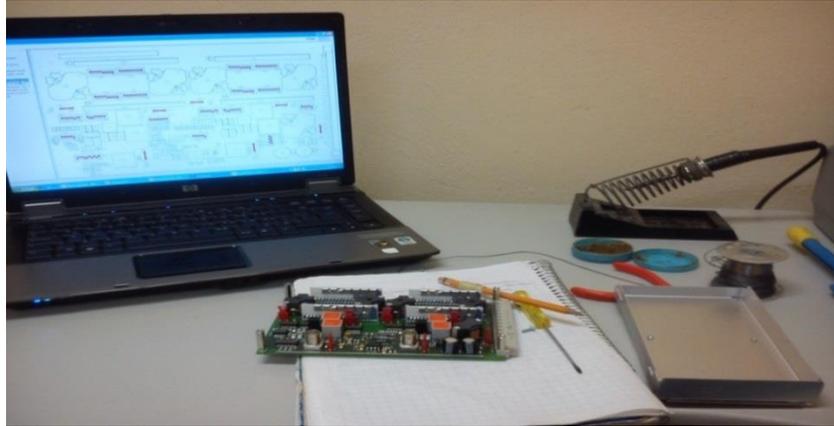


Figura 4.19 tarjeta receptora sin tapa de cubierta

En las siguientes imágenes observamos los pasos dados por el programa para la sintonía gruesa y fina, esto se da secuencial en 3 pasos y al igual que las tarjetas anteriores existen 2 modos de configuración: ajuste y operación. Ver Figura 4.20.

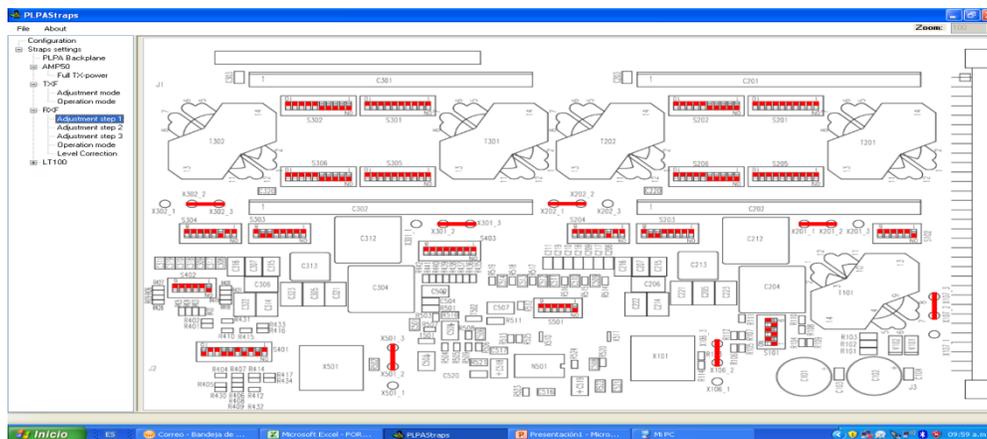


Figura 4.20 Primer paso configuración de los dip switch y jumpers

En este primer paso los puntos rojos que observamos en el programa son los mismos que tendremos que cambiar de posición en la tarjeta, es decir mover los dip y jumpers (esto se puede hacer con un pequeño desarmador y una pinza teniendo extremo cuidado). Posteriormente procedemos a la sintonía fina la cual se lleva a cabo con las pequeñas bobinas que vienen en la tarjeta con la denominación T201, T202, T301 y T302. Para lograr la sintonía fina se necesita del equipo de medición usado anteriormente: generador de nivel y medidor selectivo de nivel.

El generador de nivel (Rout = impedancia de 75 Ohm) tiene que ser conectado al conector BNC X101 y el medidor selectivo de nivel (Ri = impedancia de 75 Ohm) al conector BNC X501. Alimentar a un nivel de 0 dB en el generador de nivel. Como se muestra en la Figura 4.21.

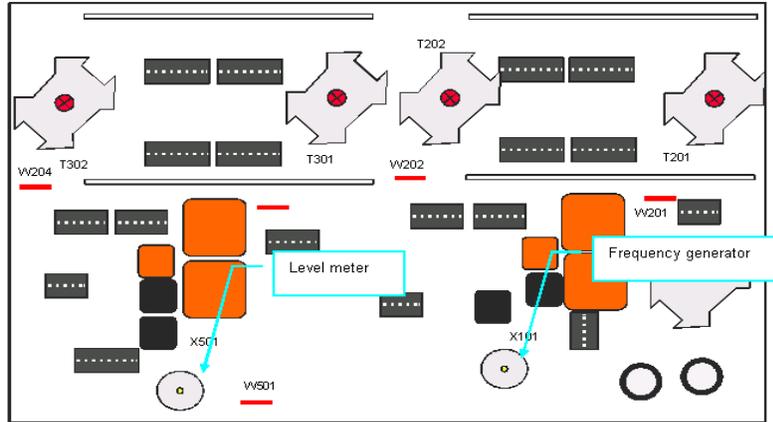


Figura 4.21 Asignación de los elementos de ajuste en el módulo receptor RXF

Paso 1, modo de ajuste:

Una vez realizados los cambios en la tarjeta según el programa PLPA straps procedemos a mover las bobinas T201 y T202 con extrema cautela ya que son muy sensibles al tacto (se recomienda un pequeño desarmador), igualamos al máximo nivel de frecuencia central aproximadamente en $\pm \frac{3}{4}$ * del ancho de banda. La diferencia de nivel alimentación es de aproximadamente -40 dB sin rebasar el límite y la diferencia entre sus bandas laterales y la central debe de ser en un rango no mayor a -0.3 dB. A continuación se muestra el procedimiento y una tabla del ajuste que se realizó en el proyecto. Como se observa en la Figura 4.22, 4.23 y tabla 4.3.



Figura 4.22 Conexión de la tarjeta Rx al equipo de medición



Figura 4.23 Sintonía fina de la tarjeta Rx

435.5 KHz B.L.I.	438 KHz F.C.	440.5 KHz B.L.S.
-30.32 dB	-30.90 dB	-30.71 dB
-30.32 dB	-30.53 dB	-30.79 dB
-30.90 dB	-30.76 dB	-30.53 dB
-30.28 dB	-30.58 dB	-30.98 dB
-31.26 dB	-30.56 dB	-30.43 dB
-30.80 dB	-31.19 dB	-30.87 dB
-33.12 dB	-30.25 dB	-30.45 dB
-31.16 dB	-31.37 dB	-31.05 dB
-32.80 dB	-30.51 dB	-30.77 dB
-31.49 dB	-31.47 dB	-31.30 dB

Tabla 4.3 Variación de la recepción visto en el medidor selectivo de nivel

En la tabla 4.3 Observamos la diferencia en dB de la banda central con sus bandas laterales. La tarjeta permite un nivel de recepción de hasta -40 dB pero en este caso se hizo en un rango menor para tener un grado de mayor selección. Al final la diferencia entre banda central y laterales no es mayor a -0.3 dB.

Paso 2, modo ajuste:

En la siguiente sección el procedimiento es similar al del primer paso, se selecciona en el programa PLPA straps el paso 2 de configuración y nos dará la nueva configuración para la tarjeta. Los dip switch no se mueven, solo cambian de posición los jumpers (marcados en rojo en el programa), y la afinación se realiza con las bobinas T301 y T302. Ver Figura 4.24 y tabla 4.4.

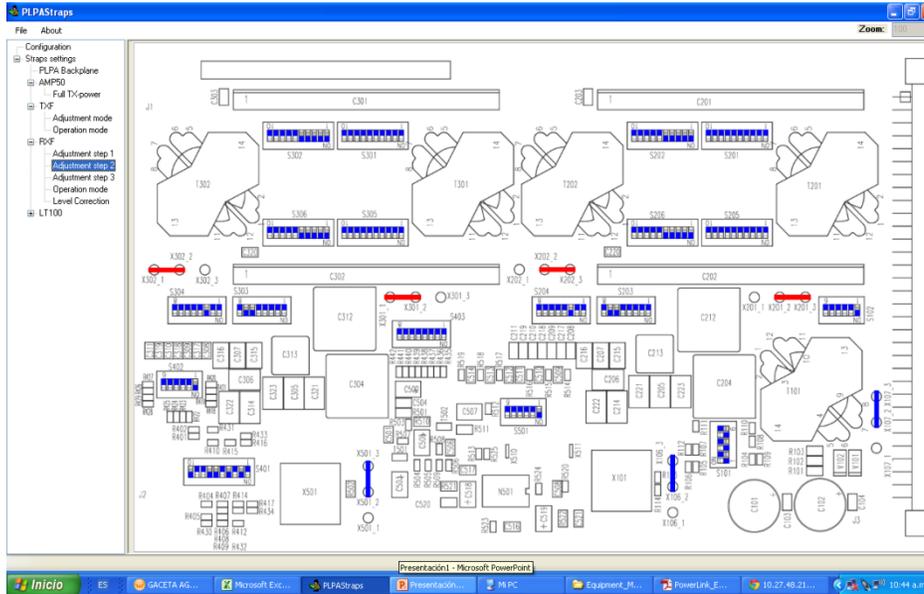


Figura 4.24 Paso 2 para la configuración de la tarjeta Rx

435.5 KHz B.L.I.	438 KHz F.C.	440.5 KHz B.L.S.
-30.32 dB	-30.55 dB	-30.66 dB
-30.29 dB	-30.40 dB	-30.50 dB
-30.69 dB	-30.45 dB	-30.31 dB
-31.71 dB	-30.23 dB	-30.19 dB
-30.55 dB	-30.67 dB	-30.56 dB

Tabla 4.4 Ajustes de las bobinas en el paso 2 vistos en el medidor selectivo de nivel

Volvemos a observar la variación de la banda central y sus laterales pero con un ajuste se logró tener una diferencia que está dentro del rango de -0.3 dB.

Paso 3, modo ajuste:

Por último seleccionamos dentro del programa el paso 3 y este nos mostrará la nueva configuración que se tiene que hacer en la tarjeta. Los dip switch y jumpers son cambiados de posición nuevamente (marcados en rojo). Solamente ajustamos con T301, al mismo nivel de la frecuencia central en $\pm \frac{3}{4} *$ del ancho de banda. Ver Figura 4.25 y tabla 4.5.

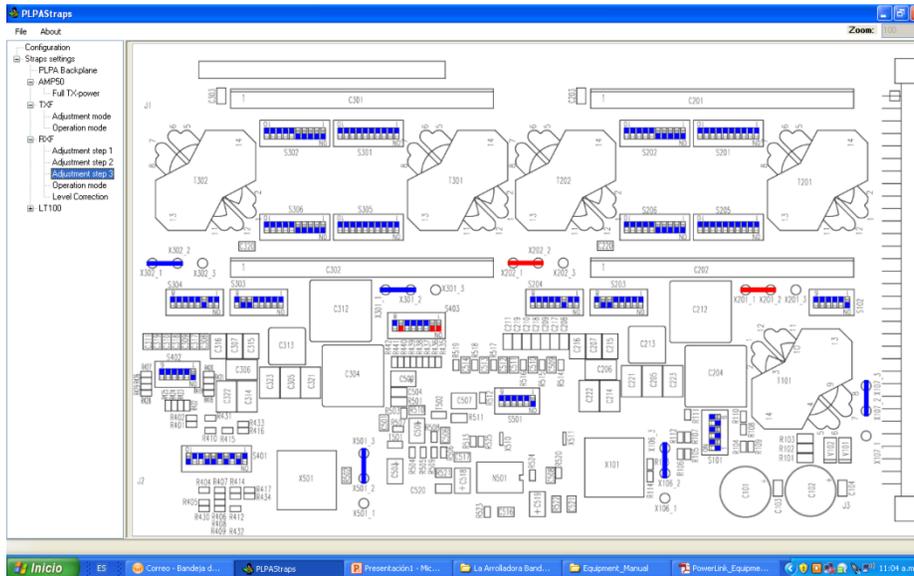


Figura 4.25 paso 3 para configurar la tarjeta Tx

435.5 KHz B.L.I.	438 KHz F.C.	440.5 KHz B.L.S.
-36.35 dB	-34.08 dB	-34.76 dB
-35.76 dB	-33.98 dB	-34.32 dB
-34.69 dB	-34.15 dB	-35.30 dB
-36.16 dB	-34.00 dB	-34.7 dB
-34.73 dB	-34.05 dB	-35.53 dB
-35.24 dB	-33.92 dB	-35.01 dB
-35.09 dB	-33.95 dB	-35.11 dB

Tabla 4.5 Ajustes de la bobina T301 vistos en el medidor selectivo de nivel

Para el último paso el valor de la frecuencia central es despreciable, la diferencia de -0.3 dB solo se aplica para sus bandas laterales y para nuestro caso una variación de -0.02 dB es por mucho aceptable.

Una vez realizados estos ajustes la tarjeta se coloca en modo operación al igual que las tarjetas anteriores, cambiamos de posición los jumpers de la tarjeta (marcados en rojo en el programa). Estas regresan a sus respectivos lugares. Como se observa en la Figura 4.26

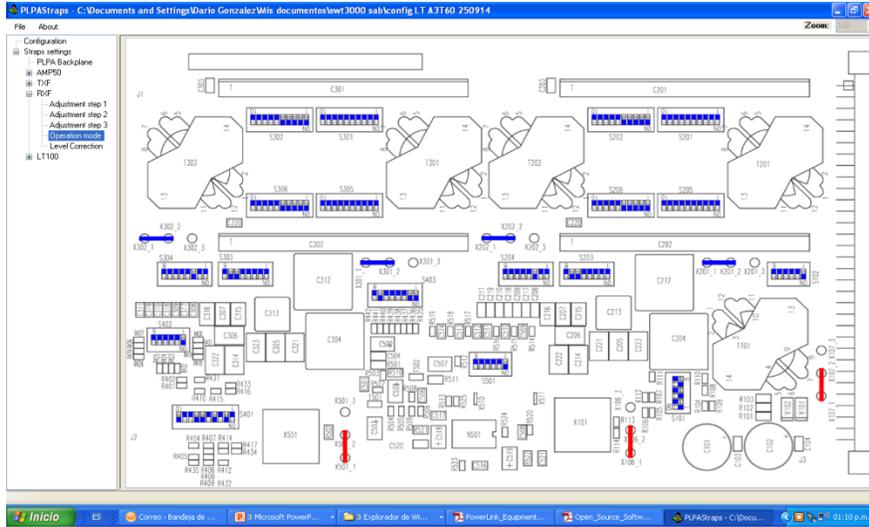


Figura 4. 26 modo operación de la tarjeta Rx

4.3 CONFIGURACIÓN DE LOS SERVICIOS DEL POWERLINK

Una vez concluido la configuración de la sección PLPA continuamos con la configuración del equipo vía software mediante el programa Powersys. Usamos un cable Ethernet para tener acceso al equipo. En esta etapa el equipo posee una dirección IP definido por la fábrica, pero podemos cambiar sus parámetros de acuerdo a las direcciones IP disponibles. Como se muestra en las Figuras 4.27, 4.28, 4.29 y 4.30.

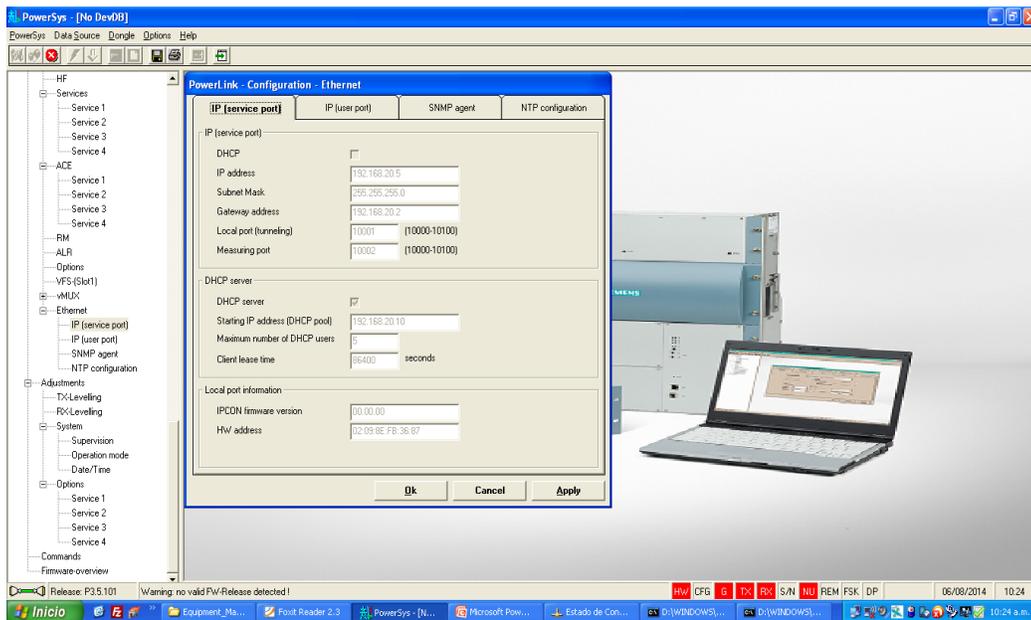


Figura 4.27 Configuración del puerto Ethernet

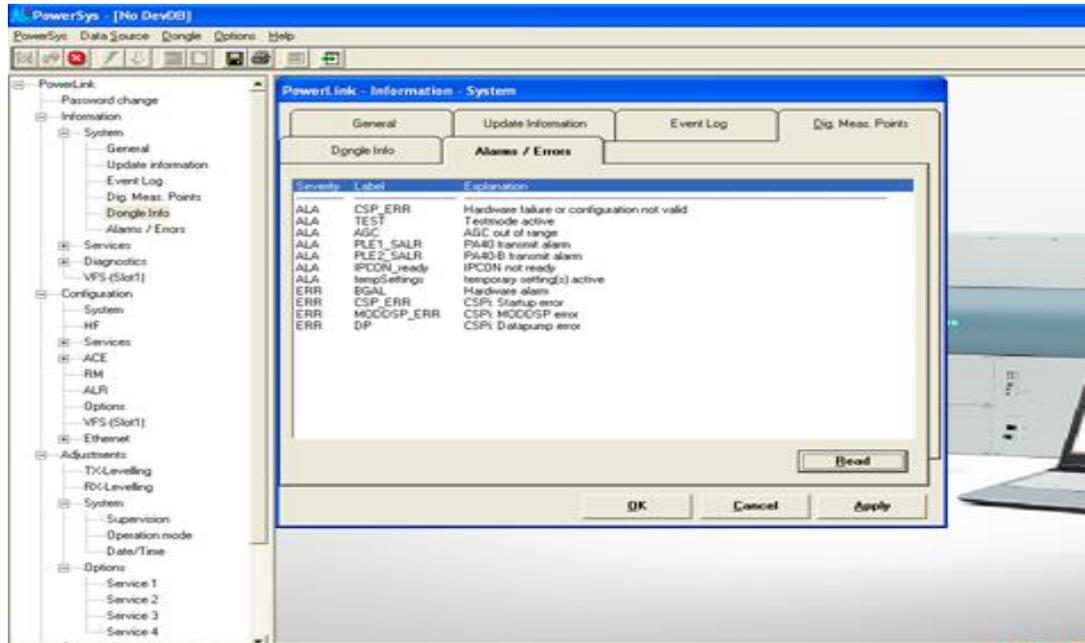


Figura 4.28 Alarmas activadas del equipo

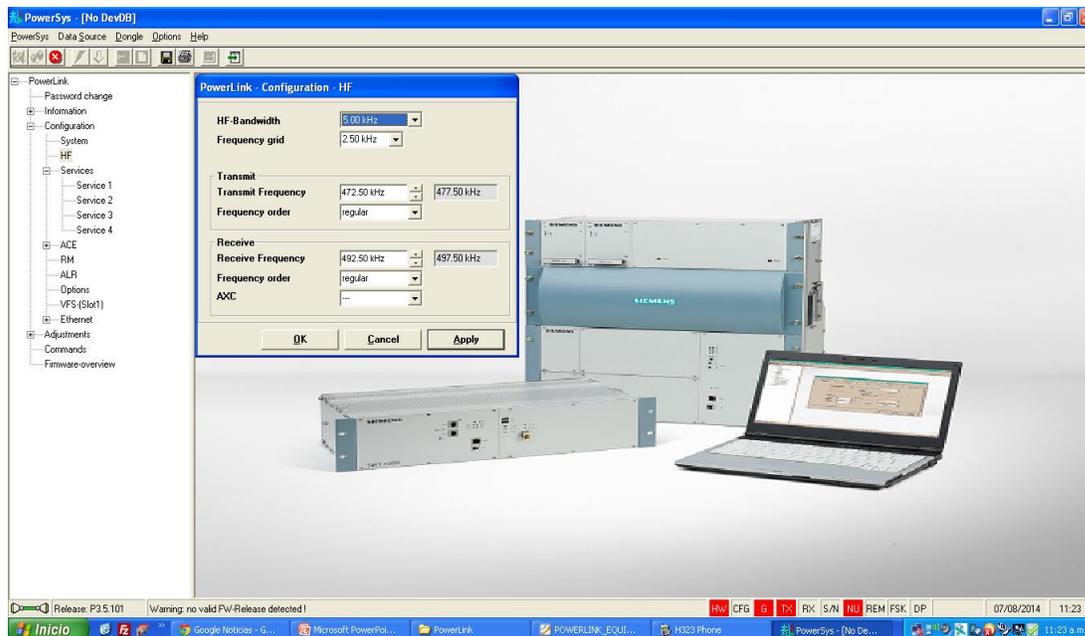


Figura 4.29 En esta sección se configura el equipo a la frecuencia que deseamos trabajar. La frecuencia será la misma con la que configuramos las tarjetas.

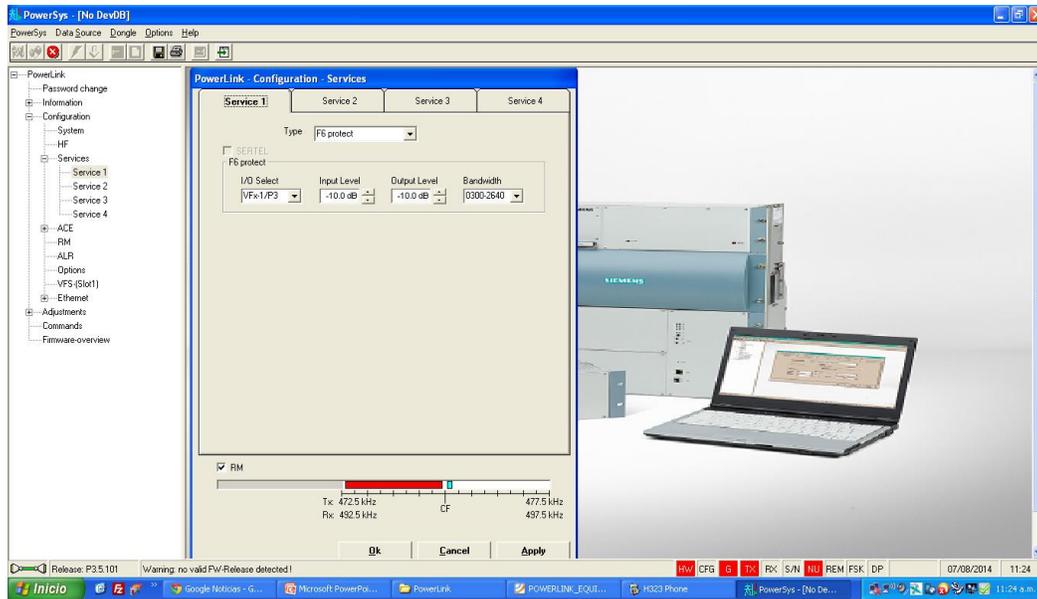


Figura 4.30 Configuramos los servicios requeridos, tenemos cuatro servicios diferentes disponibles para este caso será teleprotección en el primer servicio. El programa muestra diferentes parámetros y en la parte inferior el ancho de banda usado por el equipo

4.4 PRUEBAS DE DISPARO

Una vez concluida la configuración del equipo Powerlink se procede a hacer las pruebas de disparos, es decir; enviar una señal a nuestro colateral con un equipo OPLAT Powerlink y nosotros recibir una por parte de ellos. Sirve para verificar que la configuración de las tarjetas fue exitosa y que la línea está disponible y sin ningún desperfecto. La señal enviada simula ser las señales de teleprotección.

Para este procedimiento haremos uso de un pequeño jumper y un multímetro como equipo de medición, además del software de monitoreo del equipo “Powersys” conectado por el puerto Ethernet al SWT-3000. En el apartado del equipo “Event recorder” visualizaremos el historial de disparos emitidos por el equipo SWT-3000 y que son enviados y recibidos por los equipos OPLAT.

El procedimiento para las pruebas de disparos se logra con un pequeño puente o jumper en la tablilla X31A. Cualquiera de los dos equipos enlazados puede comenzar enviando una señal simplemente colocando un puente entre los contactos (humedecer los contactos) de la tablilla en cuestión, este se ira registrando en el apartado “Event recorder” del programa.

En la tabla 4.5 Podemos observar la ubicación de los puentes en la tablilla de conexiones tanto para Tx como Rx además de los comandos que estos enviarán.

Disparo	Tx	Rx	Comando
1	3 y 4	15 y 16	DTD 1
2	6 y 7	17 y 18	POTT 1
3	9 y 10	19 y 20	Disparo 3 (vacío)
4	12 y 13	21 y 22	Disparo 4 (vacío)

Tabla 4.5 Disparos emitidos y recibidos el equipo

Con el multímetro mediremos la continuidad en los disparos recibidos haciendo los respectivos puentes en los lugares de la tablilla para Rx antes vistos. Cuando el contacto se encuentra cerrado el contacto marca "on" y cuando está abierto "off" esto es visualizado en el programa Powersys como se ve en la Figura 4.31.

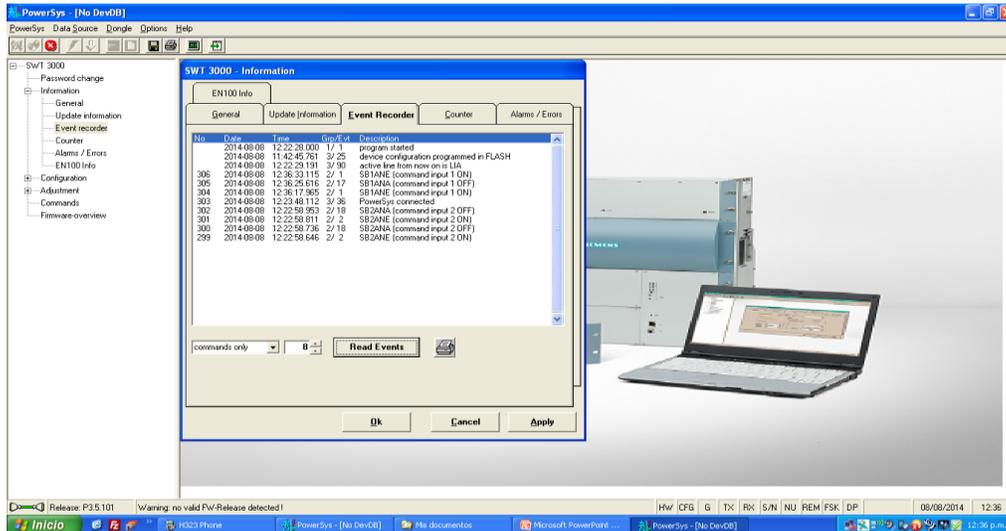


Figura 4.31 El programa muestra los disparos recibidos y enviados

Para la confirmación de los disparos en la misma tablilla se toma un "común" el cual será base para hacer todas las confirmaciones de los disparos. Para esto usaremos el contacto 23. Ver tabla 4.6 y Figura 4.32

Confirmaciones de disparos	Tx	Rx	Comando
1	23 y 24	23 y 31	DTD 1
2	23 y 35	23 y 33	POTT 1
3	23 y 27	23 y 35	Disparo 3 (vacío)
4	23 y 29	23 y 37	Disparo 4 (vacío)

Tabla 4.6 Confirmaciones de disparos



Figura 4.32 Pruebas y confirmaciones de disparos

Se mide la potencia de entrada y salida conectando el medidor selectivo de nivel en la salida $\varnothing R_i \geq 10K\Omega$ ubicado en el panel de conectores. Cuando enviamos nuestra señal de envío era alrededor de +38 dBm y la recepción de -9 dB. Cuando nosotros recibimos la señal de nuestro colateral teníamos una señal inversa, es decir; para transmisión de +9 dBm y recepción de -38 dB.

4.5 ACCESO AL EQUIPO OPLAT VÍA REMOTA

El acceso remoto para el Powerlink es por comunicación TCP/IP y basta con conectar el equipo OPLAT por medio de un cable Ethernet a un equipo de comunicación para que pueda ser gestionado vía remota.

El proceso se logra mediante el programa Powersys dando una serie de parámetros al equipo para su correcto funcionamiento. Ver Figura 4.33.

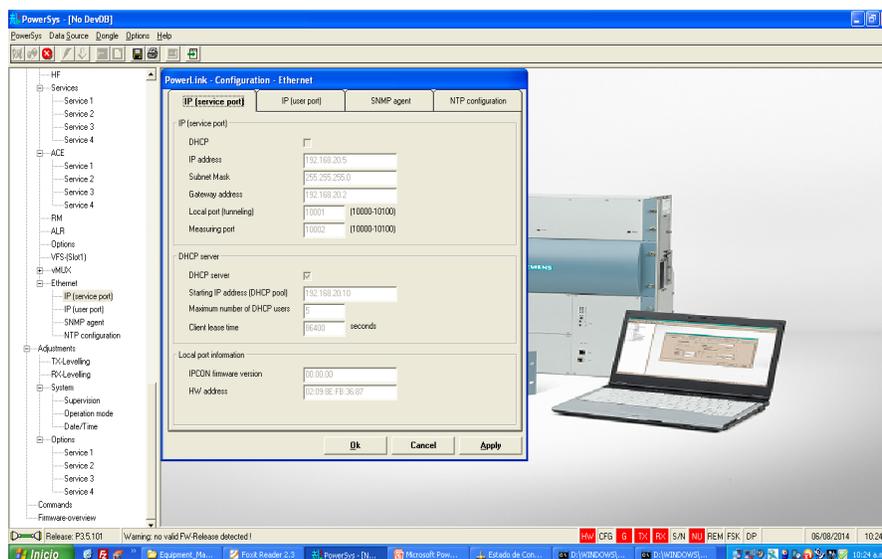


Figura 4.33 Configuración para acceso remoto

En la tabla 4.7 podemos observar los parámetros que hay que configurar para lograr el acceso por vía remota

Dirección IP	10.27.17.45
Mascara de red	255.255.255.192
Gateway	10.27.17.62

Tabla 4.7 Parámetros de configuración del equipo Powerlink

CAPÍTULO 5

CONCLUSIÓN DEL PROYECTO

5.1 RESULTADOS

La modernización del Equipo de Comunicación y Teleprotección de la subestación, El Sabino con las nuevas características del sistema OPLAT, permitieron que la confiabilidad y fiabilidad sea completamente certera y el manejo del equipo más sencillo.

Los resultados; una respuesta totalmente eficaz en menor tiempo y la posibilidad de habilitar varios servicios que anteriormente con los equipos ESB 500 y 2000 no se podían. Con lo anterior se optimiza el manejo del Ancho de Banda para cada servicio disponible. Puesto que al ser definido por el software desde la configuración de las tarjetas transmisoras y receptora; y posteriormente por el programa para la configuración de los servicios, podemos definir los diferentes Rásters que se utilizarán.

Como se pudo observar anteriormente las pruebas de envío y recepción fueron satisfactorias, tanto para Tx como Rx en un 83% de la calidad receptora y una potencia de envío de 38 dBm. Ver Figura 5.1.

Los resultados obtenidos durante el proyecto, en general fueron muy satisfactorios y de gran beneficio para el sistema de protección de la subestación, ya que los ajustes y adaptaciones que se realizaron fueron de gran importancia para el funcionamiento de los equipos Powerlink y SWT 3000.



Figura 5.1 Nivel de recepción del Powerlink

5.2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

La importancia del sistema eléctrico nacional del que forma parte el área de transmisión y transformación sureste obliga a mantener los equipos y las instalaciones en un 100% de disponibilidad, operatividad y estabilidad, así como un adecuado control de los flujos de energía para evitar pérdidas que eleven los costos de operación.

El empleo de canales de comunicación nos permite establecer contacto entre el personal de las diferentes instalaciones (subestaciones) y/o plantas generadoras de energía eléctrica y centros de control de energía (CENACE), así como también a los equipos de protección, medición, control y registros para obtener información de suma importancia para la atención de fallas o parámetros que nos permiten el control más adecuado de la red de energía eléctrica.

En lo que respecta a esquemas de protección se concluye que es de mucha importancia la implementación de dichos esquemas ya que se pueden liberar las fallas que se presentan en el sistema de potencia, para lograr confiabilidad y seguridad hacia los equipos, personal técnico y al flujo de energía que no debe fallar puesto que esto puede ocasionar la afectación al usuario y esto implica la pérdida económica hacia la empresa.

Recomendaciones

Se recomienda tener el equipo necesario para dar un buen mantenimiento, así como también un buen stock de refacciones para el caso de que algún modulo o parte de él o los equipos fallaran inmediatamente cambiar la parte averiada y tener siempre funcionando la red de comunicaciones.

Las características y nuevas aplicaciones que posee el equipo Powerlink y SWT 3000 son de gran capacidad para el envío de datos y otros servicios. En esta puesta en servicio un 80% de la capacidad del equipo no se pone en funcionamiento, el cual podría ser de gran beneficio para la empresa si estos operaran en algún momento dado.

ANEXO

DATOS TÉCNICOS

Transmisión HF

Proceso	
Modulación	Modulación de amplitud con transmisión de banda lateral única, modulación de canales múltiples (OFDM), conversión de frecuencias en una etapa
Banda de frecuencia HF	24–800 kHz, 24–1000 kHz*
Ancho de banda HF	2,5; 3,75; 4; 5; 7,5; 8 kHz en todas las direcciones operativas; 12, 16, 24, 32 kHz*
Banda TX/RX	Adyacente, no adyacente
Interfaz	
Potencia de salida	Amplificador de 50 W: hasta +47 dBm PEP ajustable por software a 20–50 W Amplificador de 100 W: hasta +50 dBm PEP ajustable por software a 40–100 W
Impedancia nominal de salida	75 ohmios asimétrico 150 ohmios simétrico
Emisión espúreas	Acorde a IEC 60495
A una distancia de:	A una potencia de transmisión de: > 40 W < 40 W
1 x B _N de la banda de frecuencia de transmisión	≥ 60 dB –14 dBm
2 x B _N de la banda de frecuencia de transmisión	≥ 70 dB –24 dBm
> 2 x B _N de la banda de frecuencia de transmisión	≥ 80 dB –34 dBm
	B _N = Ancho de banda nominal del canal de transmisión
Pérdida por retorno	> 10 dB acorde a IEC 60495
Atenuación adicional	= 1,5 dB acorde a IEC 60495
Balance to ground 50 Hz	> 40 dB
Balance to ground 60 Hz	> 40 dB

Características	
Sensibilidad del receptor	Nivel mínimo de recepción para tono piloto: –32 dBm (el nivel mínimo de recepción puede variar de un modo de servicio a otro)
Selectividad del receptor	A una distancia de $1 \times B_N$ de los límites de la banda de frecuencias: ≥ 65 dB A una distancia de $2 \times B_N$ de los límites de la banda de frecuencias: ≥ 75 dB B_N = Ancho de banda nominal del canal de transmisión
Cancelador automático de diafonía	Adaptación dinámica según los cambios de estado de la línea*
Control Automático de Ganancia AGC	40 dB banda dinámica (la banda AGC puede variar según el modo de servicio) Estabilización del nivel VF de salida: $< \pm 0,5$ dB
Control Automático de frecuencia AFC	Variación de frecuencia VF entre emisor y receptor ≈ 0 Hz

COMPETENCIAS ADQUIRIDAS

- ❖ Búsqueda de información
- ❖ Comprensión de manuales técnicos
- ❖ uso de equipo de medición
- ❖ Manejo de equipo de trasmisión y recepción
- ❖ Configuración de parámetros vía software
- ❖ programación de equipo Powerlink – SWT3000

BIBLIOGRAFÍA Y PÁGINAS WEB

[1]<http://www.siemens.com.mx/cms/mam/ICS/SG/ea/smartgridinfo/Documents/SmartGrid%20Info%20Mayo.pdf>

[2]Communication Solutions PowerLink, Equipment Manual

E50405-U53-A6-7670, Edition 01.2012

[3]Communication Solutions Teleprotection Signaling, Equipment Manual

E50405-U58-X-A2-7670, Edition 02.2012

[4]<http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/electronica/ElectronicaAplicadaIII/Aplicada/Cap05SSB.pdf>

[5] manuales de capacitación de la CFE.