



Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez

Proyecto:

Modernización de los sistemas de comunicación en líneas de 400Kv vía OPLAT en la Subestación la Angostura

Residencia Profesional

Presenta:

Domingo Gordillo Marcos Vidal



Contenido

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN.....	5
1.2 JUSTIFICACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
1.3 OBJETIVO GENERAL	¡Error! Marcador no definido.
1.4 OBJETIVO ESPECIFICOS	¡Error! Marcador no definido.
1.5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA EN EL QUE SE PARTICIPO ...	¡Error! Marcador no definido.
1.6 ANTECEDENTES	¡Error! Marcador no definido.
1.7 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DONDE SE REALIZO EL PROYECTO .	¡Error! Marcador no definido.
1.8 ANTECEDENTES DE LA PROBLEMÁTICA	¡Error! Marcador no definido.
1.9 PROBLEMAS A RESOLVER	¡Error! Marcador no definido.
1.10 ALCANCE	¡Error! Marcador no definido.
1.11 LIMITACIONES.....	¡Error! Marcador no definido.

CAPÍTULO 2. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 MARCO TEÓRICO.....	¡Error! Marcador no definido.
2.2 DIFERENTES TIPOS DE TRANSPORTE DE DATOS..	¡Error! Marcador no definido.
2.3 FIBRA ÓPTICA	¡Error! Marcador no definido.
2.4 FIBRA MONOMODO	¡Error! Marcador no definido.
2.5 FIBRA MULTIMODO.....	¡Error! Marcador no definido.
2.6 OPLAT.....	¡Error! Marcador no definido.
2.7 VENTAJAS	¡Error! Marcador no definido.
2.8 DESVENTAJAS	¡Error! Marcador no definido.
2.9 CONCEPTOS BÁSICOS DEL SISTEMA OPLAT	¡Error! Marcador no definido.
2.10 ESPECTRO DE RADIOFRECUENCIA	¡Error! Marcador no definido.
2.11 MODULACIÓN BLU Y AM.....	¡Error! Marcador no definido.
2.12 UNIDADES DE MEDICIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
2.13 FILTROS.....	¡Error! Marcador no definido.
2.14 COMPONENTES DEL SISTEMA OPLAT	¡Error! Marcador no definido.
2.15 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA OPLAT	¡Error! Marcador no definido.



2.16_LÍNEA DE TRANSMISIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
2.17 TRAMPA DE ONDA.....	¡Error! Marcador no definido.
2.18_TPC Ó DPC.....	¡Error! Marcador no definido.
2.19_CABLE DE RF.....	¡Error! Marcador no definido.
2.20 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS.....	¡Error! Marcador no definido.
2.21_CARACTERÍSTICAS DE TRANSMISIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
2.22_UNIDAD DE ACOPLAMIENTO.....	¡Error! Marcador no definido.
2.23_PARÁMETROS PRINCIPALES.....	¡Error! Marcador no definido.
2.24 Elementos del dispositivo de acoplamiento.....	¡Error! Marcador no definido.
2.25 TIPOS DE ACOPLAMIENTO.....	¡Error! Marcador no definido.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO E IMPLEMENTACACIÓN DEL PROYECTO

3.1_DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO OPLAT.....	¡Error! Marcador no definido.
3.2 DIAGRAMA A BLOQUES DEL EQUIPO OPLAT POWERLINK....	¡Error! Marcador no definido.
3.3_MEDICIONES Y PRUEBAS DEL SISTEMA OPLAT.....	¡Error! Marcador no definido.
3.4_PRUEBAS DE RESPUESTA A LA FRECUENCIA.....	¡Error! Marcador no definido.
3.5_TRAMPA DE ONDA.....	¡Error! Marcador no definido.
3.6_TPC O DPC.....	¡Error! Marcador no definido.
3.7 UNIDAD DE ACOPLAMIENTO.....	¡Error! Marcador no definido.
3.8 CABLE DE R.F.....	¡Error! Marcador no definido.
3.9_LÍNEA DE TRANSMISIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
3.10_GENERALIDADES DEL PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN DEL EQUIPO OPLAT SIEMENS POWER.....	67
3.11 SUPERVISIÓN DE LAS TENSIONES DE TRABAJO ..	¡Error! Marcador no definido.
3.12 AJUSTE DE LAS CORRIENTES DE REPOSO DE EMISOR EN LOS AMPLIFICADORES.....	70
3.13_SUPERVISIÓN DE LOS PORTADORES DE F1.....	¡Error! Marcador no definido.
3.14 SUPERVISIÓN DE LAS PORTADORAS DE RF.....	¡Error! Marcador no definido.
3.15 AJUSTE DE LOS RESIDUOS DE PORTADORAS DE F.I. Y R.F. EN TRANSMISIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
3.16 MEDICIONES A LA TRANSMISIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
3.17 AJUSTE DEL NIVEL DE TRANSMISIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.



3.18 MODULACIÓN PLENA.....	¡Error! Marcador no definido.
3.19 COMPROBACIÓN DE LA REGULACIÓN DINÁMICA DEL AMPLIFICADOR DE POTENCIA	¡Error! Marcador no definido.
3.20 AJUSTE DE LA SUPERVISIÓN DEL AMPLIFICADOR DE POTENCIA.....	¡Error! Marcador no definido.
3.21 AJUSTE DEL NIVEL TELEFÓNICO	¡Error! Marcador no definido.
3.22 AJUSTE DE LAS SEÑALES DE PROTECCIÓN	¡Error! Marcador no definido.
3.23 MEDICIONES A LA RECEPCIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
3.24 Ajuste de un estado fijo de regulación	¡Error! Marcador no definido.
3.25 Corrección de la amplificación.....	¡Error! Marcador no definido.
3.26 CONCLUSIÓN	¡Error! Marcador no definido.
3.27 BIBLIOGRAFÍA.....	79
3.28 ANEXOS.....	80



1.1 Introducción

Desde que se han implementado los sistemas de telecomunicación se han buscado métodos para optimizar la calidad y la capacidad de la información. En un principio se contó con sistemas de transmisión analógicos que durante un buen tiempo estuvieron a la vanguardia de las telecomunicaciones.

El suministro de energía eléctrica para grandes áreas a través de líneas de transmisión se ha expandido hasta tal punto que una extensa red de comunicaciones se presenta como una indispensable ayuda para un adecuado manejo de tal industria.

Los medios de comunicación son usados por:

- a) Un sistema eléctrico en operación, en un esfuerzo para proveer energía eléctrica confiable a bajo costo.
- b) Un control supervisorio de condiciones de operación para satisfacer la existencia de requerimientos de potencia a los voltajes y frecuencias previstos.
- c) El logro de una limitación de fallas de abastecimiento de potencia tanto en periodicidad como en tiempo.

Para resolver esos problemas los mensajes son intercambiados en una red interconectada entre las varias estaciones generadoras con la más apropiada programación para las plantas térmicas o hidroeléctricas y subestaciones.

En el evento de los problemas de transmisión de potencia, un rápido intercambio de información es imperativo entre las diversas estaciones que conforman el sistema, tal que elimine el problema y se reduzca el tiempo de salida a un mínimo.

Así la red de comunicación es utilizada para reconectar las plantas de potencia a las subestaciones y a las redes de usuarios.

No es solamente la comunicación telefónica, la cual termina en un despacho de control. Sino pueden existir también tableros mímicos de la red



que expongan las condiciones de “switcheo” y las mediciones esenciales cuya transmisión se logre ininterrumpidamente a través de tales sistemas integrados a la red de potencia.

La telefonía es naturalmente el instrumento más importante para la transmisión de mensajes de naturaleza general. En algunos casos sin embargo, como en la continua supervisión remota de mediciones, el énfasis es “no interrumpir la información” desde lugares desatendidos.

Otras aplicaciones como por ejemplo la protección selectiva de línea, requiere del reporte desde grandes distancias para la operación de relevadores de protección en fracciones de segundos a fin de que las líneas sean desconectadas y protección selectiva de línea también juegan un papel importante.

Para C.F.E. con líneas de transmisión en grandes distancias la red misma es el medio mas importante de comunicación ya que las líneas representan mucha más seguridad mecánicamente y como resultado el uso de Sistema OPLAT es extensamente aprobado en la redes eléctricas de potencia.

El sistema de potencia se encuentra dividido en 3 partes principales:

- Generación
- Transmisión
- Distribución

Generación:

Es la transferencia de cualquier forma de energía a energía eléctrica. Los generadores se encargan de esto, se le entrega energía mecánica para transformarla en energía eléctrica y así producir electricidad.

Transmisión:

Toda la electricidad producida en los centros de generación se debe transportar hacia los grandes centros poblados, que por lo general se encuentran bastante alejados.

Para realizar esta labor de forma eficiente se eleva el voltaje, por medio de transformadores, y se utilizan grandes torres metálicas para sujetar los cables que la transportan.



Distribución:

Finalmente y para poder llegar a cada uno de los hogares, centros comerciales e industrias, se vuelve a reducir el voltaje. De esta forma es mucho más sencillo, económico y seguro, transportar la energía eléctrica a cada rincón del pueblo, urbanización o ciudad.

En esta etapa se reduce el voltaje a valores comerciales: 120 Volt, 240 Volt y (480 Volt que en éste caso se utilizará para CFE), por medio de transformadores instalados directamente en los postes por donde se transporta la energía eléctrica.

Dada esta configuración y teniendo en cuenta la existencia de las líneas de transmisión de la energía eléctrica en el sistema de potencia y que desde que se han implementado los sistemas de telecomunicación, se han buscado métodos para optimizar la calidad y la capacidad de la información. Se hace viable y rentable la transmisión de información por sobre estas líneas de potencia, con el agregado de equipos y accesorios que permitan que no se vean afectadas las condiciones y requerimientos de funcionamiento de cada uno de los sistemas.

¿Qué es el sistema OPLAT (Ondas Portadoras en Líneas de Alta Tensión)?

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 transporte 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, altamente confiables y versátiles.

Los sistemas de comunicaciones por onda portadora sobre cables de transmisión de energía eléctrica han sido utilizados por las empresas eléctricas desde hace alrededor de 50 años. Originalmente fueron empleados por las mismas empresas para la transmisión de señales de comunicaciones relacionadas con sus propias necesidades, especialmente en la protección de las líneas de transmisión de alta tensión; sistemas



simples de telemetría, supervisión y control del sistema; y canales especiales de voz relacionados con la operación del mismo. Las capacidades y velocidades de transmisión eran comparativamente bajas, y las frecuencias de portadora generalmente se ubicaban por debajo de 2 o 3 MHz. Con frecuencia se utilizaban para cubrir distancias significativas, lo cual se lograba aislando los cables eléctricos a la frecuencia de portadora mediante la utilización de trampas de ondas y acoplado las señales de comunicación por medio de condensadores capaces de soportar los voltajes de línea.

En general este tipo de sistemas se ha denominado Sistemas de Comunicación por Onda Portadora sobre Líneas de Potencia (OPLAT) o Sistemas de Banda Ancha sobre Líneas de Potencia (BPL), Power Line Carrier (PLC) por sus siglas en inglés.

En la actualidad existen, o se proyectan en muchos países modernos sistemas OPLAT con diferentes niveles de complejidad que se utilizan para la gestión y operación de sistemas eléctricos con estos objetivos, los cuales, dentro de los parámetros exigidos, proporcionan aplicaciones de gran utilidad para les empresas eléctricas, a costos competitivos.

Recientemente, con el desarrollo de modernas técnicas de modulación, codificación y corrección de errores extremadamente robustas se ha logrado superar sustancialmente las limitaciones del medio de transmisión lográndose velocidades de transmisión en el ámbito de 200 Mbps en condiciones normales, con expectativas aún mayores.

También deben mencionarse los sistemas en el ámbito residencial que apuntan hacia la digitalización de los diferentes aparatos de uso doméstico en el hogar.

Los sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica no han sido diseñados para conducir señales de comunicación, y los conductores de los sistemas de potencia constituyen uno de los medios más hostiles para la transmisión de señales de comunicación. Los problemas más importantes se manifiestan por la presencia de ruido impulsivo y ruido coloreado, con comportamiento variable en el tiempo, relacionado con las condiciones de carga del sistema, la operación de dispositivos y equipos conectados al mismo, y maniobras relacionada con la operación de la red eléctrica.

También se presentan fuentes aleatorias de ruido relacionadas con el efecto corona en líneas de alta y media tensión, descargas atmosféricas, transitorias en las corrientes de línea y problemas en las conexiones a tierra en el sistema eléctrico.

Sin embargo, los sistemas OPLAT constituyen actualmente uno de los medios de transmisión de comunicaciones de alta capacidad más promisorios, debido a la muy superior penetración de los servicios eléctricos con respecto a los servicios de comunicación en todo tipo de áreas y comunidades de interés y al avance tecnológico de los equipos, que



permiten la reducción de los efectos comentados anteriormente.

En la actualidad existen sistemas disponibles comercialmente para la transmisión sobre líneas de baja tensión (típicamente por debajo de 600 V) y medianas tensiones (normalmente entre cerca de 5 y 35 KV) que se utilizan en la industria eléctrica. En estos casos generalmente no se utilizan impedancias para el aislamiento de los conductores a la frecuencia de portadora, pero sí, lógicamente, para el acoplamiento capacitivo o inductivo de las señales de onda portadora a los cables de conducción eléctrica. En el caso de alta tensión evidentemente sí se utilizan reactancias para el aislamiento de los cables y el acoplamiento de las señales de onda portadora a las líneas eléctricas.

Al utilizar los cables de conducción de energía eléctrica para la transmisión de ondas portadoras de comunicación se produce también la emisión no deseada de señales electromagnéticas, las cuales pueden ser causa de interferencia por radiación o inducción en sistemas de comunicación radioeléctrica. La utilización de los sistemas OPLAT debe estudiarse desde dos puntos de vista fundamentales: Los relacionados con la transmisión de información como tal, y los referentes a las interferencias que pueden causar a sistemas de radiocomunicaciones que operan bajo licencia en las mismas bandas de frecuencias utilizadas para la transmisión de comunicación sobre los cables eléctricos. También deben tenerse en cuenta los aspectos de seguridad en el diseño de los diferentes dispositivos y materiales que conforman los sistemas.

Características del OPLAT:

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 OPLAT es alta.

Costo:

En vista de la existencia del soporte (línea de potencia) 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, los puntos



(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 emplea generalmente frecuencias de rango de 40 a 500 KHz., y el límite inferior esta dado básicamente por el ruido del sistema y el superior por sus atenuaciones.

Servicios OPLAT:

Los sistemas de onda portadoras a través de líneas de alta tensión se utilizan principalmente para transmitir:

- Informaciones analógicas, como telefonía , y/o.
- Informaciones digitales o numéricas llamadas teleseñales.

Telefonía:

Los sistemas OPLAT se utilizan para establecer conversaciones telefónicas que van desde sistemas de líneas compartidas simples de hasta las redes privadas automáticas integradas, dotadas con prioridades para los abandonos que controlan a nivel de áreas la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica.

Teleprotección:

Las redes de transporte de energía deben estar protegidas contra los defectos de una doble finalidad, evitar peligros a las personas y prevenir daños a las instalaciones, procurando dar un suministro lo más regular posible. Para ello se transmiten señales de alta velocidad entre los extremos de la línea a través de los canales OPLAT.

Telecontrol y Teleseñalización:

Los sistemas OPLAT se emplean generalmente con señales codificadas para el telecontrol y la teleseñalización, obteniéndose así un alto grado de seguridad al tiempo que se evitan funcionamientos erróneos o pérdidas de información.



Bandas de frecuencia

La mayoría de los sistemas OPLAT de banda lateral única (BLU) disponibles hoy en día están diseñados para una banda nominal de 4 kHz escogida dentro de la gama de frecuencias portadoras.

En algunos países como México la banda nominal elegida es de 2.5 kHz. La tabla 1 de la lista de valores típicos para la banda de frecuencias efectivamente transmitida por un canal.

Tabla 2.1

Banda nominal de frecuencias portadoras	Uso	Banda de frecuencias efectivamente transmitidas para telefonía señales
4 KHz	Telefonía	300 Hz a 3.4 KHz
	Señales	300 Hz a 3.4 KHz ó más
	Telefonía	300 Hz a 3.4 KHz
	Y señales	2.64 KHz a 3.4 KHz y 2.16 KHz a 3.4 KHz o más
2.5 KHz	Telefonía	300 Hz a 2.4 KHz
	Señales	300 Hz a 3.4 KHz ó más
	Telefonía	300 Hz a 2.0 KHz y



Los equipos OPLAT dedicados a solo teleprotección pueden usar una banda nominal de frecuencias portadoras más estrecha que las expresadas en la tabla 1, pero con los valores no compatibles con la banda nominal de frecuencias portadoras utilizada en toda la red pueden llevar a un insuficiente empleo del espectro de frecuencias.

Elementos que conforman un enlace OPLAT:

El sistema de Onda Portadora por Línea de Alta Tensión esta conformado por los siguientes elementos:

- Trampas de Onda (TO).
- Condensadores de Acoplamiento (DP).
- Unidad de Acoplamiento (AKE).
- Cable de Alta Frecuencia.
- Terminal OPLAT.

1.2 JUSTIFICACIÓN


La necesidad de poder enviar y recibir datos entre la subestación sabino y subestación angostura y no depender solamente de las fibras ópticas, es la que conlleva a la actualización de nuevos equipos OPLAT que contengan esta característica ya que los equipos antiguos nada más cumplen con dos funciones telefonía y tele protección.

1.3 OBJETIVO GENERAL

Implementar un canal alternativo de comunicación para transporte de datos entre la subestación angostura y subestación sabino.

1.4 OBJETIVO ESPECIFICOS

- Puesta en marchas de los nuevos equipos OPLAT

- 
- Pruebas de enlace y transporte de voz y tele protección
 - Pruebas de enlace y transporte de datos a instalaciones colaterales

1.5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA EN EL QUE SE PARTICIPO

1.6 ANTECEDENTES

La C.F.E. rinde un homenaje al héroe chiapaneco ordenando que tanto la presa de la central hidroeléctrica lleve su nombre, cambiando así el de “la Angostura”, con el que se conoció la obra desde su proyecto hasta la entrada en operación.

Para la realización del plan integral del Grijalva, fue necesario construir el aprovechamiento de la angostura, esta cuenta con 5 unidades con capacidad de 180MW cada una que reúne un conjunto de características que lo sitúan como elemento básico para el desarrollo del río Grijalva y que se puede emplear ventajosamente en la generación de energía, dado que dentro del territorio mexicano es el primer aprovechamiento que cuenta con un vaso de almacenamiento que regularizara el escurrimiento de 9, 700 millones de m³ anuales.

1.7 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DONDE SE REALIZO EL PROYECTO

El departamento de comunicaciones se encarga de mantener las comunicaciones con las subestaciones colaterales y de transmitir voz, y tele protección este último para la seguridad tanto de equipo como del personal de la empresa, en el caso de tele protección se une con el departamento de protección para ejercer las acciones necesarias.

El departamento cuenta con un jefe de comunicaciones, un profesionista y dos técnicos que se encargan de poner en marcha nuevos equipos, así como también mantenimiento preventivo y correctivo. También cuenta con una caseta en donde están instalados todos los equipos de comunicaciones. Es necesario que además de las aplicaciones antes mencionadas se pueda transmitir datos por medio de las líneas de alta tensión quedando como una opción de respaldo por si llega a fallar la línea principal (fibra óptica).



1.8 ANTECEDENTES DE LA PROBLEMÁTICA

En la empresa CFE sector Angostura se han venido trabajando con equipos OPLAT pero solo se maneja las opciones de voz y tele protección, actualmente se busca mandar datos a través del sistema OPLAT y con equipos antiguos esto no es posible por eso el interés de actualizar a nuevos equipos que traen esta función además de mejorar sus funciones que ya traían.

1.9 PROBLEMAS A RESOLVER

- La falta de una vía de respaldo para la transmisión de datos
- Falta de equipos OPLAT que traigan estas funciones de envío de datos

1.10 ALCANCE

Este proyecto será desarrollado para enlaces entre colaterales ANG-SAB y a su vez esta información será enviada hacia Puebla pasando por otras subestaciones antes de llegar hasta su destino.

1.11 LIMITACIONES

Viabilidad: la información acerca de los sistemas OPLAT es muy variada pero no muy concreta a la hora de decir los problemas que puede conllevar tener este tipo de equipos.

Tiempo: La dependencia de Siemens para traer los equipos y evaluarlos sería una limitante la que nos podría llevar a la inconclusión del proyecto.

CAPÍTULO 2. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 MARCO TEÓRICO

2.2 DIFERENTES TIPOS DE TRANSPORTE DE DATOS

2.3 FIBRA ÓPTICA

Los circuitos de fibra óptica son filamentos de vidrio (compuestos de cristales naturales) o plástico (cristales artificiales), del espesor de un pelo (entre 10 y



300 micrones). Llevan mensajes en forma de haces de luz que realmente pasan a través de ellos de un extremo a otro, donde quiera que el filamento vaya (incluyendo curvas y esquinas) sin interrupción. Las fibras ópticas pueden ahora usarse como los alambres de cobre convencionales, tanto en pequeños ambientes autónomos (tales como sistemas de procesamiento de datos de aviones), como en grandes redes geográficas (como los sistemas de largas líneas urbanas mantenidos por compañías telefónicas).

En un sistema de transmisión por fibra óptica existe un transmisor que se encarga de transformar las ondas electromagnéticas en energía óptica o en luminosa, por ello se le considera el componente activo de este proceso. Una vez que es transmitida la señal luminosa por las minúsculas fibras, en otro extremo del circuito se encuentra un tercer componente al que se le denomina detector óptico o receptor, cuya misión consiste en transformar la señal luminosa en energía electromagnética, similar a la señal original. El sistema básico de transmisión se compone en este orden, de señal de entrada, amplificador, fuente de luz, corrector óptico, línea de fibra óptica (primer tramo), empalme, línea de fibra óptica (segundo tramo), corrector óptico, receptor, amplificador y señal de salida.

Los bloques principales de un enlace de comunicaciones de fibra óptica son: transmisor, receptor y guía de fibra. El transmisor consiste de una interface analógica o digital, un convertor de voltaje a corriente, una fuente de luz y un adaptador de fuente de luz a fibra. La guía de fibra es un vidrio ultra puro o un cable plástico. El receptor incluye un dispositivo conector detector de fibra a luz, un fotodetector, un convertor de corriente a voltaje un amplificador de voltaje y una interface analógica o digital. En un transmisor de fibra óptica la fuente de luz se puede modular por una señal análoga o digital.

Acoplando impedancias y limitando la amplitud de la señal o en pulsos digitales.

El convertor de voltaje a corriente sirve como interface eléctrica entre los circuitos de entrada y la fuente de luz. La fuente de luz puede ser un diodo emisor de luz LED o un diodo de inyección láser ILD, la cantidad de luz emitida es proporcional a la corriente de excitación, por lo tanto el convertor voltaje a corriente convierte el voltaje de la señal de entrada en una corriente que se usa para dirigir la fuente de luz. La conexión de fuente a fibra es una interface mecánica cuya función es acoplar la fuente de luz al cable.

La fibra óptica consiste de un núcleo de fibra de vidrio o plástico, una cubierta y una capa protectora. El dispositivo de acoplamiento del detector de fibra a luz también es un acoplador mecánico.

El detector de luz generalmente es un diodo PIN o un APD (fotodiodo de avalancha). Ambos convierten la energía de luz en corriente. En consecuencia,



se requiere un conversor corriente a voltaje que transforme los cambios en la corriente del detector a cambios de voltaje en la señal de salida.

Componentes y Tipos de Fibra Óptica

El Núcleo: En sílice, cuarzo fundido o plástico - en el cual se propagan las ondas ópticas. Diámetro: 50 o 62,5 μm para la fibra multimodo y 9 μm para la fibra monomodo.

La Funda Óptica: Generalmente de los mismos materiales que el núcleo pero con aditivos que confinan las ondas ópticas en el núcleo.

El revestimiento de protección: por lo general está fabricado en plástico y asegura la protección mecánica de la fibra.

2.4 FIBRA MONOMODO

Potencialmente, esta es la fibra que ofrece la mayor capacidad de transporte de información. Tiene una banda de paso del orden de los 100 GHz/km. Los mayores flujos se consiguen con esta fibra, pero también es la más compleja de implantar. El dibujo muestra que sólo pueden ser transmitidos los rayos que tienen una trayectoria que sigue el eje de la fibra, por lo que se ha ganado el nombre de "monomodo" (modo de propagación, o camino del haz luminoso, único). Son fibras que tienen el diámetro del núcleo en el mismo orden de magnitud que la longitud de onda de las señales ópticas que transmiten, es decir, de unos 5 a 8 μm . Si el núcleo está constituido de un material cuyo índice de refracción es muy diferente al de la cubierta, entonces se habla de fibras monomodo de índice escalonado. Los elevados flujos que se pueden alcanzar constituyen la principal ventaja de las fibras monomodo, ya que sus pequeñas dimensiones implican un manejo delicado y entrañan dificultades de conexión que aún se dominan mal.

2.5 FIBRA MULTIMODO

Índice Gradiente Gradual:

Las fibras multimodo de índice de gradiente gradual tienen una banda de paso que llega hasta los 500MHz por kilómetro. Su principio se basa en que el índice de refracción en el interior del núcleo no es único y decrece cuando se desplaza del núcleo hacia la cubierta. Los rayos luminosos se encuentran enfocados hacia el eje de la fibra, como se puede ver en el dibujo. Estas fibras permiten reducir la dispersión entre los diferentes modos de propagación a través del núcleo de la fibra.

La fibra multimodo de índice de gradiente gradual de tamaño 62,5/125 μm (diámetro del núcleo/diámetro de la cubierta) está normalizado, pero se pueden encontrar otros tipos de fibras:- Multimodo de índice escalonado 100/140 μm .

- Multimodo de índice de gradiente gradual 50/125 μm .

Fibra Multimodo de índice escalonado:



Las fibras múltimodo de índice escalonado están fabricadas a base de vidrio, con una atenuación de 30 dB/km, o plástico, con una atenuación de 100 dB/km. Tienen una banda de paso que llega hasta los 40 MHz por kilómetro. En estas fibras, el núcleo está constituido por un material uniforme cuyo índice de refracción es claramente superior al de la cubierta que lo rodea. El paso desde el núcleo hasta la cubierta conlleva por tanto una variación brutal del índice, de ahí su nombre de índice escalonado.

Ventajas

- La fibra óptica hace posible navegar por Internet a una velocidad de dos millones de bps.
- Acceso ilimitado y continuo las 24 horas del día, sin congestiones.
- Video y sonido en tiempo real.
- Es inmune al ruido y las interferencias.
- Las fibras no pierden luz, por lo que la transmisión es también segura y no puede ser perturbada.
- Carencia de señales eléctricas en la fibra.
- Presenta dimensiones más reducidas que los medios pre-existentes.
- El peso del cable de fibras ópticas es muy inferior al de los cables metálicos.
- La materia prima para fabricarla es abundante en la naturaleza.
- Compatibilidad con la tecnología digital.

Desventajas

- Sólo pueden suscribirse las personas que viven en las zonas de la ciudad por las cuales ya esté instalada la red de fibra óptica.
- El coste es alto en la conexión de fibra óptica, las empresas no cobran por tiempo de utilización sino por cantidad de información transferida al computador, que se mide en megabytes.
- El coste de instalación es elevado.
- Fragilidad de las fibras.
- Disponibilidad limitada de conectores.
- Dificultad de reparar un cable de fibras roto en el campo.

2.6 OPLAT

2.7 VENTAJAS:

- Acceso a las redes de datos en sitios remotos donde la única red disponible es la eléctrica.
- El PLC no necesita obra civil adicional.
- Menores costos de implementación y operación frente a tecnologías inalámbricas y satelitales.



- Proceso de instalación sencillo y rápido para el cliente final, debido a que no se requiere mano de obra muy especializada.
- Servicio triple play (voz, datos, TV) y suministro de energía eléctrica al mismo tiempo.
- Ofrece servicios de banda ancha, inclusive puede llegar a alcanzar tasas de transmisión de hasta 200 Mbps.
- Conexión permanente a Internet.
- Cada enchufe eléctrico puede ser utilizado para la conexión a Internet, telefonía, domótica, televisión interactiva y seguridad, entre otras.
- Opción alternativa para la última milla.
- Capacidad de priorizar el tráfico utilizando QoS.42
- Control de la tasa de transmisión y recepción (Tx-Rx).
- Flexibilidad para el uso de frecuencias programables.
- Alta eficiencia.
- Mayor competencia en el mercado, por consiguiente una posible reducción de precios y mejor calidad de los servicios.

2.8 DESVENTAJAS

- Producción no masiva de equipos PLC.
- Incompatibilidad de equipos que no pertenecen a una estandarización y homologación.

2.9 CONCEPTOS BÁSICOS DEL SISTEMA OPLAT

Los elementos que integran un sistema de telecomunicación son un transmisor, una línea o medio de transmisión y posiblemente, impuesto por el medio, un canal y finalmente un receptor.

- El transmisor es el dispositivo que transforma o codifica los mensajes en un fenómeno físico, la señal.
- El medio de transmisión, por su naturaleza física, es posible que modifique o degrade la señal en su trayecto desde el transmisor al receptor.
- El receptor ha de tener un mecanismo de decodificación capaz de recuperar el mensaje dentro de ciertos límites de degradación de la señal.

La telecomunicación puede ser punto a punto, punto multipunto o teledifusión, que es una forma particular de punto a multipunto que funciona solamente desde el transmisor a los receptores, siendo su versión más popular la radiodifusión.

La función de los ingenieros de telecomunicación es analizar las propiedades físicas de la línea o medio de comunicación y las propiedades estadísticas del



mensaje a fin de diseñar los mecanismos de codificación y decodificación más apropiados

Posibles imperfecciones en un canal de comunicación son: ruido impulsivo, ruido térmico, tiempo de propagación, función de transferencia de canal no lineal, caídas súbitas de la señal (micro cortes), limitaciones en el ancho de banda y reflexiones de señal (eco). Los modernos sistemas de telecomunicación, finalmente, han mejorado la calidad de transmisión del canal

- Ruido impulsivo.

El ruido impulsivo es aquel ruido cuya intensidad aumenta bruscamente durante un impulso. La duración de este impulso es breve, en comparación con el tiempo que transcurre entre un impulso y otro. Incide fundamentalmente en la transmisión de los datos, se debe básicamente a fuertes inducciones consecuencias de conmutaciones electromagnéticas.

- Ruido térmico

En telecomunicaciones y otros sistemas electrónicos, se denomina ruido térmico o ruido de Johnson al ruido producido por el movimiento de los electrones en los elementos integrantes de los circuitos, tales como conductores, semiconductores, tubos de vacío, etc. Se trata de un ruido blanco, es decir, uniformemente distribuido en el espectro de frecuencias.

- Ruido por Efecto Corona.

Uno de los efectos de gran importancia en líneas de transmisión, es el Efecto Corona, y es a raíz de este que se desarrollan fenómenos tales como la Radio Interferencia y el Ruido Audible, los cuales con el aumento de la tensión de operación se hacen cada vez más notorios, aumentado así la posibilidad de que entre otros los equipos de comunicaciones asociados puedan ser afectados o interferidos debido a las propiedades electromagnéticas que se generan en los alrededores de la LT.

- Tiempo de propagación.

El tiempo de propagación, en redes, es el tiempo transcurrido desde que la información es transmitida hasta que la información llega al receptor. El tiempo de propagación depende de la densidad del material del que está hecho el medio de transmisión. Esta densidad puede cambiar dependiendo de otros factores, incluyendo la temperatura del material.

2.10 ESPECTRO DE RADIOFRECUENCIA.

La radiación electromagnética es una combinación de campo eléctrico y magnéticos oscilantes, que se propagan a través del espacio transportando energía de un lugar a otro. A diferencia de otros tipos de onda, como el sonido,



que necesitan un medio material para propagarse, la radiación electromagnética se puede propagar en el vacío.

La radiación electromagnética recibe diferentes nombres, y varía desde los energéticos rayos gamma (con una longitud de onda del orden de picómetros) hasta las ondas de radio (longitudes de onda del orden de kilómetros), pasando por el espectro visible (cuya longitud de onda está en el rango de las décimas de micrómetros). El rango completo de longitudes de onda es lo que se denomina el espectro electromagnético

El espectro visible es un minúsculo intervalo que va desde la longitud de onda correspondiente al color violeta (aproximadamente 400 nm) hasta la longitud de onda correspondiente al color rojo (aproximadamente 700 nm).

En telecomunicaciones se clasifican las ondas mediante un convenio internacional de frecuencias en función del empleo al que están destinadas: 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 30 KHz a los 500 KHz, y en algunos casos, hasta 1.0 MHz; 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.

2.11 MODULACIÓN BLU Y AM

La modulación es el proceso de mezclar 2 señales eléctricas, una de baja frecuencia y la otra de alta frecuencia. A la señal de baja frecuencia se le denomina señal moduladora y a la de alta frecuencia se le denomina señal portadora. Haciendo variar la amplitud de la señal portadora, de acuerdo a la amplitud de la señal modulante, obtenemos una señal modulada en amplitud. A este proceso se le llama modulación en amplitud.

Tabla: Clasificación de las ondas Electromagnéticas en Telecomunicaciones

Sigla	Rango	Denominación	Empleo
VLF	10 kHz a 30 kHz	Muy baja frecuencia	Radio gran alcance
LF	30 kHz a 300 kHz	Baja frecuencia	Radio, navegación
MF	300 kHz a 3 MHz	Frecuencia media	Radio de onda media
HF	3 MHz a 30 MHz	Alta frecuencia	Radio de onda corta
VHF	30 MHz a 300 MHz	Muy alta frecuencia	TV, Radio
UHF	300 MHz a 3 GHz	Ultra alta frecuencia	TV, Radar
SHF	3 GHz a 30 GHz	Súper alta frecuencia	Radar
EHF	30 GHz a 300 GHz	Extra alta frecuencia	Radar

TABLA

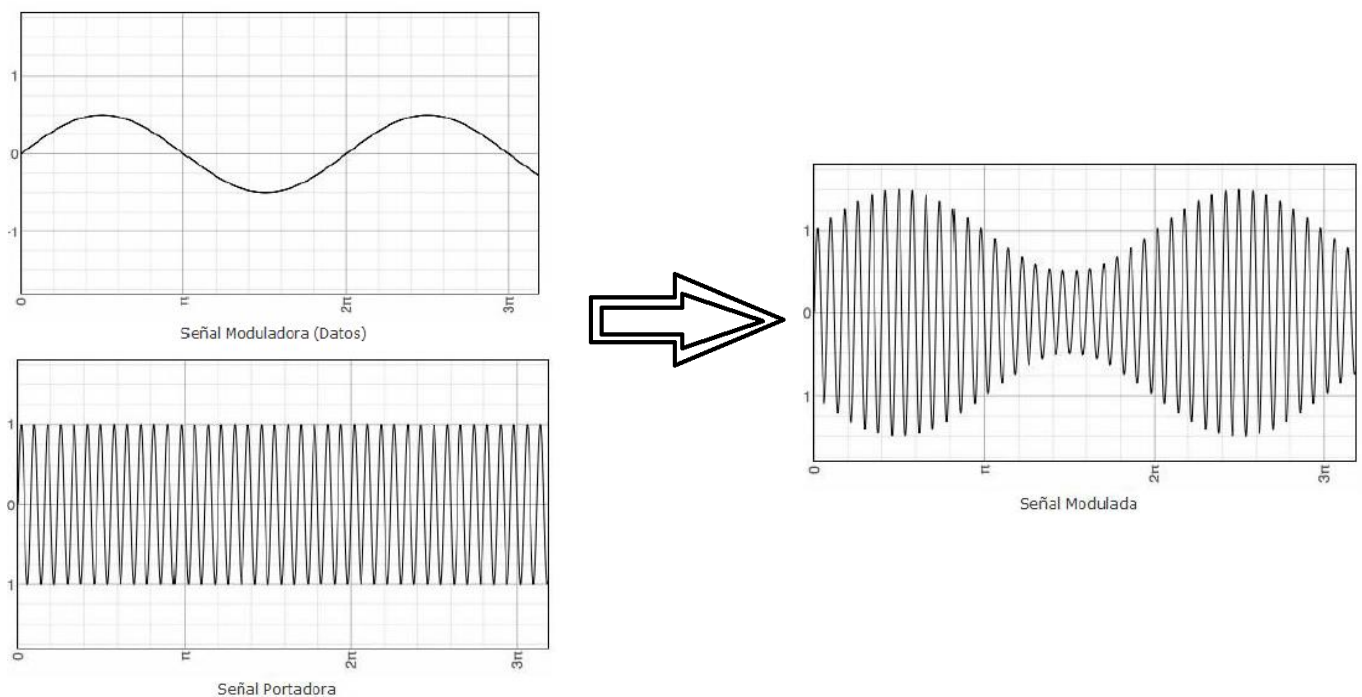


Figura 2.1 Modulación se señales BLU

Existen dos procesos fundamentales. El primero, imprimir la Información [BF] en la Portadora [RF], proceso al que llamamos MODULACIÓN. El segundo, es el proceso decodificador, es decir la recuperación de la información, procedimiento que denominamos DEMODULACIÓN o DETECCIÓN.

Consideremos que la expresión matemática de la señal portadora está dada por

$$V_p(t) = V_p \text{sen}(2\pi f_p t) \quad \text{Ec. 2.1}$$

- Donde V_p es el valor pico de la señal portadora y f_p es la frecuencia de la señal portadora.

De manera similar podemos expresar matemáticamente a la señal moduladora

$$V_m(t) = V_m \text{sen}(2\pi f_m t) \quad \text{Ec. 2.2}$$



Siendo V_m el valor pico de la señal moduladora y f_m su frecuencia.
La señal modulada tendrá una amplitud que será igual al valor pico de la señal portadora más el valor instantáneo de la señal modulada

$$(3) \quad V(t) = [V_p + V_m(t)] \text{sen}(2\pi f_p t) \\ \text{y } [V_p + V_m \text{sen}(2\pi f_m t)] \text{sen}(2\pi f_p t) \quad \text{Ec. 2.3}$$

Luego sacando V_p como factor común

$$(4) \quad V(t) = V_p \left[1 + \frac{V_m}{V_p} \text{sen}(2\pi f_m t) \right] \text{sen}(2\pi f_p t) \quad \text{Ec. 2.4}$$

Se denomina índice de modulación

$$m = \frac{V_m}{V_p}$$

Reemplazando m en (4)

$$v(t) = V_p [1 + m \text{sen}(2\pi f_m t)] \text{sen}(2\pi f_p t)$$

Operando

$$v(t) = [V_p + V_p m \text{sen}(2\pi f_m t)] \text{sen}(2\pi f_p t) \quad \text{Ec. 2.5} \\ v(t) = V_p \text{sen}(2\pi f_p t) + V_p m \text{sen}(2\pi f_m t) \text{sen}(2\pi f_p t)$$

Recordando la relación trigonométrica

$$\text{sen}\alpha \cdot \text{sen}\beta = \frac{1}{2} [\cos(\alpha - \beta) - \cos(\alpha + \beta)]$$

Aplicamos esta entidad a la ecuación (5)

Ec. 2.6

$$(6) \quad v(t) = V_p \text{sen}(2\pi f_p t) + \frac{mV_p}{2} \cos[2\pi(f_p - f_m)t] - \frac{mV_p}{2} \cos[2\pi(f_p + f_m)t]$$

La expresión (6) corresponde a la señal modulada en amplitud



Si al índice de modulación se lo expresa en porcentaje se obtiene el porcentaje de modulación:

$$m = \frac{V_m}{V_p} \qquad M\% = \frac{V_m}{V_p} \cdot 100$$

M puede variar de 0% a 100% sin que exista distorsión, si se permite que el porcentaje de modulación se incremente más allá del 100% se producirá distorsión por sobre-modulación, lo cual da lugar a la presencia de señales de frecuencias no deseadas.

En la ecuación (6), que describe a una señal modulada en amplitud, se observa que tiene tres términos. El primero de ellos corresponde a una señal cuya frecuencia es la de la portadora, mientras que el segundo corresponde a una señal cuya frecuencia es diferencia entre portadora y moduladora y el tercero a una frecuencia suma de las frecuencias de la portadora y moduladora. Todo este conjunto da lugar a un espectro de frecuencias de las siguientes características

Donde:

fp - fm: frecuencia lateral inferior
fp + fm: frecuencia lateral superior

Debido a que en general una señal analógica moduladora no es senoidal pura, sino que tiene una forma cualquiera, a la misma la podemos desarrollar en serie de Fourier y ello da lugar a que dicha señal esté compuesta por la suma de señales de diferentes frecuencias. De acuerdo a ello, al modular no tendremos dos frecuencias laterales, sino que tendremos dos conjuntos a los que se denomina banda lateral inferior y banda lateral superior.

Como la información está contenida en la señal moduladora, se observa que en la transmisión dicha información se encontrará contenida en las bandas laterales, ello hace que sea necesario determinado ancho de banda para la transmisión de la información.

Banda lateral única

Como la información se repite en cada banda lateral, se han desarrollado equipos denominados de Banda Lateral Única (BLU) o Single Side Band (SSB), en los cuales se requiere la mitad del ancho de banda del necesario para la transmisión en amplitud modulada. En el ejemplo anterior una transmisión en banda lateral única requiere solo 10KHz de ancho de banda. Si consideramos la banda lateral superior, el espectro de frecuencias tiene la siguiente forma.



Dependiendo de la banda lateral que se transmita, superior o la inferior, se puede tener Upper Side Band (USB): En este caso lo que se transmite es la banda lateral superior y son suprimidas la banda lateral inferior y la señal portadora.

Lower Side Band (LSB): En este caso lo que se transmite es la banda lateral inferior y son suprimidas la banda lateral superior y la señal portadora.

Potencia de la señal modulada

Como la potencia es proporcional a la tensión, el espectro de potencias tiene una forma similar al espectro de tensiones visto anteriormente. $m = \frac{V_m}{V_p}$

Como la amplitud máxima de cada banda lateral está dada por $\frac{m \cdot V_p}{2}$ y teniendo en cuenta que la potencia es proporcional al cuadrado de la tensión, resulta que la potencia de la señal modulada será:

$$P = (V_p)^2 + \left(\frac{m \cdot V_p}{2}\right)^2 + \left(\frac{m \cdot V_p}{2}\right)^2 \quad \text{Ec. 2.7}$$
$$P = V_p^2 + \frac{m^2 \cdot V_p^2}{4} + \frac{m^2 \cdot V_p^2}{4}$$

Para tener la igualdad en la última expresión debemos considerar las potencias en lugar de las tensiones

$$P = P_p + \frac{m^2}{4} \cdot P_p + \frac{m^2}{4} \cdot P_p \quad \text{Ec. 2.8}$$

$$P = P_p + \frac{m^2}{2} \cdot P_p$$

$$P = P_p \left(1 + \frac{m^2}{2}\right)$$

Si se modula al 100% resulta $m=1$ y por lo tanto la potencia de la señal modulada será igual a $3/2$ de la potencia de la portadora.

$$P = P_p \left(1 + \frac{1}{2}\right)$$
$$P = \frac{3}{2} P_p \therefore P_p = \frac{2}{3} P \quad \text{Ec. 2.9}$$



Observamos en la última ecuación que la portadora consume $2/3$ de la potencia total de la señal modulada y solo queda $1/3$ para las bandas laterales.

Para obtener mayor rendimiento se han desarrollado sistemas que transmiten con portadora suprimida, de modo que toda la potencia de la señal modulada corresponde a las bandas laterales.

El espectro de frecuencias para modulación de amplitud con portadora suprimida tiene las siguientes características.

2.12 UNIDADES DE MEDICIÓN

El Decibelio

Se denomina decibelio a la unidad relativa empleada en Acústica y Telecomunicación para expresar la relación entre dos magnitudes, acústicas o eléctricas, o entre la magnitud que se estudia y una magnitud de referencia.

El decibelio, símbolo dB, es una unidad logarítmica. Es 10 veces el logaritmo decimal de la relación entre la magnitud de interés y la de referencia. El belio es el logaritmo de la relación entre la magnitud de interés y la de referencia, pero no se utiliza por ser demasiado grande en la práctica.

El belio recibió este nombre en honor de Alexander Graham Bell, tradicionalmente considerado como inventor del teléfono.

Un (1) belio, la unidad original, equivale a 10 decibelios y representa un aumento de potencia de 10 veces (1 es el logaritmo decimal de 10) sobre la magnitud de referencia. Cero belios es el valor de la magnitud de referencia. (0 es el logaritmo de 1). Así, dos belios representan un aumento de cien veces (2 es el logaritmo decimal de 100) en la potencia. 3 belios equivalen a un aumento de mil veces (3 es el logaritmo decimal de 1.000), y así sucesivamente

Unidades basadas en el Decibelio

Como el decibelio es adimensional y relativo, para medir valores absolutos se necesita especificar a qué unidades está referida la medida

dBW: La W indica que el decibelio hace referencia a vatios. Es decir, se toma como referencia 1 W (vatio). Así, a un vatio le corresponden 0 dBW.

dBm: Cuando el valor expresado en vatios es muy pequeño, se usa el mili watt (mW). Así, a un mW le corresponden 0 dBm.



dBu: El dBu expresa el nivel de señal en decibelios y referido a 0.7746 vatios . 0.7746 V es la tensión que aplicada a una impedancia de 600 Ω , desarrolla una Potencia de 1mW. Se emplea la referencia de una impedancia de 600 Ω por razones históricas.

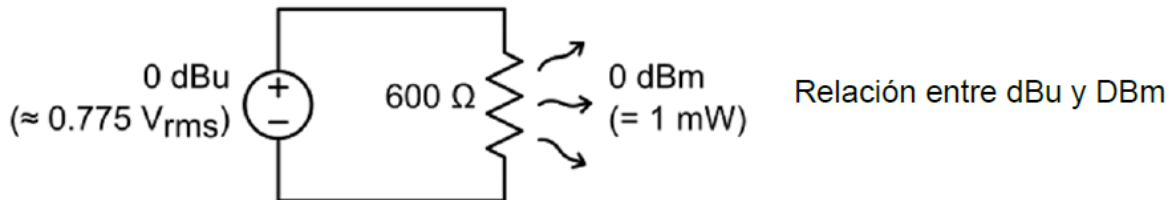


Fig. 2.2 Relación entre dBu y DBm

Aplicaciones en telecomunicaciones.

El decibelio es quizá la unidad más utilizada en el campo de las Telecomunicaciones por la simplificación que su naturaleza logarítmica posibilita a la hora de efectuar cálculos con valores de potencia de la señal muy pequeños. Como relación de potencias que es, la cifra en decibelios no indica nunca el valor absoluto de las dos potencias comparadas, sino la relación entre ellas. Esto permite, por ejemplo, expresar en decibelios la ganancia de un amplificador la pérdida de un atenuador sin necesidad de referirse a la potencia de entrada que, en cada momento, se les esté aplicando. La pérdida o ganancia de un dispositivo, expresada en decibelios viene dada por la fórmula:

En donde **PE** es la potencia de la señal en la entrada del dispositivo, y **PS** la potencia a la salida del mismo. Si hay ganancia de señal (amplificación) la cifra en decibelios será positiva, mientras que si hay pérdida (atenuación) será negativa.

Para sumar ruidos, o señales en general, es muy importante considerar que no es correcto sumar directamente valores de las fuentes de ruido expresados en decibelios. Así, dos fuentes de ruido de 21 dB no dan 42 dB sino 24 dB

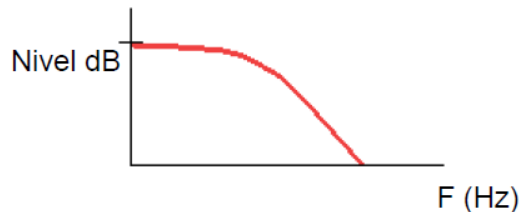
2.13 FILTROS

Un filtro eléctrico o filtro electrónico es un elemento que discrimina una determinada frecuencia o gama de frecuencias de una señal eléctrica que pasa a través de él, pudiendo modificar tanto su amplitud como su fase.

Los filtros se clasifican según su respuesta frecuencia en los siguientes grupos:



Filtro paso bajo: Es aquel que permite el paso de frecuencias bajas y atenuar las frecuencias más altas, desde frecuencia 0 o continua hasta una determinada.



Grafica de respuesta filtro pasa bajo

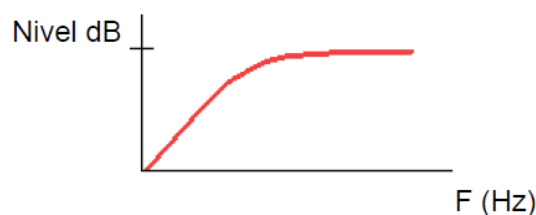
Fig. 2.3

El más sencillo está compuesto por una inductancia o bobina. Su reactancia inductiva para la frecuencia de corte o bien para determinada frecuencia de operación está definida por la ecuación:

$$Z_L = 2\pi FL$$

Donde Z_L es la Reactancia o Impedancia del Capacitor, F es la frecuencia de corte y L es la Inductancia en Henrios.

Filtro paso alto: Es el que permite el paso de frecuencias desde una frecuencia de corte determinada hacia arriba.



Grafica de respuesta filtro pasa Alto

Fig 2.4

El más sencillo está compuesto por un capacitor. Su reactancia capacitiva para la frecuencia de corte o bien para determinada frecuencia de operación está definida por la ecuación:

$$Z_c = \frac{1}{2\pi FC}$$

Donde Z_c es la Reactancia o Impedancia del Capacitor, F es la frecuencia de corte y C es la capacitancia en Faradios.

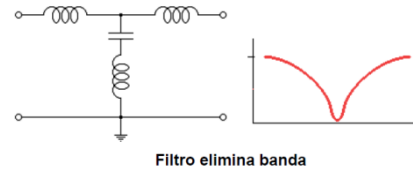


Filtro pasa banda: Son aquellos que permiten el paso de señales contenidos en un determinado rango de frecuencias, comprendido entre una frecuencia de corte superior y otra inferior.

Un circuito simple de este tipo de filtros es un circuito RLC (resistencia, bobina y condensador) en el que se deja pasar la frecuencia de resonancia, que sería la frecuencia central (f_c) y las señales con frecuencia próximas a ésta, en la gráfica hasta f_1 y f_2

Fig 2.6

Filtro pasa banda



Otra forma de construir un filtro paso banda puede ser usar un filtro paso bajo en serie con un filtro paso alto entre los que hay un rango de frecuencias que ambos dejan pasar. Para ello, es importante tener en cuenta que la frecuencia de corte del paso bajo sea mayor que la del paso alto, a fin de que la respuesta global sea paso banda

Filtro elimina banda: También llamado filtro rechaza banda, atenúa banda o filtro Notch, es el que dificulta el paso de señales contenidos en un determinado rango de frecuencias, comprendido entre una frecuencia de corte superior y otra inferior.

COMPONENTES DEL SISTEMA OPLAT

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA OPLAT

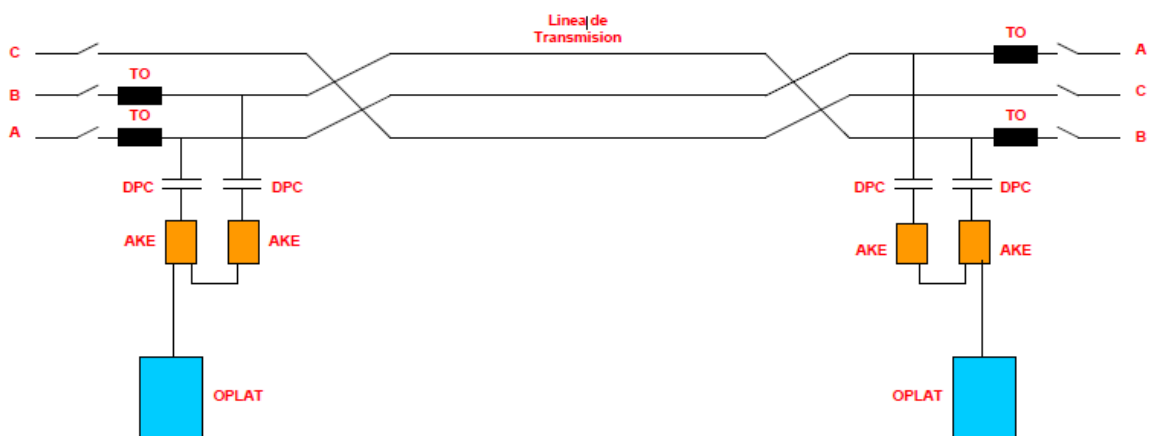


Fig. 2.7 Elementos constitutivos del sistema OPLAT

En donde:

TO Trampa de Onda.

DPC Dispositivo de Potencial Capacitivo.

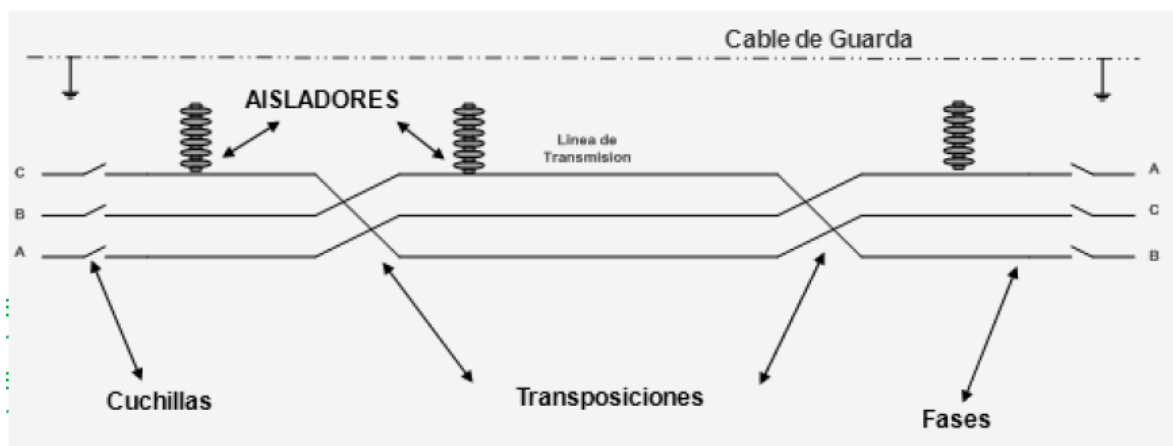
AKE Acopladores de Línea.

OPLAT Equipo de Comunicaciones de Onda Portadora Para Líneas de Alta Tensión (OPLAT).

2.16 LÍNEA DE TRANSMISIÓN

Las líneas de Alta Tensión son construidas para la transmisión de energía y sus características son:

- Calculadas para la transmisión de energía con frecuencias de 60 Hz. Por lo que la transmisión de RF (Frecuencias altas) es totalmente inadecuadas para la propagación.
- El ruido generado sobre la línea es muy alto comparado con la señal útil a transmitir (RUIDO CORONA).
- Las transposiciones que normalmente se instalan en las líneas actúan como trampas de onda en muchas ocasiones.
- Normalmente las líneas no son homogéneas y pueden producir interferencias.
- Se requiere ciertos niveles de relación señal a ruido para lograr una comunicación confiable.
- Los cambios climáticos (Hielo, Humedad, Calor Etc.) son elementos que influyen drásticamente en el enlace.



Línea de Transmisión.

Fig. 2.8

Elementos de las líneas de transmisión que afectan a las Comunicaciones:

- Fases
- Cuchillas

- Transposiciones
- Aisladores
- Cable de Guarda

2.17 TRAMPA DE ONDA

Las trampas de onda son parte del equipo primario de las subestaciones de potencia, utilizadas para evitar pérdidas excesivas de potencia de la señal portadora, cualquiera que sea la configuración de la red imponiendo una impedancia de bloqueo entre el bus de la subestación y la línea. Es básicamente una Inductancia sintonizada mediante un circuito resonante que nos sirve para el bloqueo de ciertas frecuencias para dirigir las señales útiles en sentidos que nos interesen.

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 y universal) y Suspendidas; por el tipo de construcción en Encapsuladas y Tipo Abierto; y por el rango y tipo de Frecuencias.

Cálculo de la Impedancia inductiva (Z_L) en una Trampa de Onda:

$$\text{Ec. 2.9} \quad Z_L = \sqrt{(R^2 + X_L^2)}$$

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 en las fórmulas anteriores son:

V Voltaje.

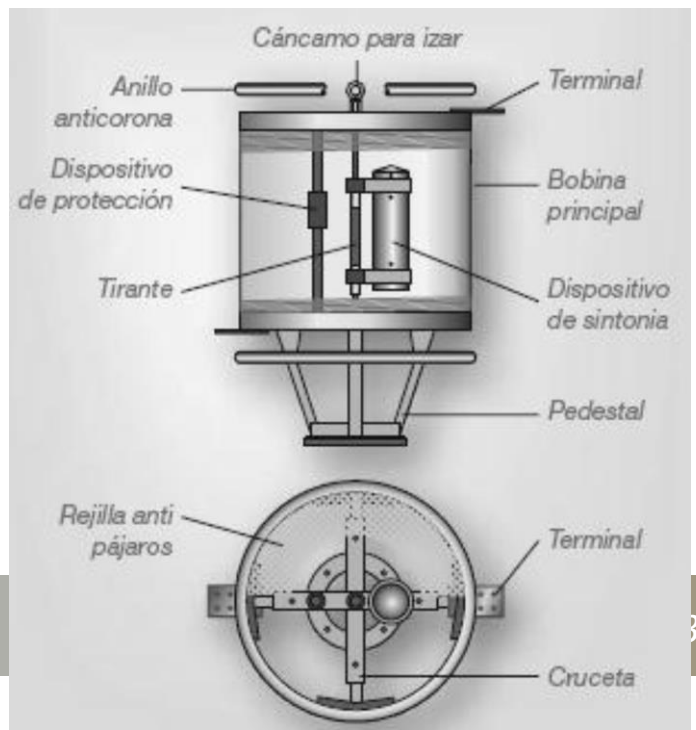
I Corriente.

f Frecuencia.

L Inductancia H

Elementos de la trampa de onda.

Fig. 2.10





Principales componentes de la Trampa de Onda.

a) Dispositivo de Sintonía: Su misión es hacer relativamente elevada la impedancia de bloqueo para una o varias frecuencias o banda de frecuencias; y está formado por condensadores y eventualmente por inductancias y resistencias y va conectado en paralelo con la bobina principal y el dispositivo de protección.

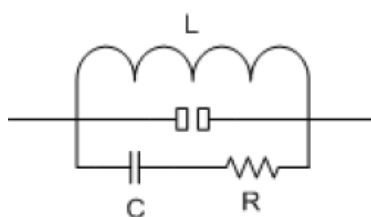
Su misión es hacer relativamente elevada la impedancia de bloqueo, para una o varias frecuencias o banda de frecuencias; y está formado por condensadores y eventualmente por inductancias y resistencias y va conectado en paralelo con la bobina principal y el dispositivo de protección.

b) Dispositivo de Protección: Su misión es proteger la bobina de bloqueo contra las sobretensiones transitorias que pudieran presentarse en sus bornes y va conectado en paralelo con el dispositivo de sintonía y la bobina principal.

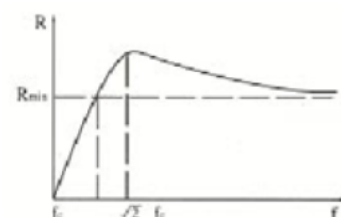
c) Bobina Principal: Es el elemento por el cual circula la corriente de línea; su inductancia nominal L_n es el valor al que se refieren las características especificadas de la bobina de bloqueo a la frecuencia de 60 Hz.

Tipos de sintonía de la trampa de onda.

a) Sintonía de Banda Alta:



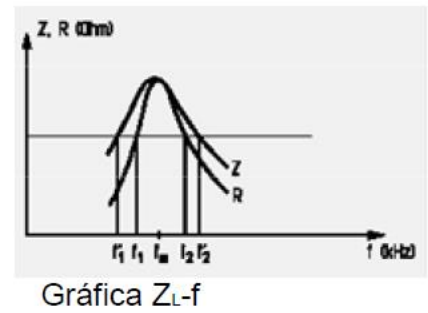
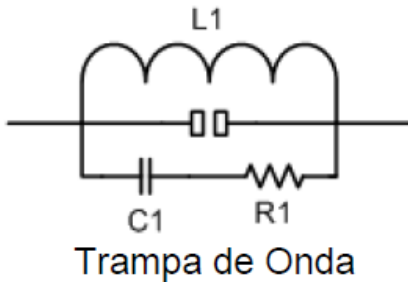
Trampa de Onda



Gráfica Z_L - f

b) Sintonía

Específica:



c) Sintonía de Banda Ancha:

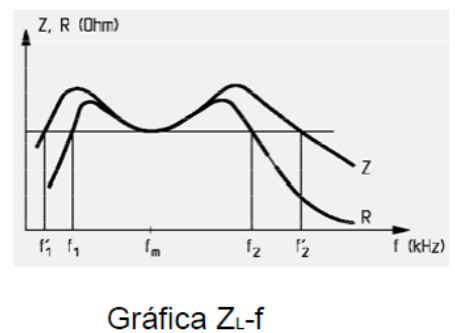
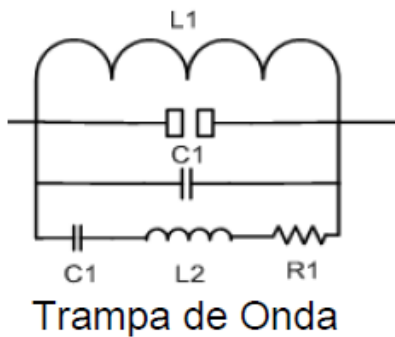


Fig 2.11 Características de la trampa de onda

- a) **Impedancia de Bloqueo:** Es la impedancia completa de la bobina de bloqueo completa (Z_b) dentro de las frecuencias especificadas.
- b) **Impedancia Nominal:** Es el valor de la componente resistiva de la impedancia de bloqueo.
- c) **Atenuación de Servicio Nominal:** Es la determinada por la conexión en paralelo de la componente resistiva de la impedancia de la bobina de bloqueo.
- d) **Ancho de Banda:** Es el rango de frecuencias donde la impedancia de bloqueo y la atenuación de servicio no son inferiores a un valor mínimo especificado.
- e) **Frecuencia Central o Nominal:** Es la frecuencia media de las frecuencias extremas del ancho de banda nominal.

2.18 TPC Ó DPC

El TPC, DPC o Capacitor de Acoplamiento 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.



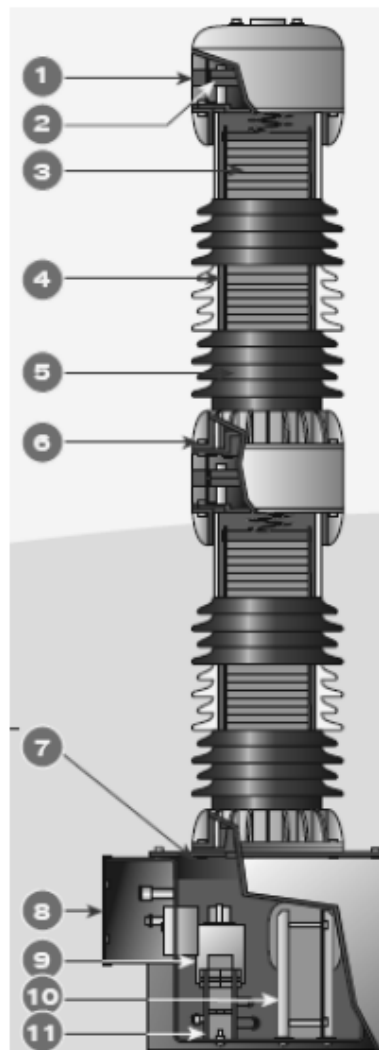
Los dispositivos de potencial capacitivo es parte del equipo de línea primario de las subestaciones de potencia, los cuales son utilizados para tomar señales de voltaje para los esquemas de protección y medición, además se usa la capacidad total para acoplar los sistemas OPLAT a la línea de alta tensión, esto en un rango de frecuencias de 30-500 kHz. Actúan simultáneamente como un transformador de tensión y un capacitor de acoplamiento. La mayoría de los tipos de transformadores de tensión capacitivos pueden soportar trampas de onda.

Estos dispositivos de acoplamiento aseguran:

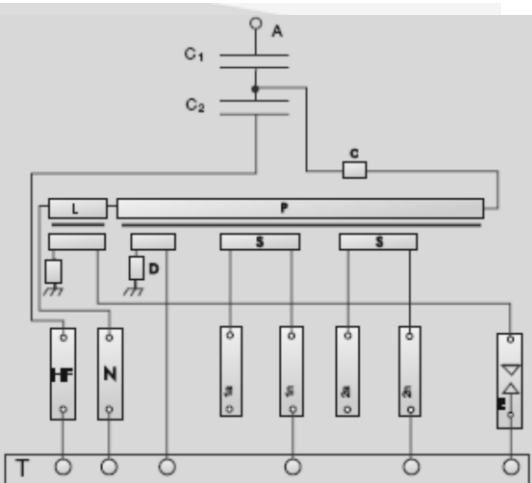
- 1) La transmisión eficaz de señales portadoras entre el circuito de conexión y la línea de energía.
- 2) La seguridad del personal y la protección de las partes de instalación contra los efectos de la tensión a la frecuencia de red y las sobretensiones transitorias

- 1 Manómetro de presión de aceite (opcional)
- 2 Diafragma de expansión
- 3 Elementos capacitivos
- 4 Aceite aislante
- 5 Aislador de porcelana
- 6 Juntas
- 7 Cuba
- 8 Caja de bornes secundarios/terminales de AF y Tierra
- 9 Inductancia de compensación
- 10 Transformador de media tensión
- 11 Circuito supresor de ferorresonancia

El capacitor de acoplamiento sólo incluye los elementos del 1 al 6, y está montado en una base de acero. Las terminales AF y N están situadas debajo de la base.



Elementos del capacitor de acoplamiento.



Elementos y Diagrama del Capacitor de Acoplamiento

De la figura anterior se puede ver que los componentes de un divisor capacitivo, son los siguientes: el capacitor de acoplamiento, el reactor de compensación, el transformador de potencial reductor, bobina de drenado y cuchilla de tierra.

De las anteriores partes mencionadas, sólo el capacitor de acoplamiento, la bobina de drenado y la cuchilla de tierra son los elementos útiles para el sistema de acoplamiento OPLAT. El transformador de potencial reductor y el reactor de compensación son elementos usados para las necesidades de protección y medición.

a) El capacitor de acoplamiento: Es un ensamble de uno o varios módulos de capacitores conectados en serie, montados sobre un gabinete, donde van los otros elementos.

La función de este capacitor 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 uF

Sustituyendo valores de capacidad y de frecuencia en la fórmula vemos que para la frecuencia de 60 Hz la X_c es de 603.16 Kohms para una capacidad de 4,400 Pf de 1,206 Ohms para 30 KHz y para la frecuencia de 500 KHz se tiene 72,3 Ohms.



b) La bobina de drenado: Es la bobina que va conectada del terminal de lado de baja tensión del capacitor a tierra y sirve para drenar la corriente de 60 Hz que pasa por el divisor capacitivo y a la vez le da referencia de tierra

c) La cuchilla de tierra: Que está prevista en el divisor y sirve para proteger de la alta tensión a la persona que va a dar mantenimiento al aterrizar prácticamente la terminal de uso para OPLAT.

Las especificaciones para los divisores capacitivos de acoplamiento están muy relacionadas con las necesidades del equipo primario con el cual van a operar, y la tensión de la corriente de carga del capacitor de acoplamiento en función del voltaje de operación y la capacitancia a la frecuencia de potencia, o sea 60 hertz.

Desde el punto de vista de comunicaciones estas especificaciones se reducen a la capacidad del divisor, que va a depender de la frecuencia de operación del enlace OPLAT que se va a poner en servicio.

La medición de la capacidad y del factor de disipación de cada módulo, es el medio más confiable para determinar el estado del dieléctrico del capacitor. Los valores de capacitancia y del factor de disipación tomados en el campo deben registrarse y compararse con los valores de placa de cada módulo, con el tiempo se tendrá la evolución de cada módulo. Un aumento progresivo en el valor del factor de disipación indica la presencia de humedad o bien la contaminación por arcos en el dieléctrico. Un factor superior a 0.01 (1%) indica claramente que el capacitor se está deteriorando por lo que deberá ser retirado de servicio y enviado a fábrica para su verificación.

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 detectada por 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.

2.19 CABLE DE RF

Tipos de cable de RF:

- a) Simétrico 150 Ω .
- b) Coaxial 75 Ω .



2.20 Características Eléctricas.

Describen el comportamiento de una señal eléctrica en el conductor de un cable y son: Impedancia y Capacitancia.

La impedancia es la suma de las contribuciones resistivas de cada una de las tres

Electrical Properties		at 20°C ± 5°C
Conductor diameter	mm	1.4
Conductor loop resistance	Ω/km	≤ 23.4
Insulation resistance	GΩ xkm	≥ 5
Mutual capacitance at 800 Hz	nF/500m	31 (± 12 %)
Capacitance unbalance at 800 Hz $e_{1/2}$	pF/500 m	≤ 800
Impedance at 300 kHz	Ω	140 (± 5 %)
Test voltage AC 50 Hz – 1 min		
core/core	V _{eff}	500
core/laminated sheath	V _{eff}	4000
Attenuation		
0,8 kHz	dB/km	0,4
6 kHz	dB/km	0,7
10 kHz	dB/km	0,8
20 kHz	dB/km	1,0
150 kHz	dB/km	2,0
300 kHz	dB/km	2,8
500 kHz	dB/km	3,5

características: inductiva, capacitiva y resistiva del cable, que se oponen al paso de las señales analógicas. La impedancia se expresa en Ohms.



Tabla 2.3 Propiedades Eléctricas del cable A-02YS (L) 2YBY 1x2x1, 4 (R1, 4 vzk) de la marca SIEMENS.

2.21 CARACTERÍSTICAS DE TRANSMISIÓN.

Describen la propagación de la señal eléctrica en un cable, consideraremos: Coeficiente de Atenuación, Factor de Propagación y Ancho de Banda.

El Coeficiente de Atenuación es un factor constante para un cable dado, que determina la cantidad de pérdida de señal que existe en un cable por unidad de longitud. Su fórmula es:

$$\alpha = \frac{A}{L}$$

En donde:

A= Atenuación en el cable.

L= Longitud del cable.

El Factor de Propagación de un cable, es un número fraccionario que representa el por ciento de la velocidad de la luz con el que una señal se propagara por el cable. Su fórmula es:

$$k = \frac{V}{c_0}$$

En donde:

V= Velocidad de propagación de la señal en el cable.

c₀= Velocidad de la luz en el vacío.

El ancho de banda describe la capacidad de transmisión de un medio de comunicación. Normalmente se expresa en MHz

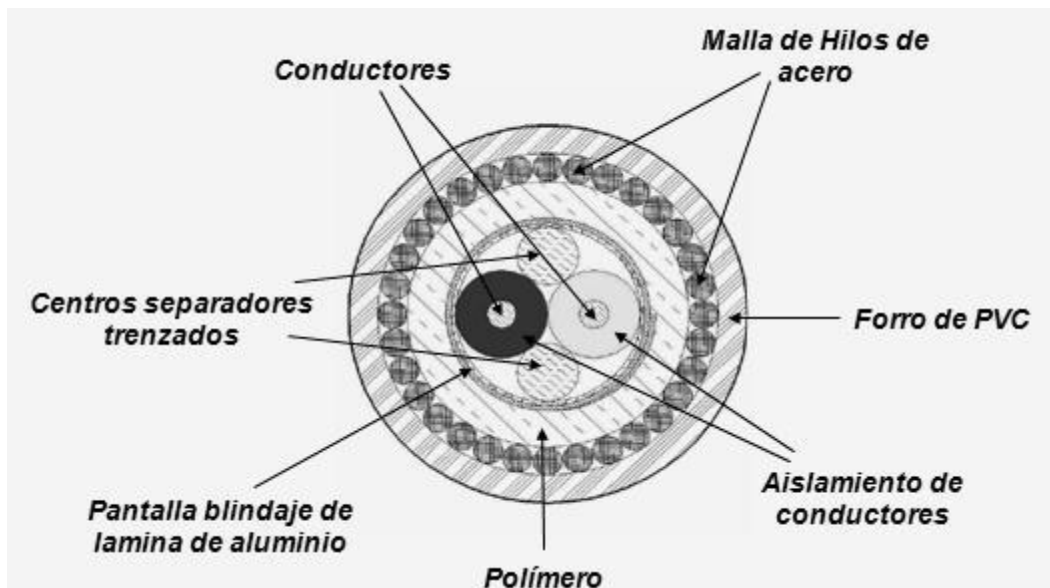


Fig. 2.12 Cable de RF de 150 Ω .

2.22 UNIDAD DE ACOPLAMIENTO

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 sobre tensiones hacia el equipo de comunicaciones.

Este dispositivo de acoplamiento va situado entre el condensador de acoplamiento y el cable de RF que une al terminal de radio OPLAT. Dicho dispositivo, asociado con el condensador de acoplamiento nos asegura:

- 1) Una transmisión eficaz de señales portadoras entre el circuito de conexión, o cable de R.F. y la línea de energía.
- 2) La seguridad del personal y la protección de las partes de baja tensión de la instalación contra los efectos de la tensión a la frecuencia de red y las sobretensiones provocadas por cualquier tipo de disturbio.

Estos dispositivos deben ofrecer un funcionamiento seguro ante la exposición al agua, aire, sol, hielo, nieve, etc.

2.23 PARÁMETROS PRINCIPALES

Atenuación: < 0.8 dB (0.09 Np)

Descargador Primario: = 2 Kv

Bobina de Derivación: < 1 Ω

Descargador de Sobretensión = 350 V

Transformador de Aislamiento o acoplamiento = 75 ó 150 Ω

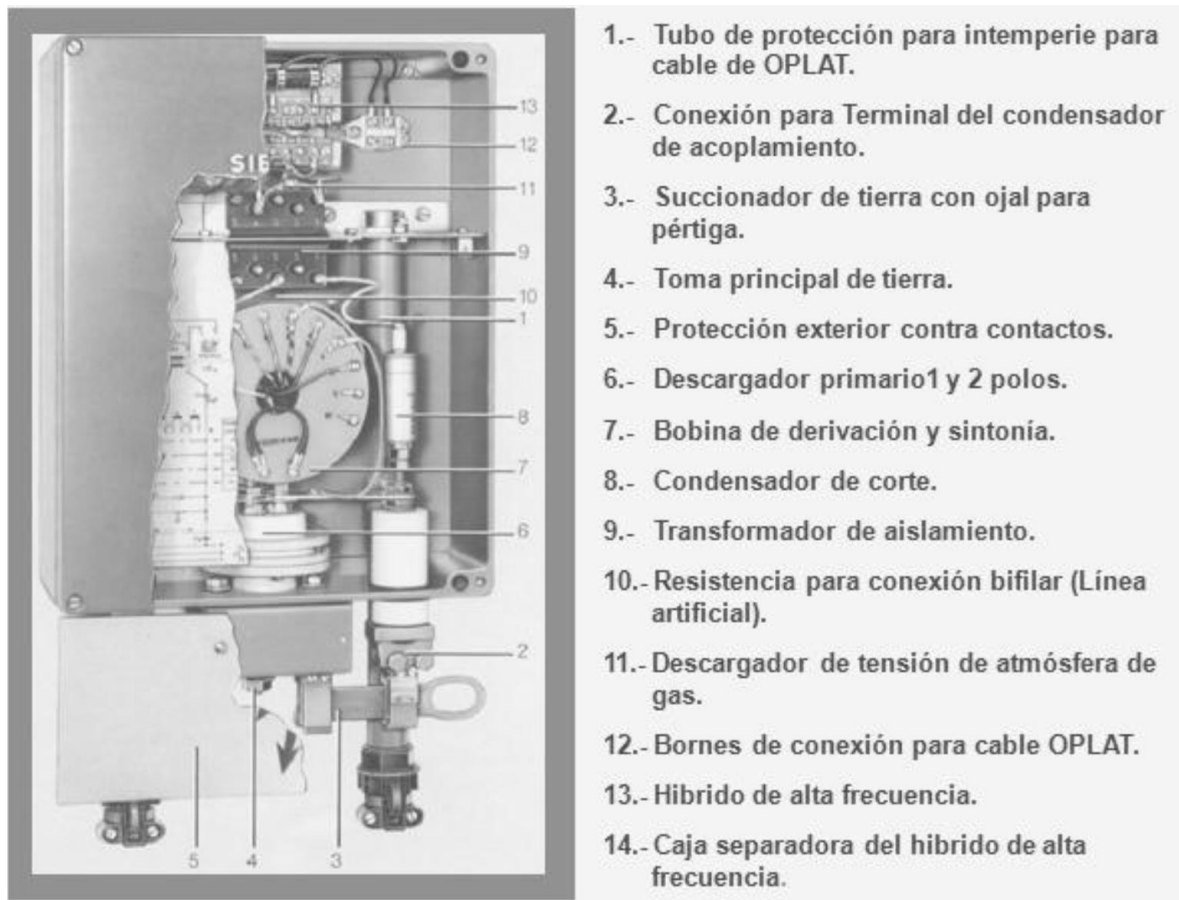


Fig. 2.14 Partes de unidad de acoplamiento

Elementos del dispositivo de acoplamiento

Elementos del AKE 100.

Diseño mecánico del AKE 100

a) Unidad de Sintonía: Destinada a compensar la componente reactiva de la impedancia de los condensadores de acoplamiento de forma que se favorezca la transmisión eficaz de las señales a las frecuencias portadoras.

b) Transformador de Acoplamiento: Es el elemento que permite la adaptación de impedancias entre la línea de energía y el cable de R.F. así como proporciona el aislamiento galvánico entre los bornes primarios y secundarios del dispositivo de acoplamiento. Algunas veces, el primario de este transformador sirve para drenar a tierra la corriente a la frecuencia de la red, funcionando como bobina de drenaje.

c) Bobina de Drenado: Es el elemento que efectúa la conducción a tierra de la corriente a la frecuencia de la red, derivada por los condensadores de acoplamiento.

d) Descargador Primario: Efectúa la limitación de las sobretensiones transitorias que provienen de la línea de energía y que se presentan en los bornes del dispositivo de acoplamiento. Algunas veces se colocan descargadores de gas en el secundario del transformador de acoplamiento para disminuir las sobretensiones hacia el equipo.

e) Cuchilla de Tierra: Es el elemento que nos asegura la puesta a tierra directa y eficaz de los bornes primarios del dispositivo de acoplamiento para efectos de mantenimiento y pruebas.

Para las definiciones de características de impedancia nominal lado equipo y lado línea, ancho de banda de operación, atenuación de desadaptación y compuesta, potencia nominal de cresta se pueden ver las recomendaciones del CCITT, referente a estos dispositivos.

2.25 TIPOS DE ACOPLAMIENTO

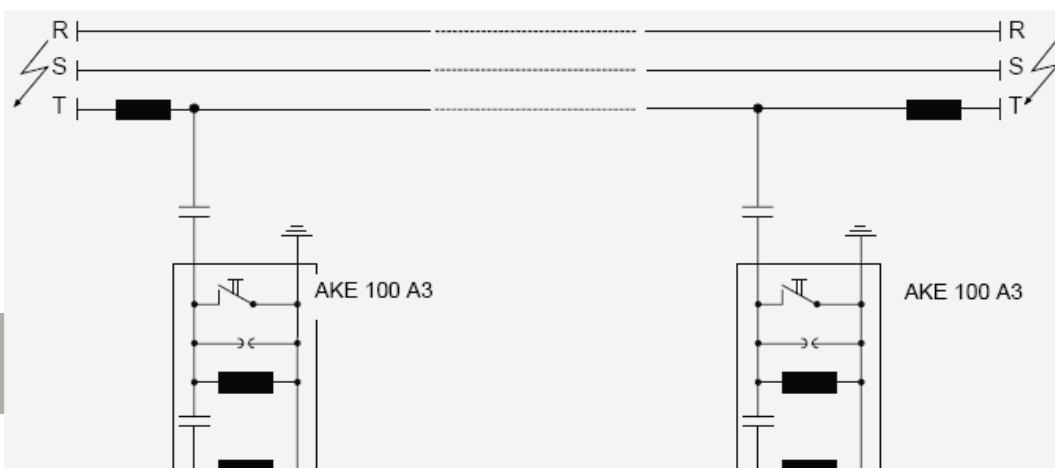




Fig 2.14

Acoplamiento fase a tierra.

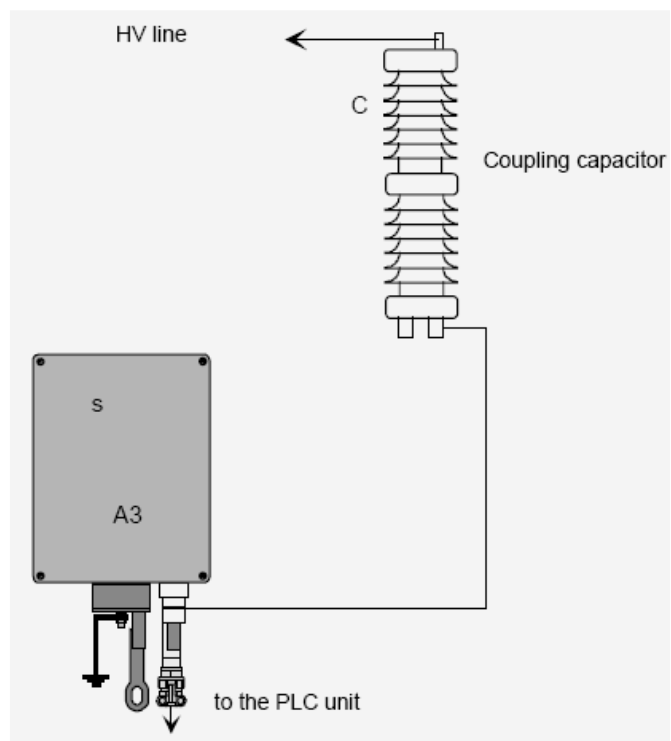


Fig. 2.15

Fig. Acoplamiento fase a tierra



Conexión del AKE para acoplamiento fase-tierra.

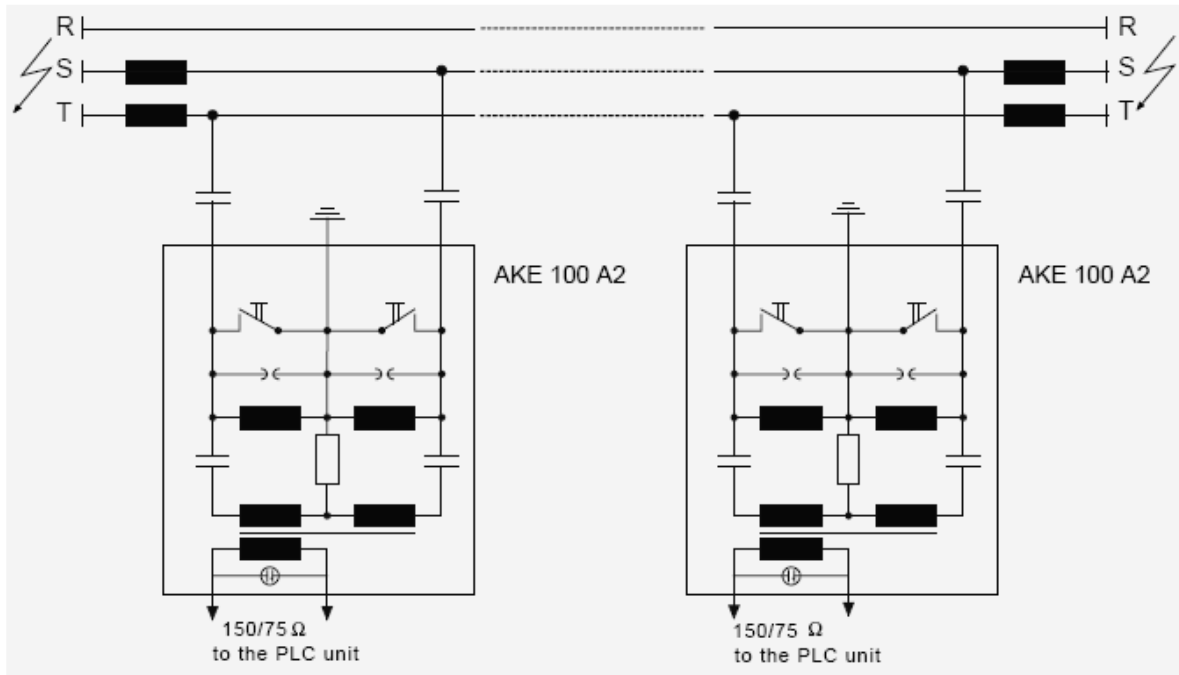


Fig 2.16

Acoplamiento fase a fase.

Acoplamiento fase a fase.

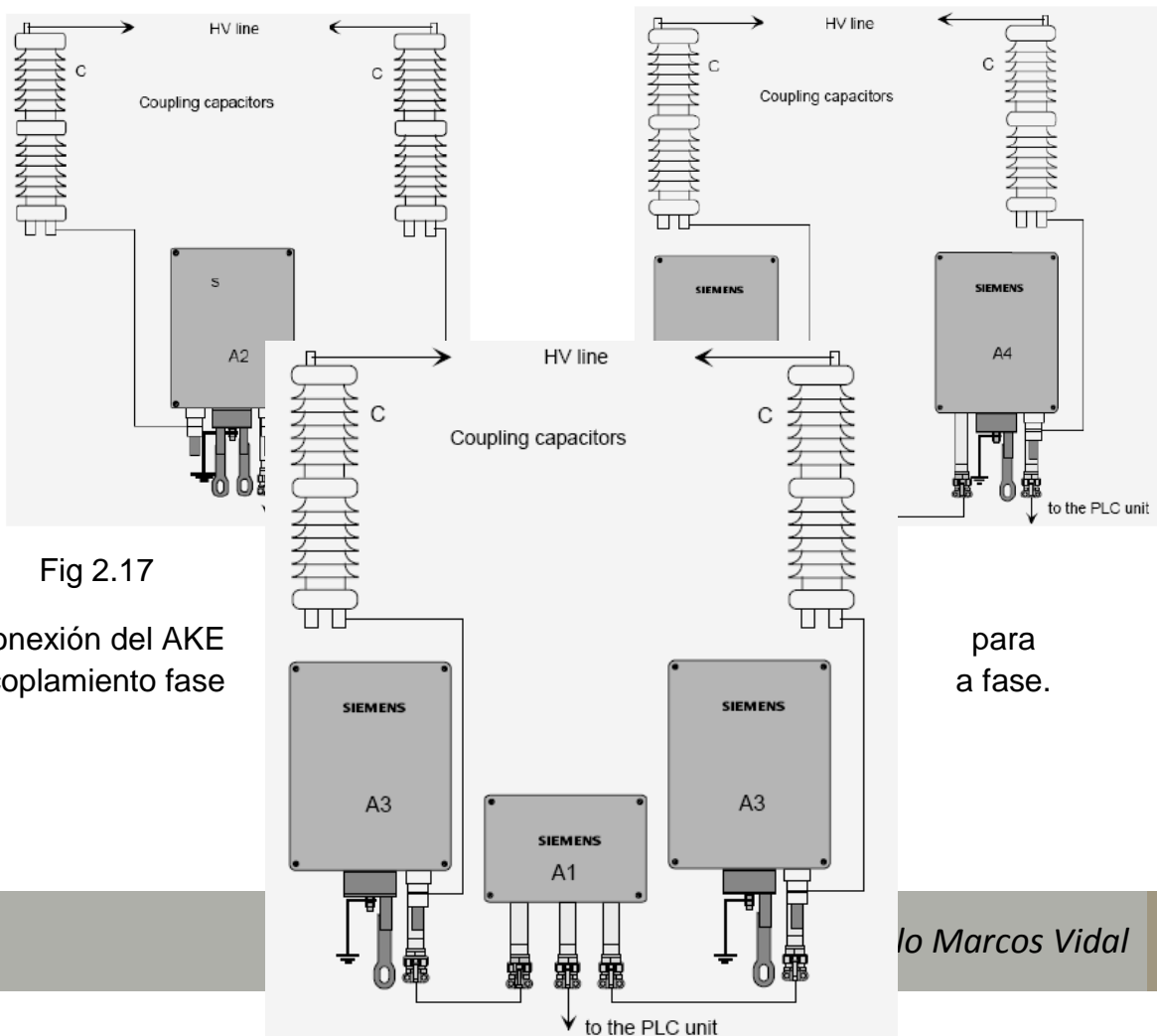


Fig 2.17

Conexión del AKE acoplamiento fase

para a fase.



Fig. 2.18 Conexión del AKE para acoplamiento fase a fase.

Acoplamiento intersistemas

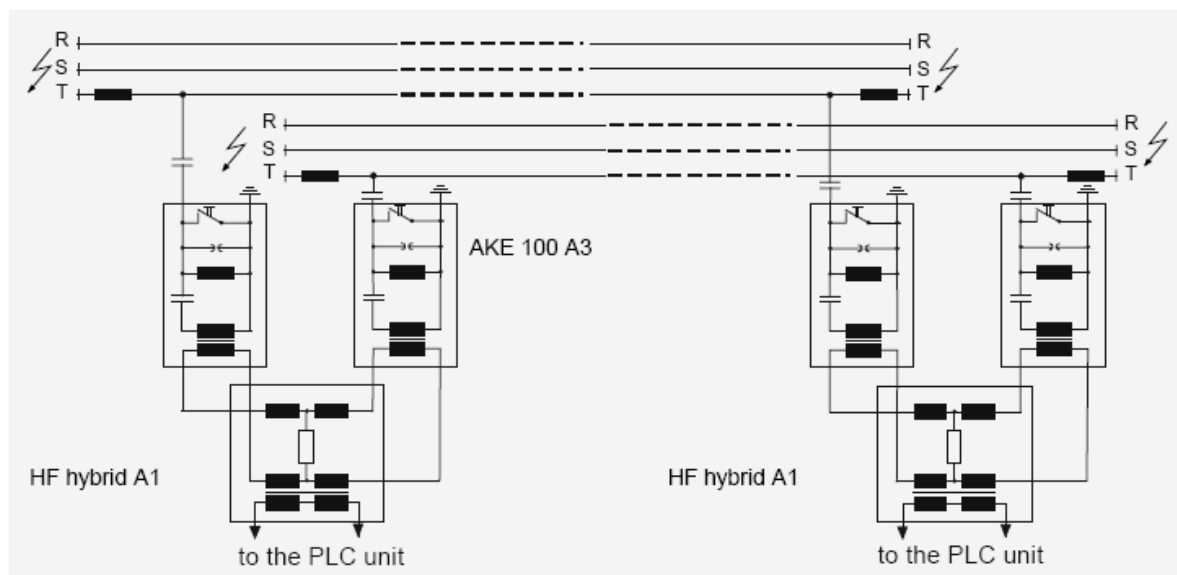


Fig. 2.19

Acoplamiento Inter-sistemas.



Comparativos de las variables costo, atenuación y seguridad para los tres tipos de acoplamientos.

	Financial outlay	Attenuation	Transmission security
1 Phase-to-ground coupling	minimal	greater than for 2	not guaranteed if a coupled conductor breaks
2 Phase-to-phase coupling	twice as high as 1	smaller than for 1	guaranteed if a coupled conductor breaks
3 Inter-system coupling	twice as high as 1	smaller than for 1	also guaranteed in case of short circuit and grounding of a system on the line

Tabla 2.4 Comparación de los tipos de acoplamientos.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

3.1 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO OPLAT

En CFE se han utilizado a través de los años una gran diversidad de modelos de Equipos OPLAT, de marcas como SIEMENS (ESB300, ESB400, ESB500, ESB2000, ESB2000i, Power Link), este último es el equipo que se pondrá en marcha, General Electric (CT/CR) y ANT (E-804). En algunos procesos también se cuentan con unos pocos equipos de la marca ABB.

Revisaremos además los componentes principales de equipo Power Link de SIEMENS por ser las más recientes tecnologías con las que se cuentan en CFE.

Lo que se pretende. Es Actualizar el uso del Equipo Power Link que cuenta con tecnología digital.

Equipamiento de tarjetas equipo OPLAT PowerLink y Tele protección SWT-3000

Fig 2.20

Datos de gabinete

Datos de placa del gabinete puerta exterior	
GABINETE:	SIEMENS
No. SERIE:	1112-MEX-100C-0033069-8-1/4
TIPO:	OPLAT/TELEPROTECCION
PROYECTO:	RESPALDO DE CANAL AGC VIA OPLAT
SUBESTACION:	ANGOSTURA

Datos de placa al interior del gabinete	
MODULOS	No. FABRICANTE
PowerLink PLPA	BF1210059662
PowerLink CFS-2	BF1210059662
SWT3000	BF1209113694





PowerLink PLPA

7VR5347-1AA01-0BB0
BF1210059662

PowerLink CFS-2

7VR5347-1AA01-0BB0
BF1210059662

SWT3000

7VR5871-3HA00-0AA2
BF1209113694

Fig 2.21 Partes del sistema OPLAT



Tarjetas del Módulo "A"



Fig 3.1 Vista exterior del gabinete

PowerLink PLPA

7VR5347-1AA01-0BB0

BF1210059662



Fig 2.22 Vista al interior

PSPA2-DC
Núm. Serie:
1232 111859

PSPA2-DC
Núm. Serie:
1231 111864

PSPA2-DC

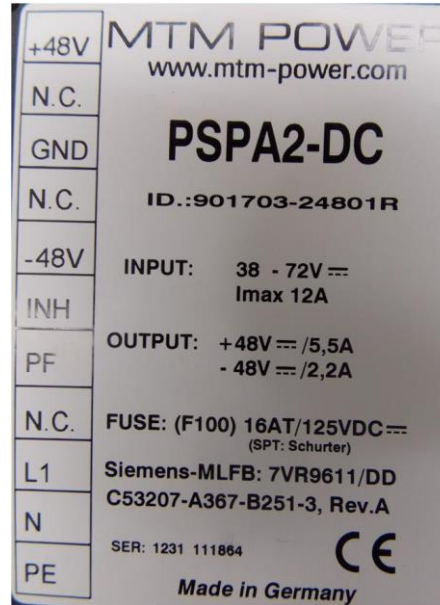
Núm. Serie: 1232 111859

PSPA2-DC

Núm. Serie: 1231 111864

Tarjetas del Módulo "C"

Fig. 3.3 Tarjetas de modulo



PowerLink CFS-2

7VR5347-1AA01-0BB0
BF1210059662

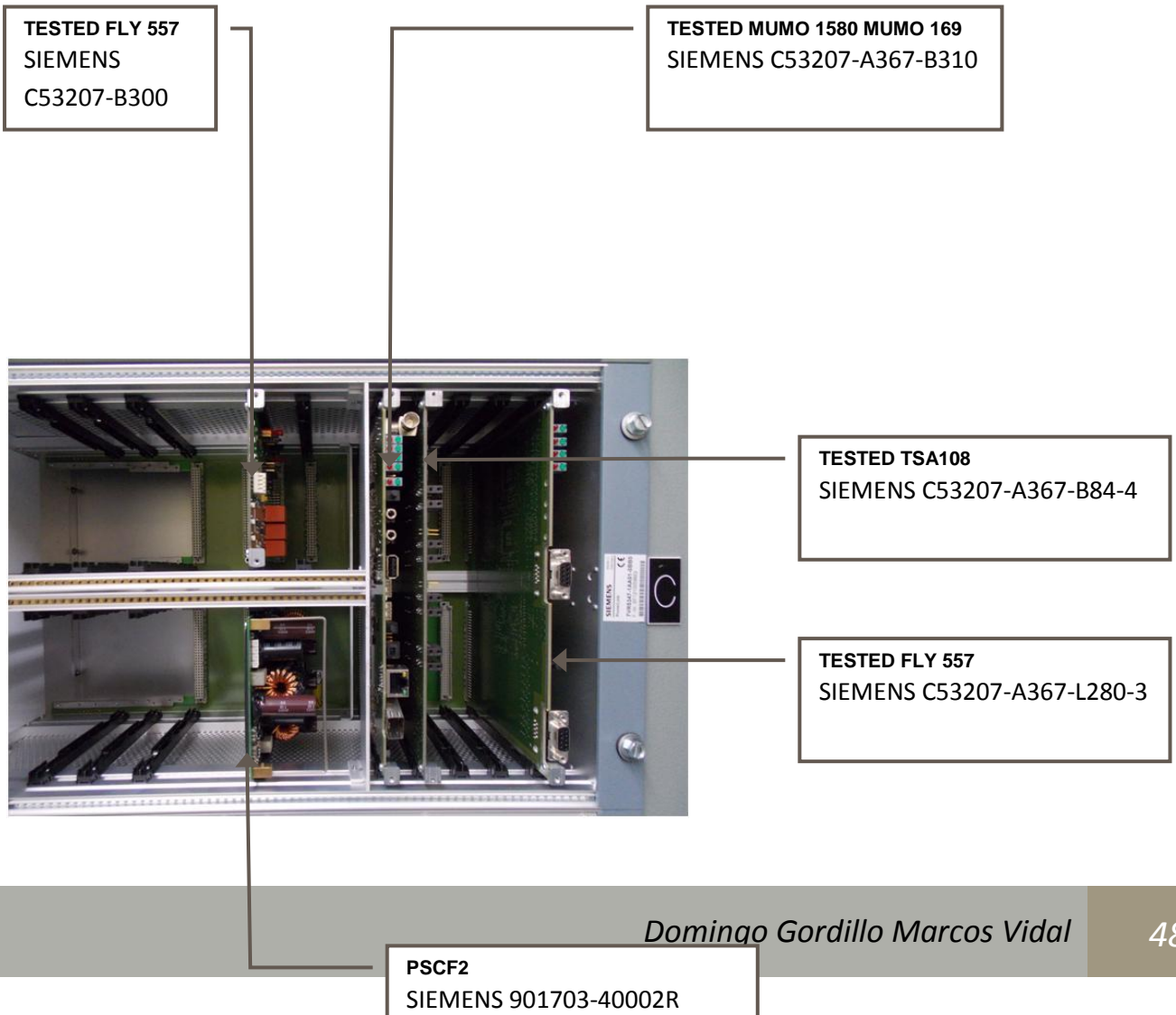
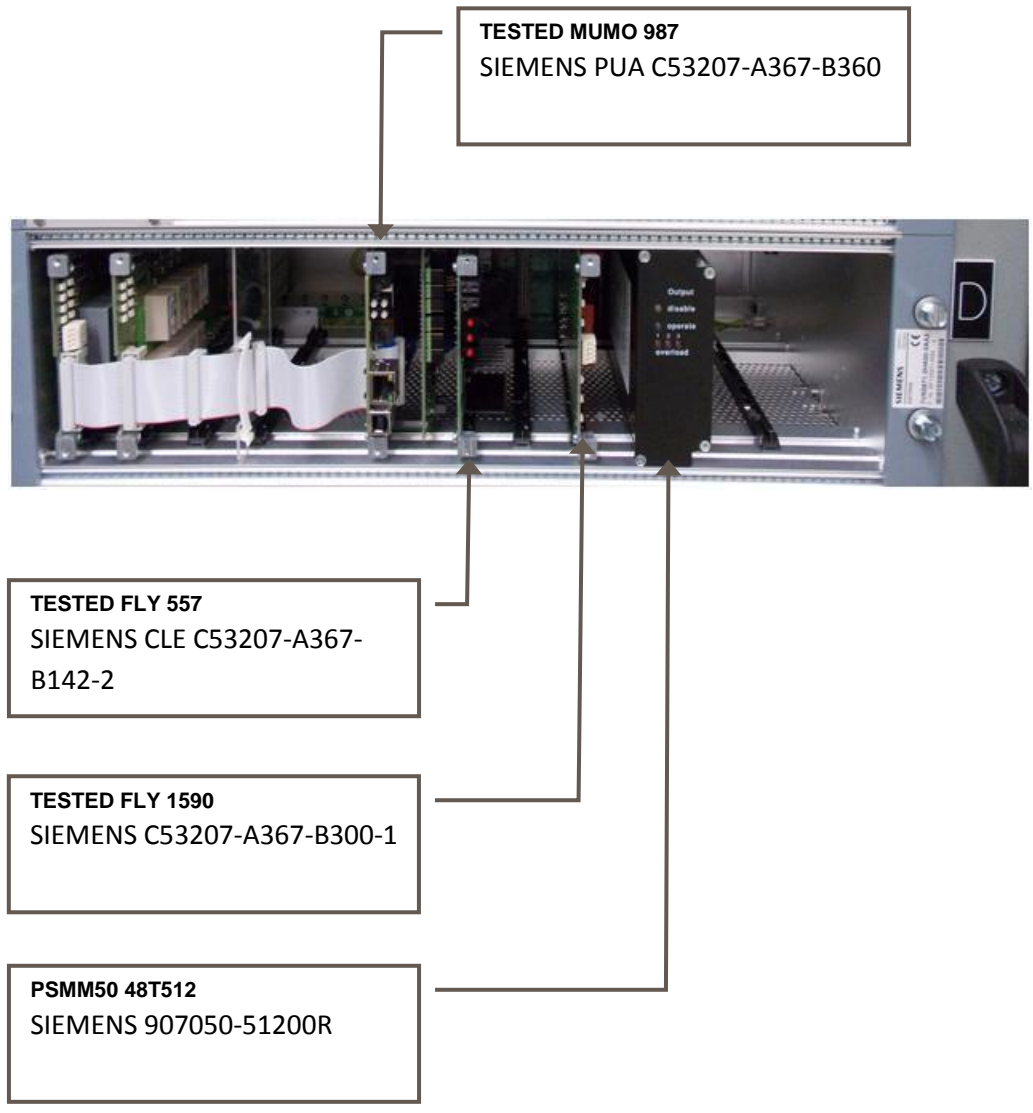


Fig 3.4 Tarjetas del Módulo "D"

SWT3000

7VR5871-3HA00-0AA2

BF1209113694



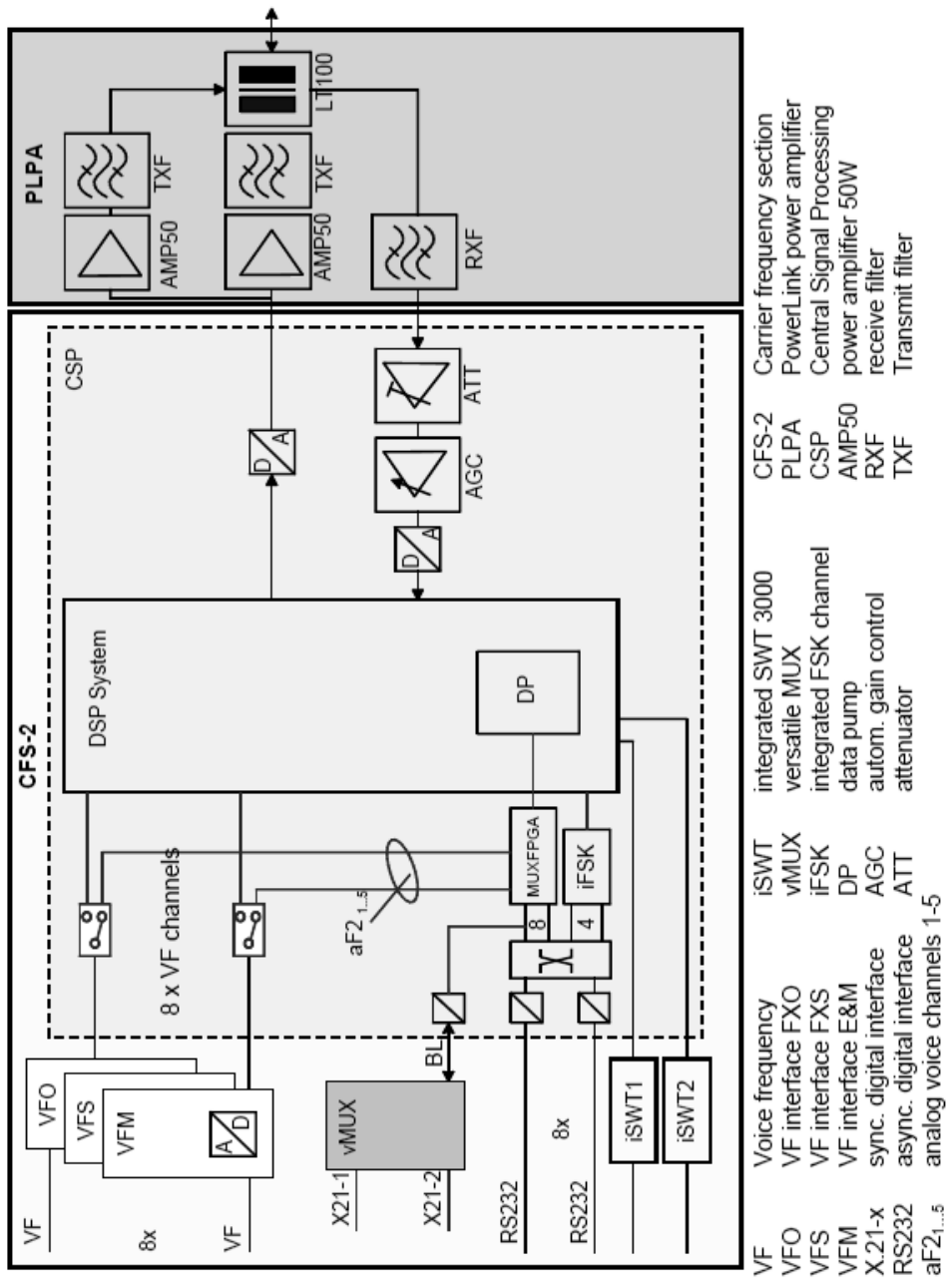
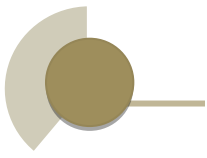


Fig. 3.5 Diagrama a Bloques del Equipo OPLAT PowerLink



3.3 MEDICIONES Y PRUEBAS DEL SISTEMA OPLAT

El equipo de medición utilizado en los sistemas de comunicación OPLAT para la puesta en servicio como para su mantenimiento es muy variado y existe en el mercado una gran cantidad de marcas.

Los más utilizados como mínimo recomendado para poder satisfacer lo antes mencionado son los siguientes:

- a) Maleta de herramienta especial para equipos de comunicaciones.
- b) Medidor de nivel selectivo de RF. Con un margen de frecuencias de 200 Hz. a 1600 Khz, nivel de recepción de -90 a +20 dB, impedancia de entrada de 150 y 600 Ohms, ancho de banda conmutable.
- c) Generador de nivel selectivo de RF. De 200 Hz. A 1600 Khz, nivel de transmisión de -60 a + 10 dB, impedancia de salida de 150 y 600 Ohms.
- d) Maletas de medición para baja frecuencia de 200 Hz a 4 KHz
- e) Contador de Frecuencia. De 200 HZ. A 5 MHZ.
- f) Voltímetro para corriente directa y alterna $R_i = 1 \text{ kohm/v}$
- g) líneas de Medición para equipo OPLAT.
- h) Placa extensora para tarjetas de equipos OPLAT en general.
- i) Analizador de canales de datos.
- j) Medidor de ruido.

10.- EQUIPO DE MEDICIÓN UTILIZADO :	
GENERADOR SELECTIVO DE NIVEL :	MEDIDOR SELECTIVO DE NIVEL :
marca : WANDEL & GOLTERMANN & CO.	marca : WANDEL & GOLTERMANN & CO.
modelo : PS-33A	modelo : SPM-33A
Certificación 202710100AH21359644	No. de Certificación : 20330100AR10079644
Nivel del Generador = 0 dB / 150 ohms	Impedancia = 150 ohms

Fig 3.6 Equipo utilizado

3.4 PRUEBAS DE RESPUESTA A LA FRECUENCIA

Trampa de Onda.

Las pruebas que se efectúan a las trampas de onda en el campo son las siguientes:

- a) Medición de la impedancia de bloqueo.
- b) Prueba de respuesta a la frecuencia.

Medición de la impedancia de la trampa de onda.

La Medición de la impedancia de bloqueo se puede hacer antes de montar la trampa de onda o una vez ya instalada de acuerdo a diagramas de la figura siguiente.

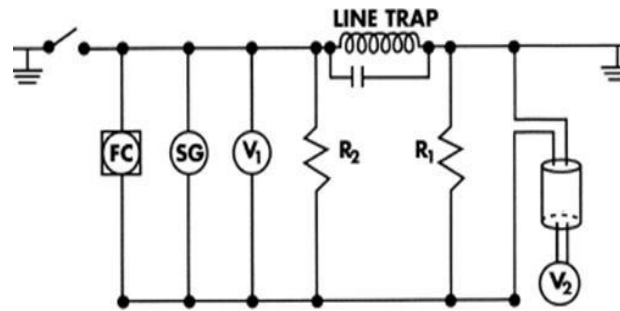


Fig 3.7 Diagrama de conexione de medición de impedancia

En donde:

GS = Generador de señales = 0 Ω .

FC = Contador de frecuencias.

V1 = Voltímetro selectivo.

R2 = Resistencia de carga del generador de 50 a 100 Ω .

TO = Trampa de onda (Line Trap).

R1 = Resistencia no inductiva de 10 oh Ω .

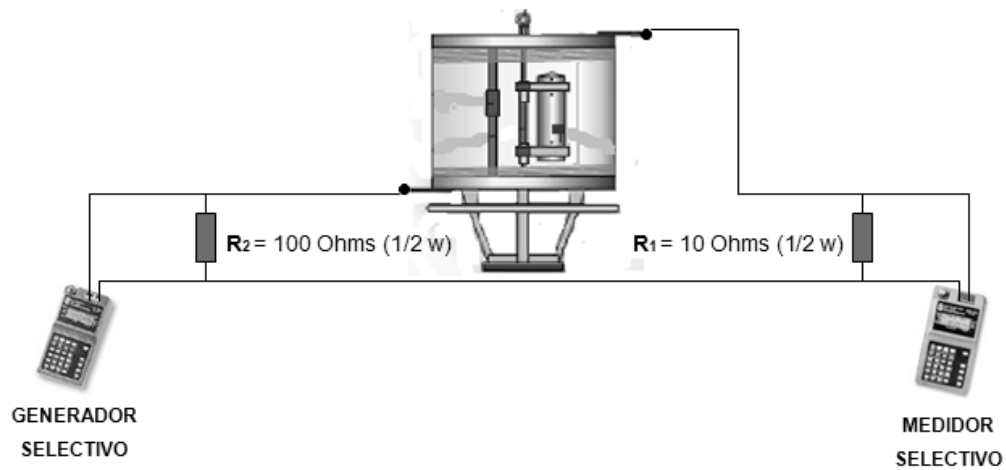
V2 = Voltímetro selectivo

La impedancia será:
$$Z_{lt} = V_1 * \frac{R_1}{V_2} - R_1$$

El Resistor R2 es necesario para cargar el generador de señal cuando se esté sintonizando a la trampa de onda. Todo el equipo de medición deberá estar eléctricamente aislado de tierra. Cuando se efectúen estas pruebas, la Línea de Transmisión deberá estar des energizada y aterrizada.



Prueba de respuesta a la frecuencia.



Balanceado

$Z_{OUT} = 0 \text{ Ohms (R=10 Ohms)}$

Nivel = 0 dB

Balanceado

$Z_{INPUT} = \infty$

AFC, BANDWIDTH 25 Hz

Fig 3.8 Diagrama de conexión para la Prueba de Respuesta a la Frecuencia.



Tabla 3.2 Resultados respuesta en frecuencia

FREC	TO	Z (TO)	TPC	FREC	TO	Z (TO)	TPC
Khz	dB	ohms	dB	Khz	dB	ohms	dB
20	31.1	348.921935	9.9	260	34.3	508.800039	0.3
30	35.7	599.536897	7	270	34.3	508.800039	0.3
40	36.1	628.263486	5.1	280	34.3	508.800039	0.3
50	35.2	565.439937	3.9	290	34.2	502.861384	0.3
60	34.3	508.800039	3.1	300	34.2	502.861384	0.3
70	33.8	479.778819	2.5	310	34.1	496.990708	0.2
80	33.5	463.151259	2	320	33.9	485.450191	0.2
90	33.3	452.381021	1.7	330	33.8	479.778819	0.2
100	33.2	447.08819	1.4	340	33.6	468.630092	0.2
110	33.1	441.855944	1.2	350	33.4	457.735141	0.2
120	33.1	441.855944	1.1	360	33.2	447.08819	0.2
130	33.2	447.08819	1	370	32.9	431.570447	0.2
140	33.2	447.08819	0.8	380	32.6	416.579519	0.2
150	33	436.683592	0.7	390	32.3	402.097519	0.2
160	33.4	457.735141	0.7	400	32	388.107171	0.2
170	33.5	463.151259	0.6	410	31.6	370.189396	0.2
180	33.6	468.630092	0.6	420	31.2	353.078055	0.2
190	33.7	474.172368	0.5	430	30.8	336.73685	0.2
200	33.8	479.778819	0.5	440	30.4	321.131121	0.2
210	33.9	485.450191	0.4	450	30	306.227766	0.2
220	34	491.187234	0.4	460	29.6	291.995172	0.2
230	34.1	496.990708	0.4	470	29.1	275.101827	0.2
240	34.2	502.861384	0.4	480	28.6	259.15348	0.2

250	34.2	502.861384	0.3	490	28.1	244.097271	0.2
				500	27.6	229.883292	0.2

REPORTE DE MEDICION DE IMPEDANCIA DE BLOQUEO Y RESPUESTA EN FRECUENCIA DE TRAMPAS DE ONDA

A3Q00

.-DATOS GENERALES DE TRAMPA DE ONDA

FECHA 13.07.2013 LINEA A3T60 400 KV
 (CLAVE, VOLTAJE Y LONGITUD)

LUGAR ANG COLATERAL SAB FASE A

.-DATOS INDUCTANCIA PRINCIPAL

MARCA TRENCH LIMITED TIPO L2000-U-1010-40-1 NUM. SERIE 0096404-8
 INDUCT 1.01 mH F (Hz) 50/60 Hz In (Amp) 2000 A
 Ijn _____ ESF. ASX DE TIRO ADM (dan) _____
 AÑO DE FABRICACION 2009 ESPECIFICACIONES: IEC IEC-353 OTROS _____
 PESO 953 ANCHO DE BANDA 80-350 KHz

.-DATOS UNIDAD DE SINTONIA:

MARCA TRENCH LIMITED L= 1.01 mH
 TIPO L200W1010/80-350 C= _____ nFd
 FRECUENCIA CENTRAL O ANCHO DE BANDA 80-350 KHZ R= 600 Ohms

Fig 3.10 Medición de impedancia.

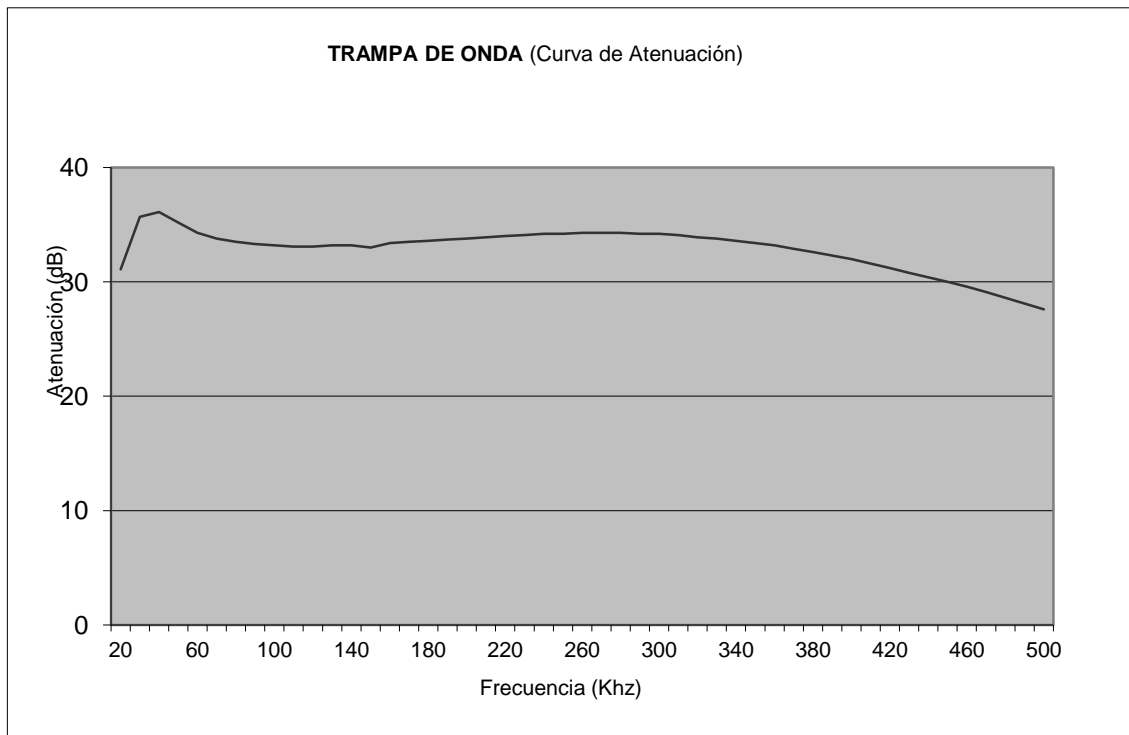


Fig. 3.11 Respuesta de atenuación

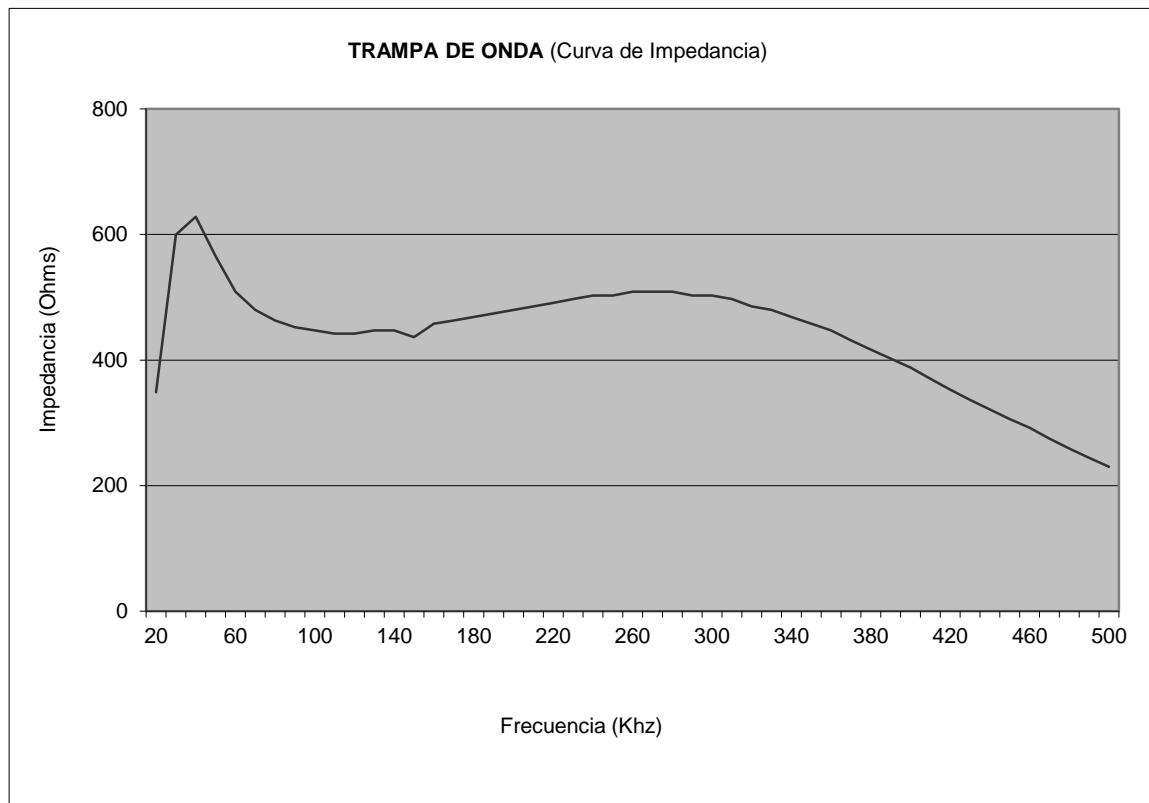


Fig 3.11 Pruebas de respuesta a la frecuencia

3.6 TPC o DPC

La medición de la capacidad y del factor de disipación de cada módulo, es el medio más confiable para determinar el estado del dieléctrico del capacitor. Los valores de capacitancia y del factor de disipación tomados en el campo deben registrarse y compararse con los valores de placa de cada módulo, con el tiempo se tendrá la evolución de cada módulo. Un aumento progresivo en el valor del factor de disipación indica la presencia de humedad o bien la contaminación por arqueos en el dieléctrico. Un factor superior a 0.01 (1%) indica claramente que el capacitor se está deteriorando por lo que deberá ser retirado de servicio y enviado a fábrica para su verificación.

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 detectada por 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.

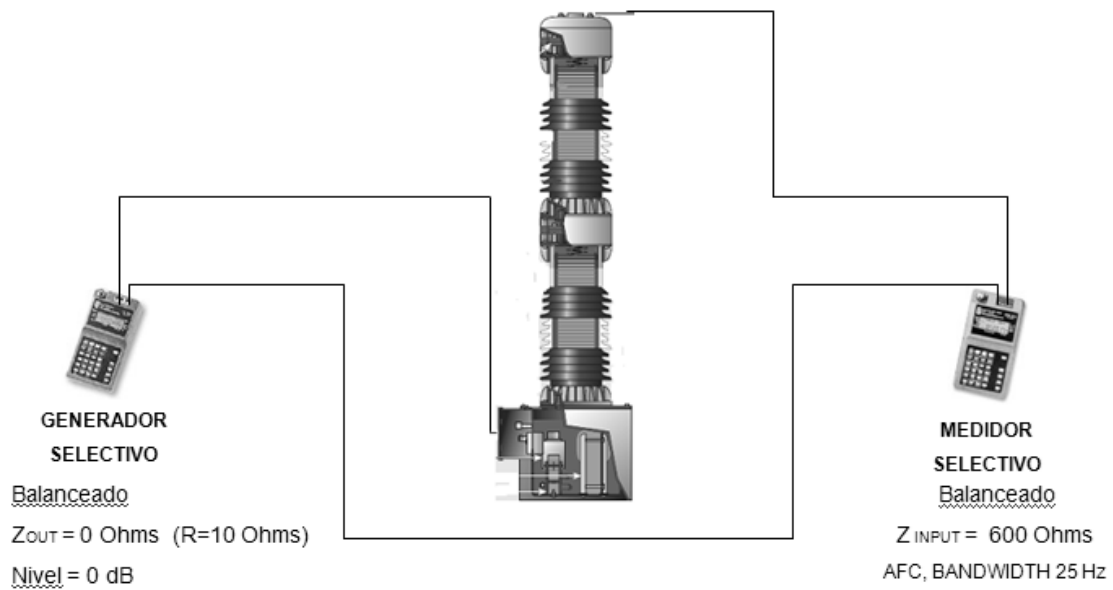


Fig 3.12 Diagrama de conexión para la Prueba de Respuesta a la Frecuencia.

REPORTE DE MEDICION DE RESPUESTA EN FRECUENCIA EN TRANSFORMADORES DE POTENCIAL CAPACITIVO			
- DATOS GENERALES TRANSFORMADOR DE POTENCIAL CAPACITIVO.			
FECHA	22.07.2013	LINEA	A3T60 400 KV
		(CLAVE)	(VOLTAJE) (LONGITUD)
LUGAR	ANG	COLATERAL	SAB FASE A
- DATOS DE PLACA Y/O MEDIDOS DEL CAPACITOR TOTAL.			
MARCA	TRENCH LIMITED	NUM.SERI	T09156301
		VOLTAJE	400 KV (RMS)
CAPACITANCIA	8800 pF	FRECUENCIA POTENCIA	60 HZ
	(PLACA) (MEDIDA)		
TEMPERATURA OPERACIÓN	-25/+55 C	PASA BANDA RF	30-500 KHz
		(PLACA)	
- DATOS DE PLACA Y/O MEDIDOS DE LAS SECCIONES QUE COMPONEN EL CAPACITOR TOTAL.			
UN.SERIE	LADO A. TENSION	INTERMEDIA	LADO T. POTEN.
	0917440	0917438	0917434
CAPACITANCIA (PF)	8800	9412	191551
	(PLACA) (MEDIDA)	(PLACA) (MEDIDA)	(PLACA) (MEDIDA)
VOLTAJE (RMS)			
AÑO FABRICACION	2009		

Fig 3.13 Respuesta en frecuencia en transformadores de potencial capacitivo

DATOS RESPUESTA DE FRECUENCIA TPC

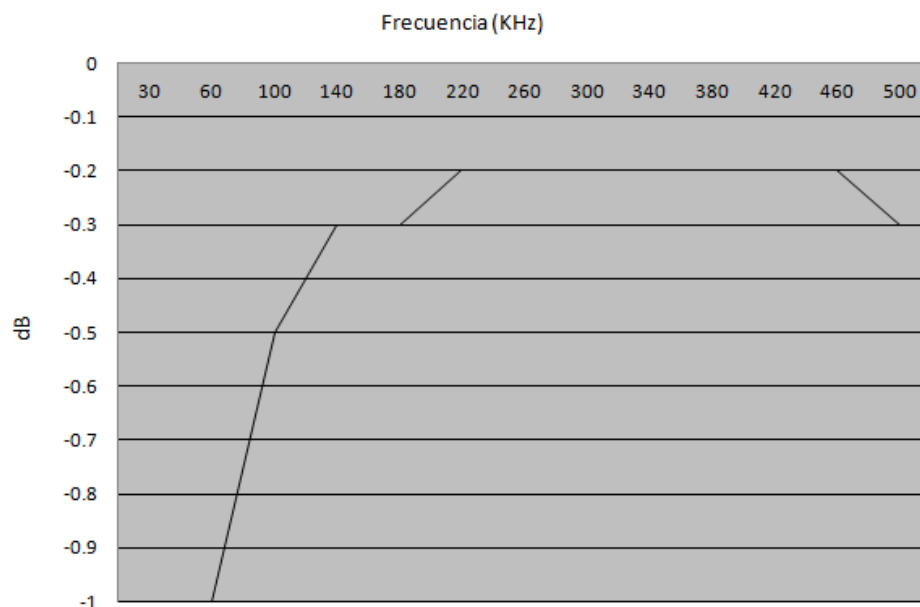


Fig. 3.14 Gráfica de respuesta a la frecuencia de TPC



Tabla 3.3

Respuesta a la frecuencia de TPC

FREC (KHz)	NIVEL (dB)	FREC (KHz)	NIVEL dB	FREC (KHz)	NIVEL dB	FREC (KHz)
30	-2.9	150	-0.3	270	-0.2	-0.2
40	-1.9	160	-0.3	280	-0.2	-0.2
50	-1.4	170	-0.3	290	-0.2	-0.2
60	-1	180	-0.3	300	-0.2	-0.2
70	-0.8	190	-0.2	310	-0.2	-0.2
80	-0.5	200	-0.2	320	-0.2	-0.2
90	-0.5	210	-0.2	330	-0.2	-0.2
100	-0.5	220	-0.2	340	-0.2	-0.2
110	-0.4	230	-0.2	350	-0.2	-0.2
120	-0.4	240	-0.2	360	-0.2	-0.2
130	-0.3	250	-0.2	370	-0.2	-0.2
140	-0.3	260	-0.2	380	-0.2	-0.3

3.7 Unidad de Acoplamiento.

Las pruebas más comúnmente hechas a los filtros de acoplamiento son las mediciones de atenuación compuesta (Coupling attenuation) y atenuación de desadaptación ó pérdidas de retorno (Return loss).

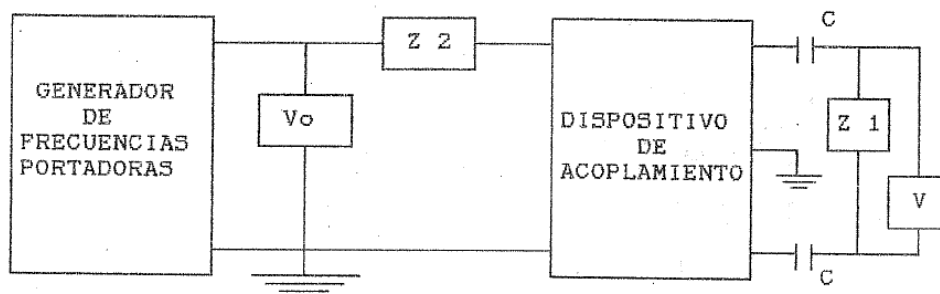
ATENUACION COMPUESTA: Es la atenuación conjunta de el filtro y el capacitor de acoplamiento y ésta debe ser lo más pequeña posible en todo el ancho de banda, y no debe ser superior a 2 dB. Para medir este tipo de atenuación, la prueba debe hacerse con varias frecuencias comprendidas en el ancho de banda disponible en el filtro. El o los condensadores de acoplamiento deben reemplazarse por uno o dos condensadores de ensayo de pérdidas despreciables con una capacidad igual a la capacidad nominal de los condensadores de acoplamiento.

En la figura 2.13 se indica el método de medida de la atenuación compuesta A_c , la cual se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$A_c = 20 \log \left(\frac{V_o}{2V} \right) \left(\frac{Z_1}{Z_2} \right) (dB) \text{ Ec. 3.1}$$

Donde Z_1 y Z_2 son las impedancias nominales de lado línea y lado equipo respectivamente. V_o y V son los valores que indican los voltímetros selectivos.

Fig. 315 Medición de la atenuación compuesta de un dispositivo de acoplamiento Fase-Tierra.



Medición de la atenuación compuesta de un dispositivo de acoplamiento Fase-Fase.

ATENUACION DE ADAPTACION O PERDIDAS DE RETORNO: Es la medida de la discordancia entre la impedancia nominal del lado equipo y lado línea. Y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Ae = 20 \log \frac{(Z + R)}{(Z - R)} (dB)$$

Esta prueba debe hacerse con varias frecuencias comprendidas en el ancho de banda del dispositivo. Los capacitores de acoplamiento deben de reemplazarse por condensadores de ensayo iguales a la capacidad nominal del capacitor de acoplamiento. La siguiente figura indica un método de medida de la atenuación de desadaptación, la cual viene dada por la fórmula:

$$A = 20 \log \left(\frac{V_1}{V_2} \right) (dB)$$

Donde V1 y V2 son las tensiones medidas por el voltímetro cuando el interruptor J está abierto y cerrado respectivamente, manteniéndose la tensión Vo del generador invariable en las 2 posiciones del interruptor J.

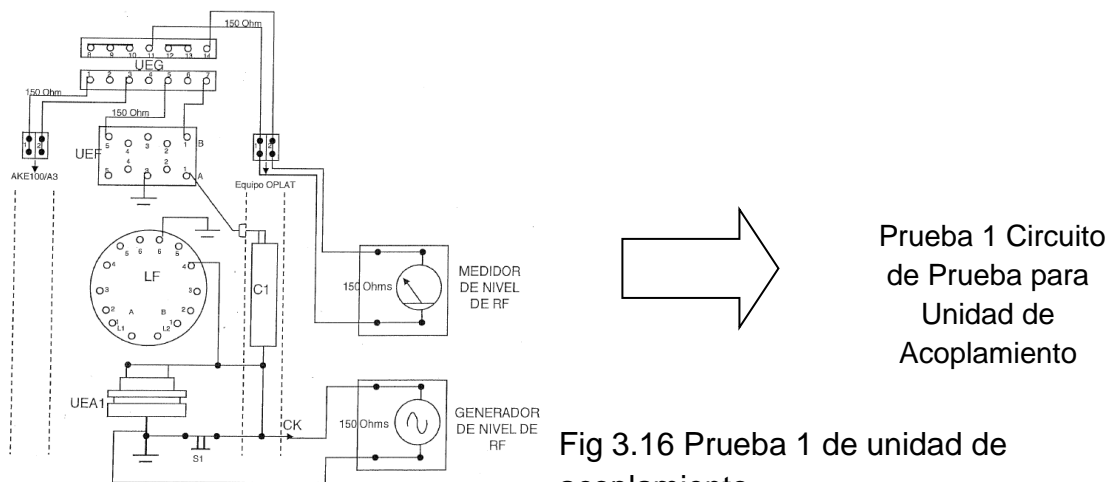
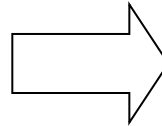
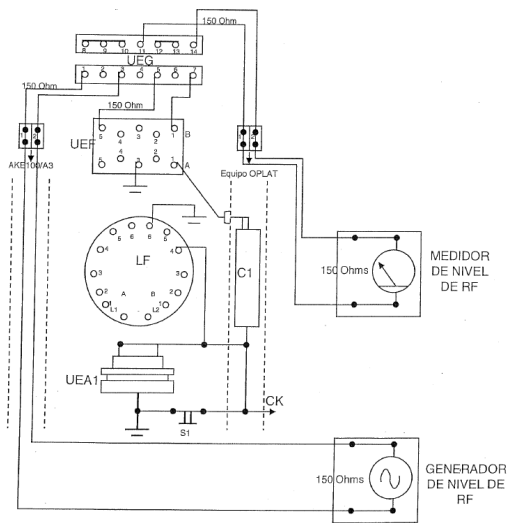
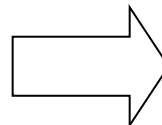
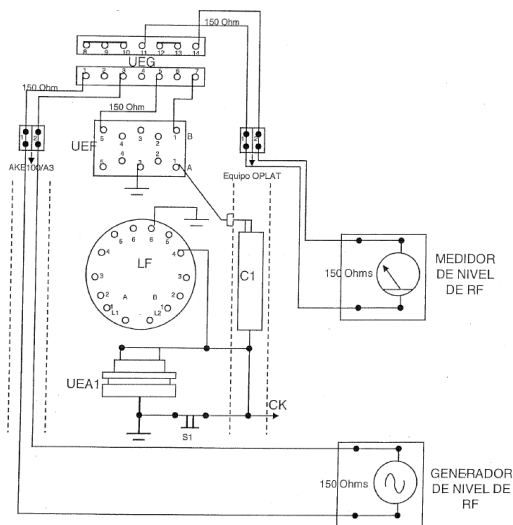


Fig 3.16 Prueba 1 de unidad de acoplamiento



Prueba 2 Circuito de Prueba para Unidad de Acoplamiento

Fig 3.17 Prueba 2 de unidad de acoplamiento



PRUEBA 3 Circuito de Prueba para Unidad de

Fig 3.18 Prueba 3 de unidad de acoplamiento



MEDICION DE RESPUESTA EN FRECUENCIA A UNIDAD DE ACOPLAMIENTO DE LINEA
PARA SISTEMAS DE COMUNICACION OPLAT

SISTEMA SURESTE ENLACE ANG-SAB No. L.T. A3T60
VOLTAJE 400 K.V. LONGITUD 71.33 KM FASE A
MARCA SIEMENS MODELO AKE 100-A4 SERIE EH/H/35521
FECHA 13.07.2013

3.19 Medición unidad de acoplamiento

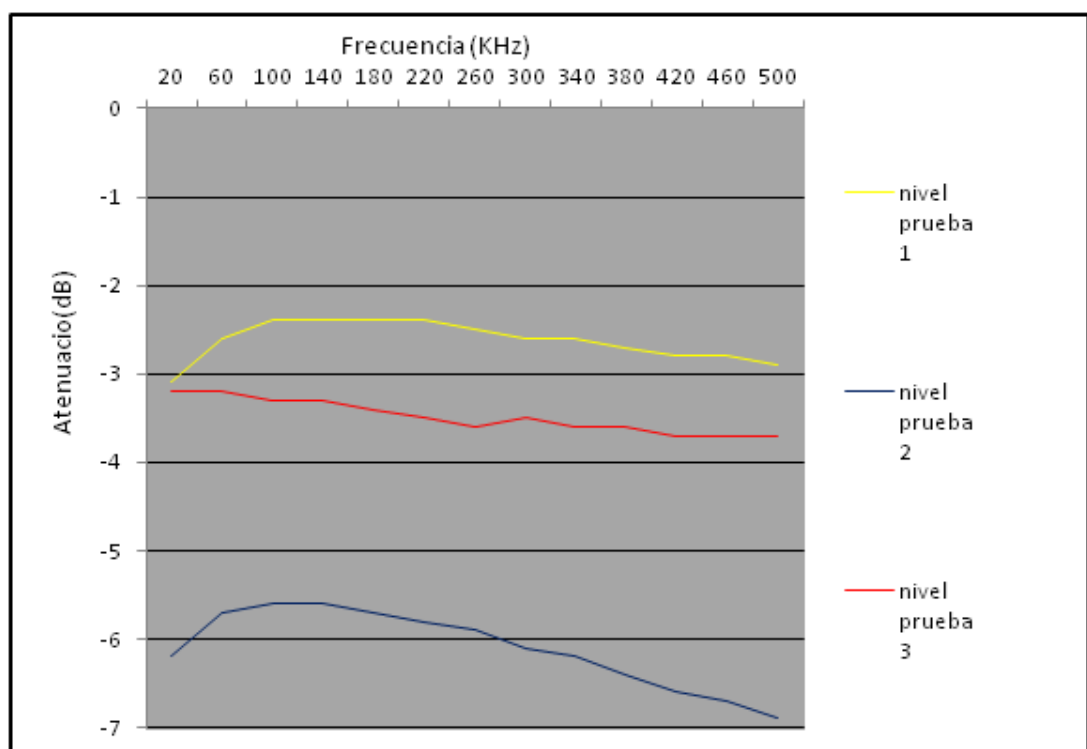
Tabla 3.4 Resultados de las Pruebas 1, 2 y 3 de la Unidad de Acoplamiento

Frecc(KHz)	Nivel de prueba 1 dB	Nivel de prueba 2 dB	Nivel de prueba 3 dB	Frecc(KHz)	Nivel de prueba 1 dB	Nivel de prueba 2 dB	Nivel de prueba 3 dB
30	-3.1	-6.2	-3.2	270	-2.5	-6	-3.6
40	-2.8	-5.9	-3.2	280	-2.5	-6	-3.5
50	-2.7	-5.8	-3.2	290	-2.5	-6	-3.5
60	-2.6	-5.7	-3.3	300	-2.6	-6.1	-3.5
70	-2.5	-5.6	-3.3	310	-2.6	-6.1	-3.6
80	-2.5	-5.6	-3.3	320	-2.6	-6.2	-3.6
90	-2.4	-5.6	-3.3	330	-2.6	-6.2	-3.6
100	-2.4	-5.6	-3.3	340	-2.6	-6.2	-3.6
110	-2.4	-5.6	-3.3	350	-2.6	-6.3	-3.6
120	-2.4	-5.6	-3.3	360	-2.7	-6.3	-3.6
130	-2.4	-5.6	-3.3	370	-2.7	-6.4	-3.6
140	-2.4	-5.6	-3.3	380	-2.7	-6.4	-3.6
150	-2.4	-5.6	-3.4	390	-2.7	-6.5	-3.6
160	-2.4	-5.6	-3.4	400	-2.7	-6.5	-3.6



170	-2.4	-5.6	-3.4	410	-2.8	-6.6	-3.7
180	-2.4	-5.7	-3.4	420	-2.8	-6.6	-3.7
190	-2.4	-5.7	-3.4	430	-2.8	-6.6	-3.7
200	-2.4	-5.7	-3.4	440	-2.8	-6.7	-3.7
210	-2.4	-5.8	-3.5	450	-2.8	-6.7	-3.7
220	-2.4	-5.8	-3.5	460	-2.8	-6.7	-3.7
230	-2.5	-5.8	-3.5	470	-2.9	-6.8	-3.7
240	-2.5	-5.9	-3.5	480	-2.9	-6.9	-3.7
250	-2.5	-5.9	-3.5	490	-2.9	-6.9	-3.7
260	-2.5	-5.9	-3.6	500	-2.9	-6.9	-3.7

Fig 3.19 Comportamiento de las Pruebas 1, 2 y 3 de la Unidad de Acoplamiento



3.8 Cable de R.F.

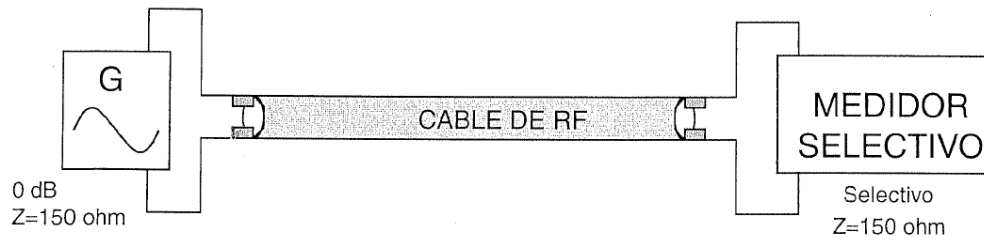


Fig 3.20 Circuito para prueba de atenuación del Cable de RF y tabla de valores obtenidos.

Tabla 3.5 MEDICION DE RESPUESTA EN FRECUENCIA A CABLE DE RADIO
FRECUENCIA

Frecuencia(KHz)	Nivel de recpcion dB	Frecuencia(KHz)	Nivel de recpcion dB	Frecuencia(KHz)	Nivel de recpcion dB
30	-0.3	190	-0.7	350	-0.9
40	-0.3	200	-0.7	360	-0.9
50	-0.3	210	-0.7	370	-0.9
60	-0.4	220	-0.7	380	-0.9
70	-0.4	230	-0.7	390	-0.9
80	-0.4	240	-0.7	400	-0.9
90	-0.4	250	-0.8	410	-0.9
100	-0.4	260	-0.8	420	-0.9
110	-0.5	270	-0.8	430	-0.9
120	-0.5	280	-0.8	440	-1
130	-0.5	290	-0.8	450	-1
140	-0.5	300	-0.8	460	-1



150	-0.6	310	-0.8	470	-1
160	-0.6	320	-0.8	480	-1
170	-0.6	330	-0.9	490	-1
180	-0.6	340	-0.9	500	-1

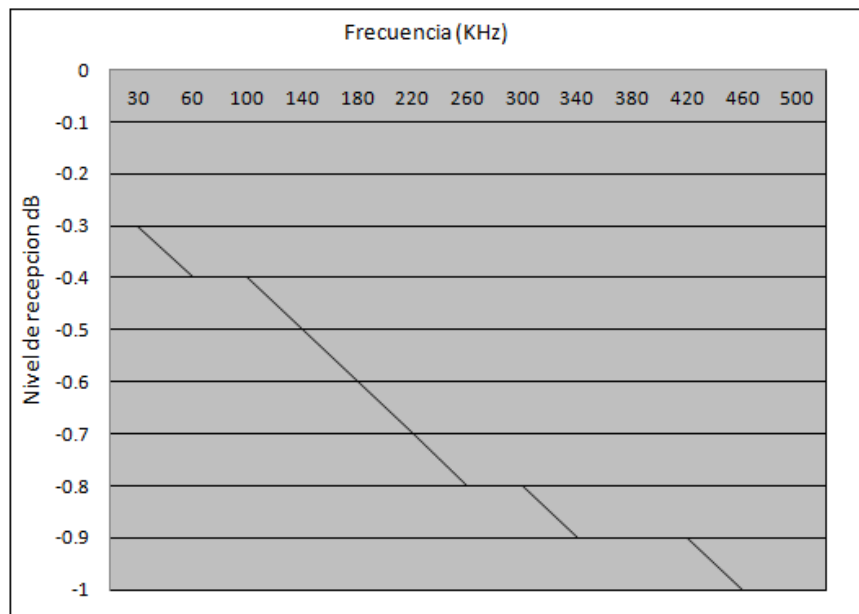


Fig 3.21 RESPUESTA EN FRECUENCIA A CABLE DE RF

3.8 LÍNEA DE TRANSMISIÓN.

La medición aplicable a la línea de transmisión:

PRUEBA BARRIDO DE FRECUENCIA.

Ésta medición puede realizarse con en equipo Generador y un medidor selectivo de Nivel generando y midiendo bilateralmente desde los extremos del cable de R.F. lado Equipo OPLAT. Generando 0dB a 150 Ohms en un extremo y midiendo a la misma impedancia hacemos un barrido en toda la banda de frecuencias de operación. Con esto obtenemos los valores de atenuación e impedancia aproximada para toda la banda de operación OPLAT.



Tabla 3.6 MEDICIONES DE BARRIDO DE RESPUESTA EN FRECUENCIA L.T.
ANG-A3T60-ANGOSTURA

FRECUENCIA	GENERA ANG.	GENERA SAB.
	MEDICION DE MMT.	MEDICION DE ANG.
	23/02/2013	23/02/2013
KHZ	dB	dB
50	-21.5	-21.2
100	-22.5	-22.7
150	-18.9	-19.1
200	-17.6	-17.6
250	-19.8	-19.7
300	-23.8	-23.9
350	-23	-23
400	-28.3	-28.6
440	-25	-25.2
450	-26	-25.7
500	-22.8	-22.8



Fig. 3.22

GRAFICA BARRIDO DE RESPUESTA EN FRECUENCIA L.T. A3T60 ANG-SAB

3.10 Generalidades del procedimiento de medición del equipo OPLAT Siemens Power Link

Para ilustrar las mediciones del Equipo Oplat nos referiremos al equipo Power Link de la Marca Siemens.

AJUSTES PREPARATORIOS:

- a) Terminar la salida de R.F. con la resistencia de carga de 150 ohm del equipo (girando 60° a la izquierda el conector angular x3 en la sección LV 20/80 w).
- b) Conectar la(s) fuente(s) de alimentación a la red de 48 Vcd.

3.11 Supervisión de las tensiones de trabajo.

SV1 JACK P1 (3-2)	+ 8 volts \pm 0.8 volts
SV1 JACK P2 (3-2)	+12 volts \pm 0.6 volts
SV1 JACK P2 (1-2)	-12 volts \pm 0.6 volts
SV1 JACK P3 (3-2)	+38 volts \pm 1. volts



SV1 JACK P3 (1-2) -38 volts \pm 1. 9 volts

SV2 JACK P1 (3-2) +12 volts \pm 0.6 volts

SV2 JACK P2 (3-2) +48 volts \pm 2.4 volts

3.12 **Ajuste de las corrientes de reposo de emisor en los amplificadores. Medir con voltímetro digital.**

a) Para equipos de 50w (sin excitación).

JACK P1 (3-1) 10 mV \pm 1 mV.

b) Para equipos de 100w (sin excitación).

JACK P1 (3-2) 36 mV \pm 10.8 mV.

JACK P1 (1-2) 36 mV \pm 10.8 mV.

JACK P2 (3-2) 36 mV \pm 10.8 mV.

JACK P2 (1-2) 36 mV \pm 10.8 mV.

3.13 Supervisión de los portadores de F1.

Medir en selectivo y en alta impedancia las portadoras de F1 de los canales 1 y 2, tanto en transmisión como en recepción. Valor nominal \leq +4dB's.



Modulo ZFS Jack P2 (3-2) canal 1

Modulo ZFS Jack P2 (1-2) canal 2

Modulo ZFS Jack P2 (3-2) canal 1

Modulo ZFS Jack P2 (1-2) canal 2

3.14 Supervisión de las portadoras de RF.

Medir en selectivo y en alta impedancia la frecuencia y el nivel de las portadoras de R.F. de transmisión y recepción, valor nominal $\geq +4$ dB's.

Modulo HFS Jack p1 (3-2) Frec. Port. R.F. de Tx.

Modulo HFS Jack p2 (1-2) Frec. Port. R.F. de Rx.

3.15 Ajuste de los residuos de portadoras de F.I. y R.F. en transmisión.

- a) Medir en selectivo y alta impedancia en los Jack's p3 (3-2) para canal 1 y P3 (1-2) para canal 2 del modulo ZFS, los residuos de las portadoras de F1. Valor nominal ≤ -70 dB's.
- b) Medir en el Jack P2 (3-2) del modulo HFS el residuo de la portadora de RF. en selectivo y alta impedancia.

Valor nominal ≤ -60 dB's, ajustar al mínimo con R15 de dicho modulo.



Ajuste de los residuos de portadoras de F.I. y R.F. en recepción.

- a) Medir en los Jack's P1 (3-2) y P1 (1-2) del modulo ZFE los residuos de las portadoras de F.I. de canales 1 y 2. en selectivo y alta impedancia.

Valor nominal ≤ -70 dB's, ajustar al mínimo con R38 y R78 de dicho modulo.

- b) Medir en el Jack P1 (1-2) del modulo HFE el residuo de portadora de RF. en selectivo y alta impedancia.

Valor nominal ≤ -60 dB's; ajustar al mínimo con R34 e dicho modulo.

3.16 Mediciones a la Transmisión.

3.17 Ajuste del nivel de transmisión.

- a) Conectar el transmisor de nivel al Jack P1 (3-2) modulo ZFS. Inyectar un tono de medición de baja frecuencia (de acuerdo al ancho de banda del equipo) a un nivel de -22 dB para equipos de un canal y -16 dB para equipos de dos canales, con impedancia de transmisión de 600 ohm.

Observaciones:

Tono de medición de BF para equipos de 1 x 2.5 Khz.----- 1.20 Khz.

Tono de medición de BF para equipos de 2 x 2.5 Khz.----- 2.35 Khz.

Tono de medición de BF para equipos de 1 x 4 Khz.----- 2.35 Khz.

Tono de medición de BF para equipos de 2 x 4 Khz.----- 3.50 Khz.

- b) Medir el tono inyectado en posición de RF a la entrada del amplificador de potencia en selectivo y alta impedancia.



Valor nominal = $-29 \text{ dB} \pm 0.5$

- c) Medirlo nuevamente en la salida de R.F. terminada sobre carga fantasma en Jack x3 (3-1).

+22 dB para amplificador de potencia de 20 w

+25 dB para amplificador de potencia de 40 w

+28 dB para amplificador de potencia de 100 w

3.18 Modulación plena

- a) Inyectar en el Jack P1 (3-2) de la tarjeta ZFS un tono de 1.2 Khz a -10dB para equipos monocanal y 2.35 Khz a -4db's para equipos bicanales, ambos con $Z=600$ (extraiga las tarjetas NFS) y medir en el Jack P (3-1) de la tarjeta extensora colocada en la posición de la tarjeta HFS, en selectivo y alta impedancia.

Valor nominal: $-17 \pm 0.5 \text{ dBms}$

- b) Medir este nivel en selectivo y alta impedancia en el Jack x3 (1-3), a la salida del amplificador de RF terminado con la resistencia de carga de 150 Ohms del equipo (girando 60° a la izquierda el conector angular x3 en la sección LV 80).

Valor nominal para amplificadores de 50 w. $> +34 \text{ dB}$

Valor nominal para amplificadores de 100 w. $> +40 \text{ dB}$

3.19 Comprobación de la regulación dinámica del amplificador de potencia.



- a) Inyectar un tono de baja frecuencia de acuerdo al ancho de banda del equipo a un nivel de -10 dB para equipos de un canal o de -4 dB para equipos bicanales a 600 ohms. inyectarlo en el modulo ZFS Jack P1 (3-2) (para determinar la frecuencia a inyectar consulte el punto 7b).

- b) Medir el tono en posición de R.F. a la entrada del amplificador de potencia, en selectivo y alta impedancia, en el Jack P (3-1) de la placa de prolongación colocada en el modulo HFS.

Valor nominal -17 dB.

Ajustar con el generador de nivel.

3.22 Ajuste de la supervisión del amplificador de potencia.

- a) Con el transmisor de nivel se inyecta la frecuencia piloto (2580 hz) en el modulo ZFS Jack P1 (3-2), a 600 ohms. , el nivel medido se determina de acuerdo a la variante, según el manual del proveedor, en la tabla de niveles.

- b) Medir la señal inyectada en posición de R.F. a la entrada del amplificador de potencia en banda ancha y alta impedancia Jack P (3-1) de la tarjeta de prolongación del modulo HFS.

Ajuste del nivel telefónico.

Se inyectan 800 Hz. con 600 ohms a -3.5 dB, en el modulo NFS Jack P1 (3-1).

Medir dicho tono en selectivo y alta impedancia, modulo NFS Jack P5 (1-2).

Canal 1 valor nominal de -3.5 dB a -4.5 dB.



Ajuste de las señales de protección.

Se inyectan 1200 Hz. /600 ohms. A -10 dB, en el modulo NFS Jack p4 (3-1) canal 2.

Medir dicho tono en selectivo y alta impedancia, modulo NFS Jack p6 (1-2)

Valor nominal = -3.5 a -4.5 dB.

3.23 Mediciones a la Recepción.

1) Ajuste de un estado fijo de regulación.

- a) Quitar el conector de R.F. de carga fantasma.
- b) Conectar el generador de nivel al Jack P1 (3-1) (HFS-S/E) de la sección amplificadora de potencia. inyectar la frecuencia de piloto de bloqueo en posición de R.F. para canal 1 a un nivel de:

-15 dB/150 **ohm**, para equipos con LFE 20.

- c) Medir dicho tono en posición de baja frecuencia (BF) en selectivo y alta impedancia.

Valor nominal = -10 dB \pm 0.3dB.

Modulo ZFE Jack P1 (3-2) valor medido

dB



3.25 Corrección de la amplificación.

- a) Conectar modulo ZFE en la placa de prolongación.
- b) Conectar el generador de nivel como en el punto.
- c) Inyectar la frecuencia de piloto en posición de R.F. para canal 1.

Medir dicho tono en posición de F.I. en selectivo y alta impedancia.

Valor nominal= $-38 \text{ dB} \pm 0.3\text{dB}$.

Modulo ZFE Jack P4 (3-2)	valor medido	dB
--------------------------	--------------	----

Mediciones para ajustar la parte receptora.

2) Ajuste del nivel telefónico salida F2. Canal 1.

- a) inyectar un tono de 800 Hz/600 ohms. a -10 dB .
- b) Medir dicho tono en selectivo y alta impedancia.

Valor nominal = de -3.5 a -4.5 dB .

Modulo NFE Jack P1 (1-2)	canal 1 valor medido	dB
--------------------------	----------------------	----

- c) Medirlo nuevamente en selectivo y alta impedancia en el modulo NFE Jack P2 (3-2) canal 1.

Valor nominal = $-7 \text{ dB} \pm 0.3 \text{ dB}$.



d) Medirlo nuevamente a la salida en selectivo y 600 ohms.

Valor nominal = $-3.5 \text{ dB} \pm 0.3 \text{ dB}$.

3) Ajuste de las señales de teleprotección canal 2.

a) Inyectar un tono de 1 Khz. /600 ohms. medir dicho tono en selectivo y alta impedancia.

Valor nominal = de -3.5 a -4.5 dB .

Modulo NFE Jack P1 (1-2)

canal 2

db

b) Medirlo nuevamente a la salida en selectivo y 600 ohms.

Servicio múltiple valor nominal = $0 \text{ dB} \pm 0.3 \text{ dB}$.



OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS

La tecnología de Onda Portadora por Línea de Alta Tensión (OPLAT) que cuenta con grandes ventajas como son:

- Esta tecnología soporta enlaces de Voz (Telefonía) y Datos (telecontrol y teleprotección). Y sus equipos son de dos canales y pueden ser configurados como:

- a. Canal 1 voz, canal 2 datos o a la inversa
- b. Canal 1 voz, canal 2 tele protección o a la inversa
- c. Canal 1 datos, canal 2 tele protección o a la inversa.

- Esta tecnología utiliza como medio de enlace las mismas líneas de transmisión de la energía eléctrica por lo que se aprovecha la infraestructura de la CFE, y esto se ve reflejado en un sistema muy económico y altamente confiable pues dichas líneas están en constante mantenimiento.

Aunque también tiene desventajas como lo son:

- En los canales de voz la presencia de ruido derivada de las cargas capacitivas o inductivas que el canal presenta refiriéndonos a la línea de alta tensión.

- Otra desventaja es el ancho de banda que limita la cantidad de datos a transmitir, el cual es en todos los equipos es de 2.5 KHz por canal .



CONCLUSIÓN

Los equipos OPLAT tienen muchas ventajas como lo son las de aprovechar la infraestructura existente refiriéndonos al medio de transporte de la señal (la Línea de Alta Tensión), esto representa una gran economía y seguridad para el sistema ya que dichas Líneas están en constante mantenimiento. Otra ventaja es que la Terminal de comunicación OPLAT (el equipo en sí) presenta rara vez fallas.

Algunas de sus desventajas son que el equipamiento primario como lo son las Trampas de Onda y los Transformadores de Potencial Capacitivo por estar expuestos a el alto voltaje y a la intemperie presentan fallas con más frecuencia.



Referencias

Archivo Técnico, Departamento de comunicaciones de la C.H Angostura

www.siemens.dt/industriesla/comunicacionequipment/powerlink/

www.electronicforumla/telecommunicationpowerline/

www.siemens/latinamerica/spanish/powerlinksistem/

<http://sistemascomunicaciones/subestacioneselectricas/>

<http://dispositivosdeacoplamiento/powerlink/>

<http://subestacioneolica/division/sistema de comunicaci3n>



Fig 3.22 Barridos de frecuencia en Trampa de Onda e instalación de la misma.



Fig 3.23 Trampa de Onda instalada para OPLAT MMT.



Fig 3.24 Resintonización de Oplat MMT.

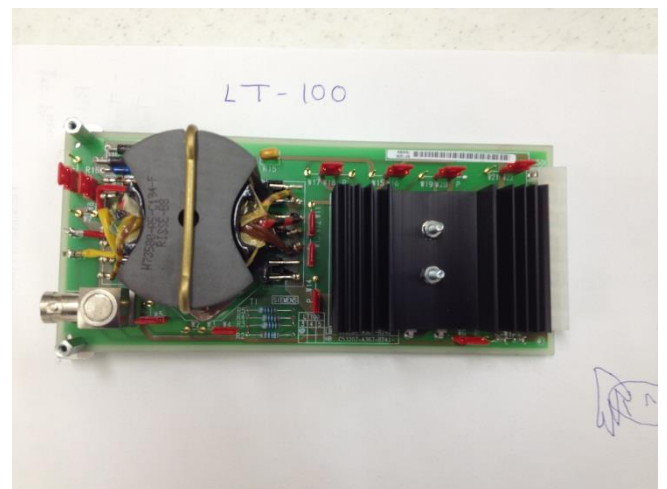


Fig 3.25 Ajuste de puentes en placa LT-100

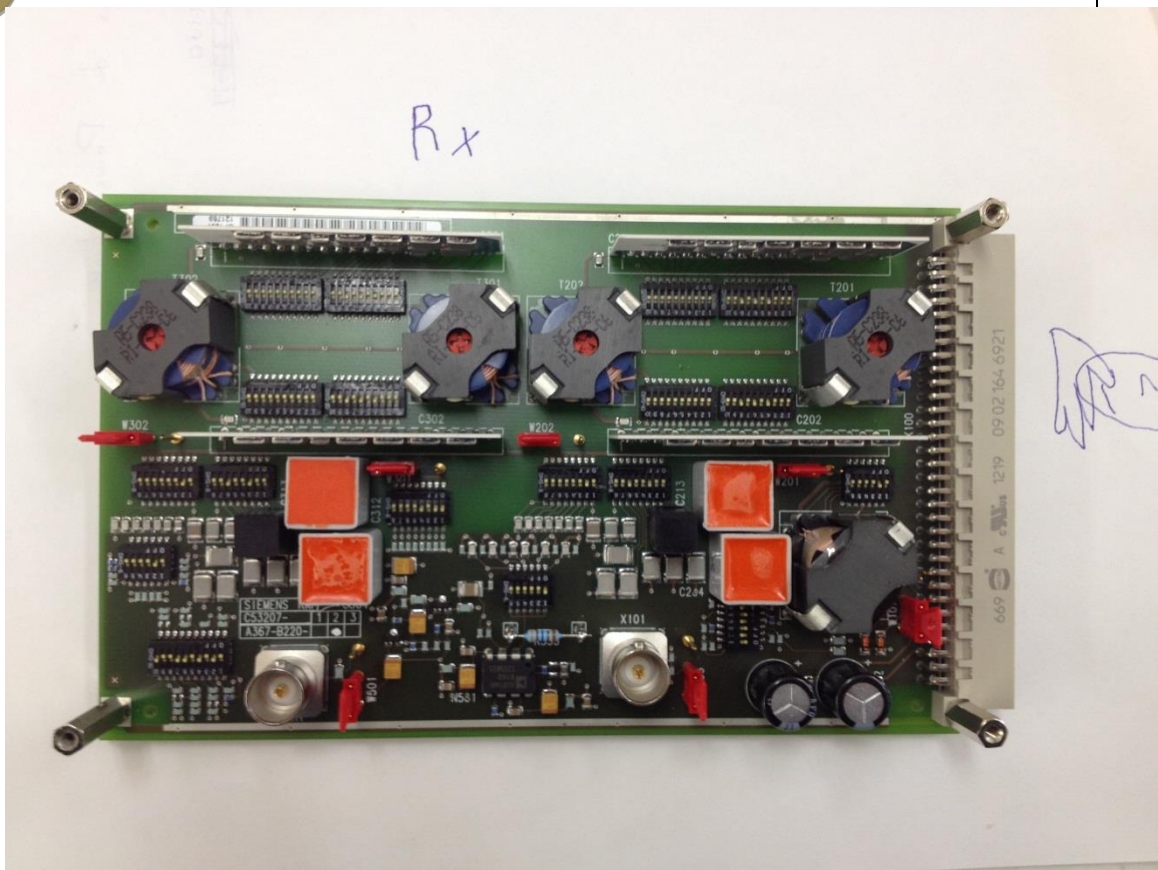


Fig 3.26 Ajuste de bobinas de placa de Transmisión.

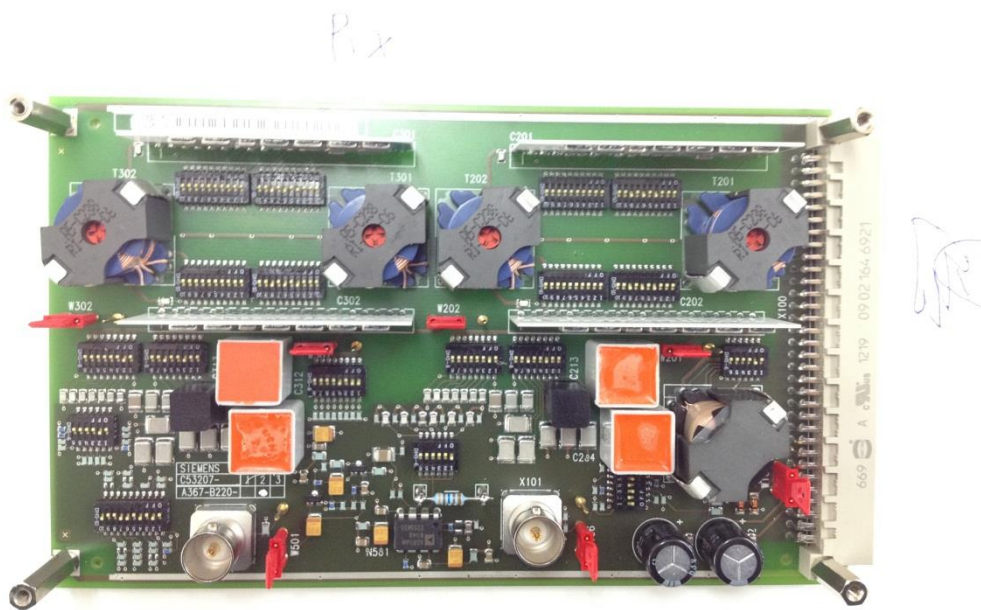


Fig 3.25 Ajuste de bobinas para placa de Recepción.