

ELEMENTOS DEL SISTEMA OPLAT.

INTRODUCCIÓN

1 Diagrama a Bloques del Sistema OPLAT.

Teoría:

- El principio de comunicaciones OPLAT se basa en La transmisión de señales en RF.
- Modulación Bajo el principio de Banda Lateral Única con portadora suprimida. (BLU).
- Muy baja potencia comparada con la potencia de transmisión de energía.
- Envío de señales de teleprotección confiables.
- Manejo de interfaces para señales de voz y datos.

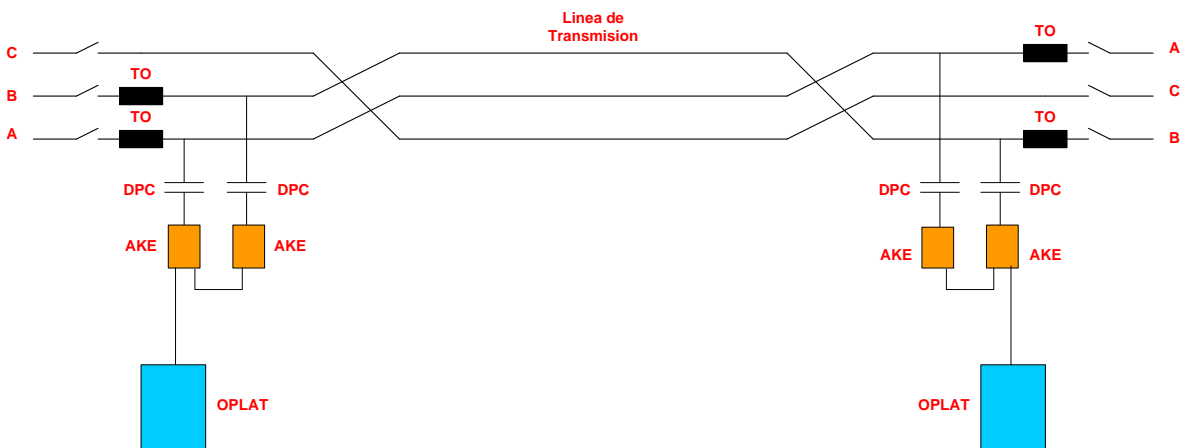


Fig. Elementos constitutivos del sistema OPLAT.

Emisión: Enero 25, 2011	Número De Revisión: A	Elaboró: S VALLE	Aprobó:	Página: 1
----------------------------	-----------------------------	---------------------	---------	--------------

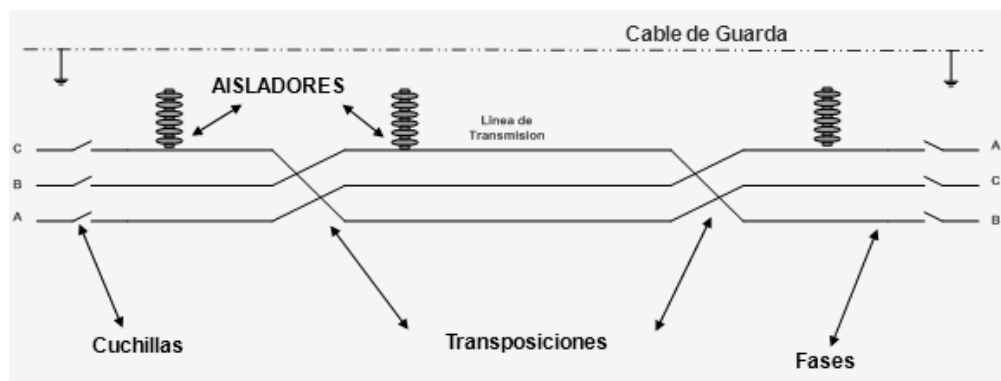
En donde:

- 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. LINEA DE TRANSMISION.

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) son 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.



Elementos Línea de Transmisión.

Emision: Enero 25, 2011	Número De Revisión: A	Elaboró: S VALLE	Aprobó:	Página: 2
-----------------------------------	---------------------------------	----------------------------	----------------	---------------------

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

- Fases
- Cuchillas
- Transposiciones
- Aisladores
- Cable de Guarda

3. 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:

$$Z_L = \sqrt{(R^2 + X_L^2)}$$

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:

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

Emision: Enero 25, 2011	Número De Revisión: A	Elaboró: S VALLE	Aprobó:	Página: 3
-----------------------------------	---------------------------------	----------------------------	----------------	---------------------

Las variables utilizadas en las fórmulas anteriores son:

- V Voltaje.
- I Corriente.
- f Frecuencia.
- L Inductancia H.

3.1 ELEMENTOS DE LA TRAMPA DE ONDA.

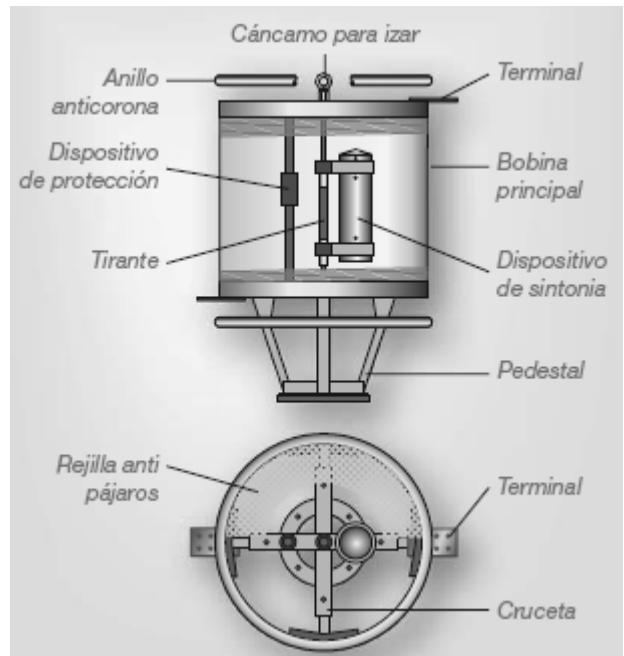


Fig. Principales componentes de la Trampa de Onda.

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.

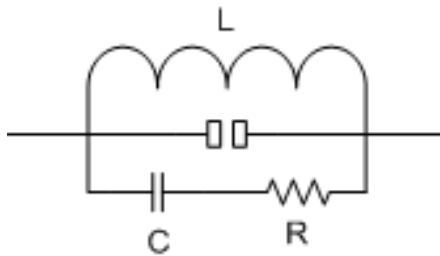
Emision: Enero 25, 2011	Número De Revisión: A	Elaboró: S VALLE	Aprobó:	Página: 4
-----------------------------------	---------------------------------	----------------------------	----------------	---------------------

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.

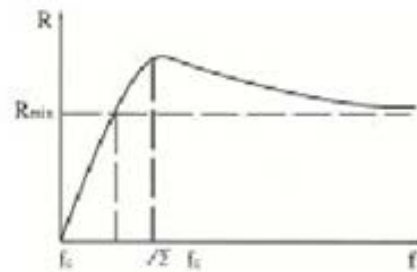
c) Bobina Principal: Es el elemento por el cual circula la corriente de línea; su inductancia nominal L_n es el valor al que se refieren las características especificadas de la bobina de bloqueo a la frecuencia de 60 Hz.

3.2 TIPOS DE SINTONIA DE LA TRAMPA DE ONDA.

a) Sintonía de Banda Alta:

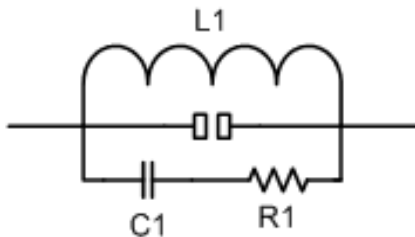


Trampa de Onda

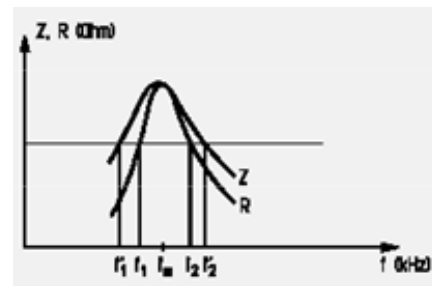


Gráfica Z-L-f

b) Sintonía Específica:



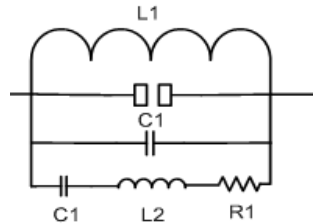
Trampa de Onda



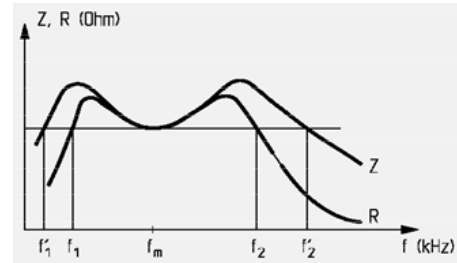
Gráfica Z-L-f

Emision: Enero 25, 2011	Número De Revisión: A	Elaboró: S VALLE	Aprobó:	Página: 5
-----------------------------------	---------------------------------	----------------------------	----------------	---------------------

c) Sintonía de Banda Ancha:



Trampa de Onda



Gráfica Z_L-f

3.3 CARACTERISTICAS 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.

Emission: Enero 25, 2011	Número De Revisión: A	Elaboró: S VALLE	Aprobó:	Página: 6
------------------------------------	---------------------------------	----------------------------	----------------	---------------------

4. TPC o 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.

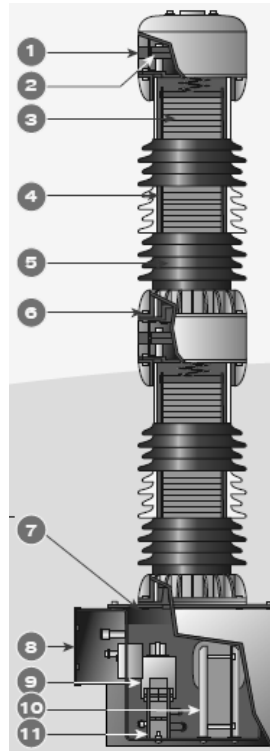


Emision: Enero 25, 2011	Número De Revisión: A	Elaboró: S VALLE	Aprobó:	Página: 7
-----------------------------------	---------------------------------	----------------------------	----------------	---------------------

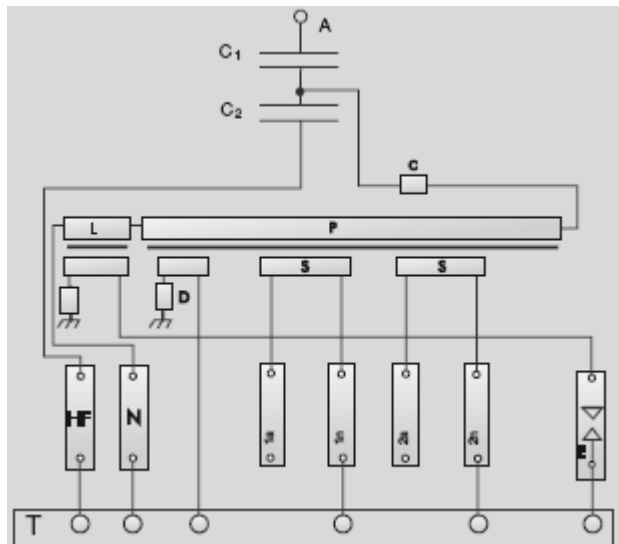
4.1 ELEMENTOS DEL CAPACITOR DE ACOPLAMIENTO.

- 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.



- C Dispositivo de bloqueo de la alta frecuencia
 - L Bobina de la inductancia
 - E Dispositivo limitador de tensión
 - P Primario del transformador
 - S Secundarios del transformador
 - D Dispositivo amortiguador de ferorresonancia
 - HF Terminal alta frecuencia para OPLAT
 - T Terminal de tierra
- A solicitud:**
- Interruptor para alta frecuencia
 - Interruptor de puesta a tierra media tensión
 - Bobina de drenaje
 - Gap de protección
 - Fusible
 - Microinterruptor de circuito



Elementos y Diagrama del Capacitor de Acoplamiento.

Emission: Enero 25, 2011	Número De Revisión: A	Elaboró: S VALLE	Aprobó:	Página: 8
------------------------------------	---------------------------------	----------------------------	----------------	---------------------

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.

$$X_c = \frac{1}{2\pi fC}$$

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 Xc 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.

Emision: Enero 25, 2011	Número De Revisión: A	Elaboró: S VALLE	Aprobó:	Página: 9
-----------------------------------	---------------------------------	----------------------------	----------------	---------------------

- 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 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.

Emision: Enero 25, 2011	Número De Revisión: A	Elaboró: S VALLE	Aprobó:	Página: 10
-----------------------------------	---------------------------------	----------------------------	----------------	----------------------

5. EL CABLE DE R.F.

Tipos de cable de RF:

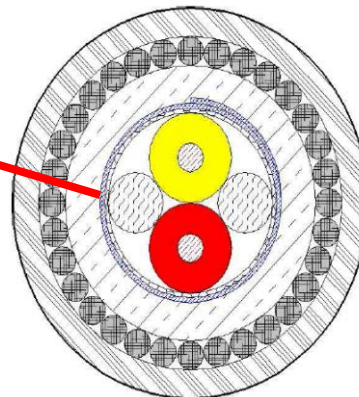
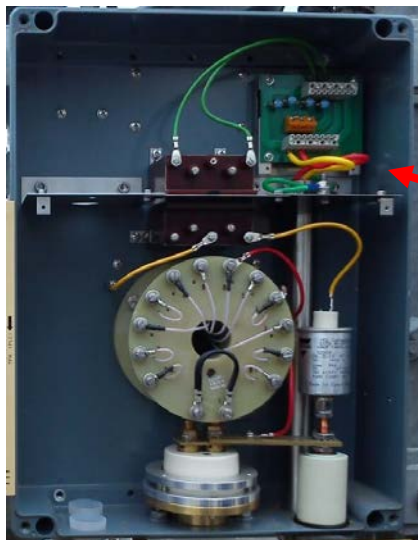
- a) Simétrico 150 Ω .
- b) Coaxial 75 Ω .

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

La capacitancia es la capacidad medida por una longitud del cable. Normalmente se expresan en Picofarads/m.



Principle drawing
A-02YS(L)2YBY 1x2x1,4 (R1,4 vzk)

Cable de alta frecuencia dentro de unidad AKE 100

Emission: Enero 25, 2011	Número De Revisión: A	Elaboró: S VALLE	Aprobó:	Página: 11
------------------------------------	---------------------------------	----------------------------	----------------	----------------------

Mechanical and Thermal Properties

Admissible bending radius	multiple bending	305 mm
	final bending	205 mm
Temperature range	during operation	- 30°C to + 70°C
	during installation	- 5°C to + 70°C
Core diameter		4.4 mm

Electrical Properties

at 20°C ± 5°C

Conductor diameter	mm	1.4
Conductor loop resistance	Ω/km	± 23.4
Insulation resistance	GΩ x km	± 5
Mutual capacitance at 800 Hz	nF/500m	31 (± 12 %)
Capacitance unbalance at 800 Hz		
ϵ_{12}	pF/500 m	± 800
Impedance at 300 kHz	Ω	140 (± 5 %)
Test voltage AC 50 Hz – 1 min		
core/core	Veff	500
core/laminated sheath	Veff	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
60 kHz	dB/km	1,3
150 kHz	dB/km	2,0
300 kHz	dB/km	2,8
500 kHz	dB/km	3,5

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

5.2 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.

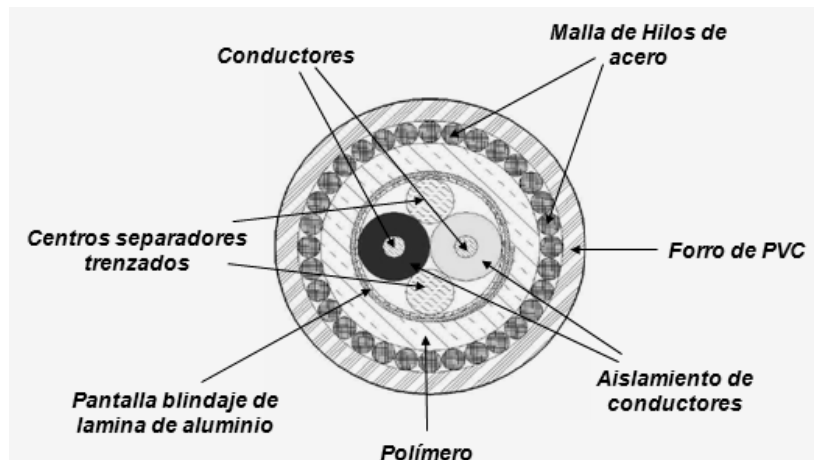


Fig. Cable de RF de 150 Ω.

Emisión: Enero 25, 2011	Número De Revisión: A	Elaboró: S VALLE	Aprobó:	Página: 13
----------------------------	--------------------------	---------------------	---------	---------------

6. 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:

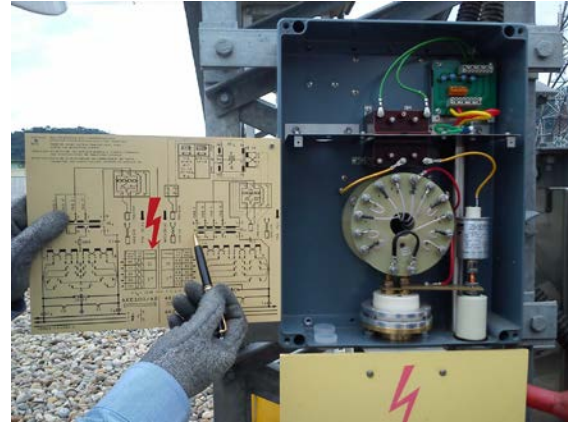
- 1) Una transmisión eficaz de señales portadoras entre el circuito de conexión, o cable de R.F. y la línea de energía.
- 2) La seguridad del personal y la protección de las partes de baja tensión de la instalación contra los efectos de la tensión a la frecuencia de red y las sobretensiones provocadas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

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

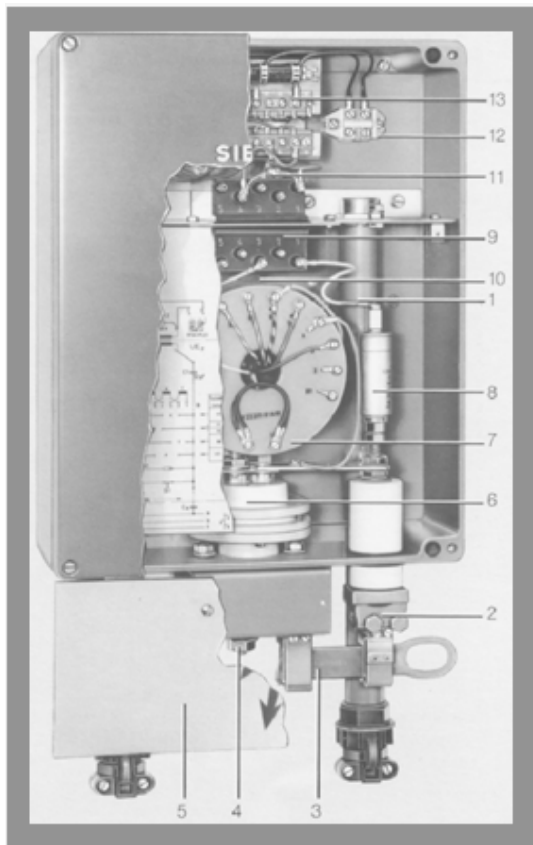
6.1 PARAMETROS PRINCIPALES:

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

Emission: Enero 25, 2011	Número De Revisión: A	Elaboró: S VALLE	Aprobó:	Página: 14
------------------------------------	---------------------------------	----------------------------	----------------	----------------------



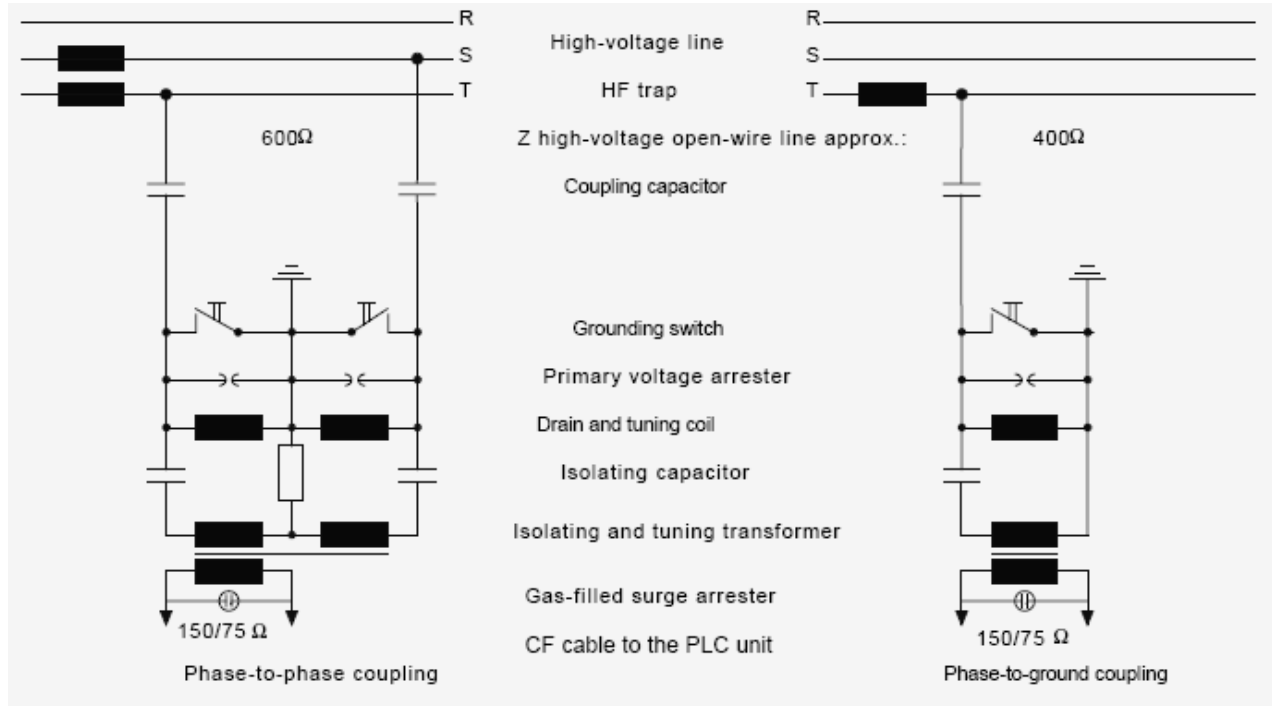
6.2 ELEMENTOS DEL DISPOSITIVO DE ACOPLAMIENTO.



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

Elementos del AKE 100.

Emission: Enero 25, 2011	Número De Revisión: A	Elaboró: S VALLE	Aprobó:	Página: 15
------------------------------------	---------------------------------	----------------------------	----------------	----------------------



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.

Emission: Enero 25, 2011	Número De Revisión: A	Elaboró: S VALLE	Aprobó:	Página: 16
------------------------------------	---------------------------------	----------------------------	----------------	----------------------

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.

6.3 Tipos de Acoplamiento.

6.3.1 ACOPLAMIENTO FASE A TIERRA.

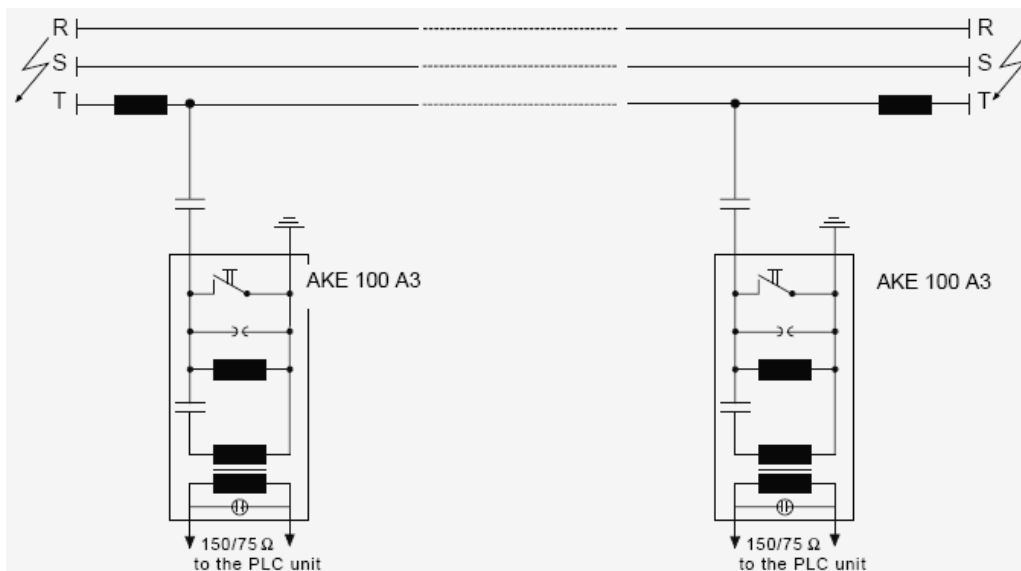
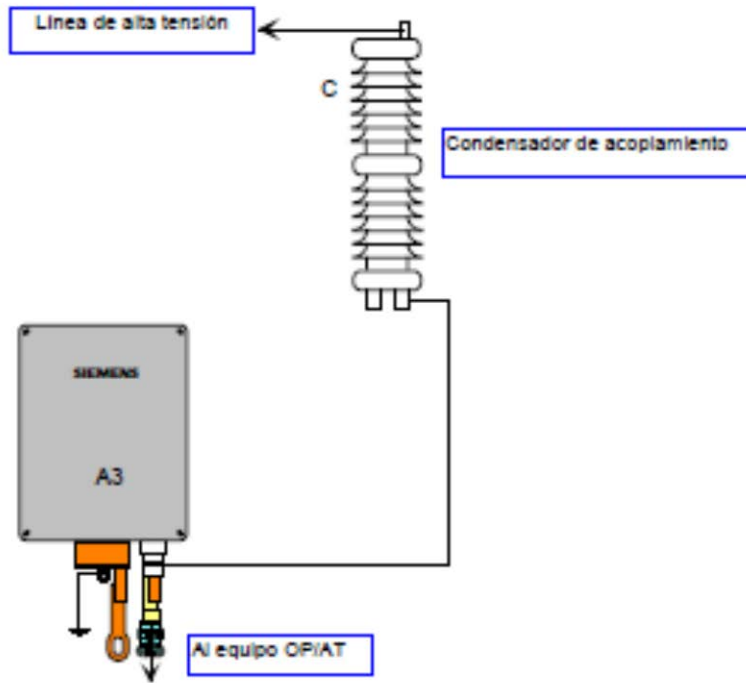


Fig. Acoplamiento fase a tierra

Emision: Enero 25, 2011	Número De Revisión: A	Elaboró: S VALLE	Aprobó:	Página: 17
-----------------------------------	---------------------------------	----------------------------	----------------	----------------------

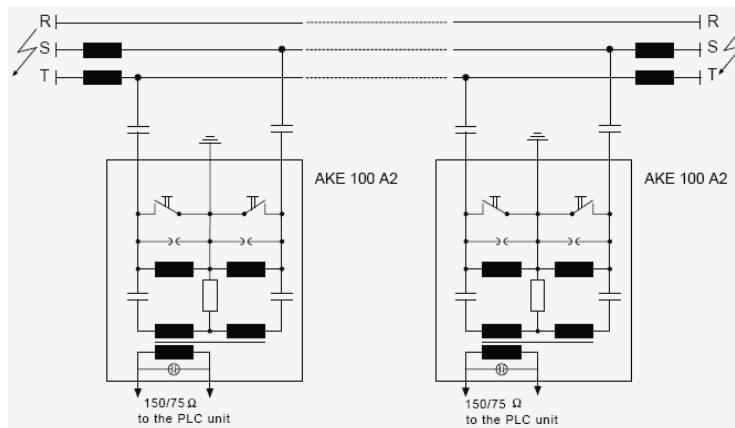
Esquemas de conexión para las AKE 100 A2, A3, A4:



Conexión a la AKE 100 A3 para acoplamiento fase – tierra

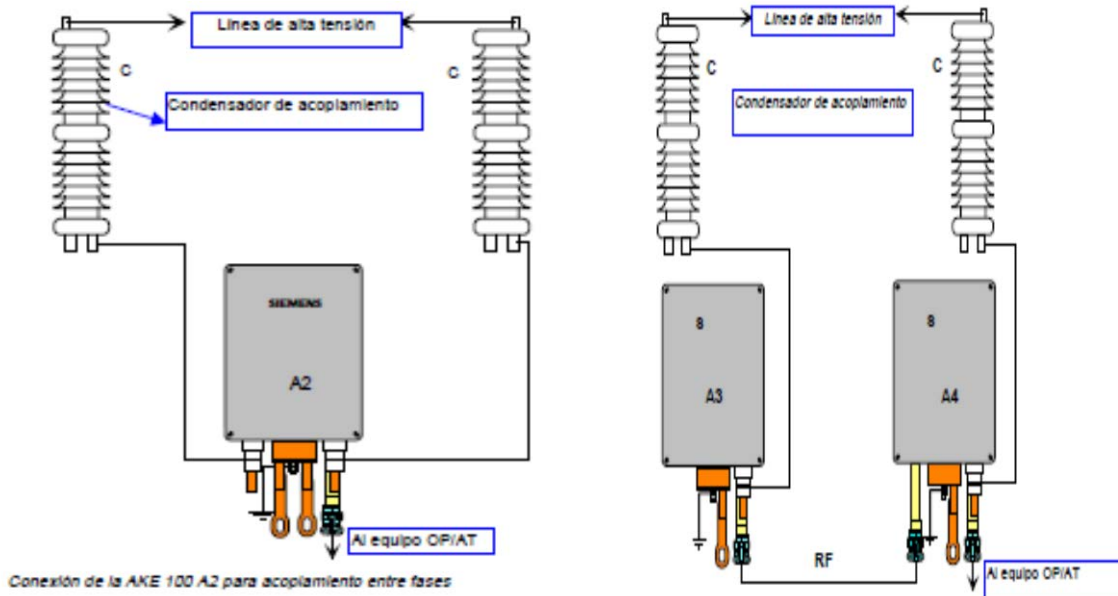
Conexión del AKE 100 A3 para acoplamiento fase-tierra.

6.1.3.2 ACOPLAMIENTO FASE A FASE.

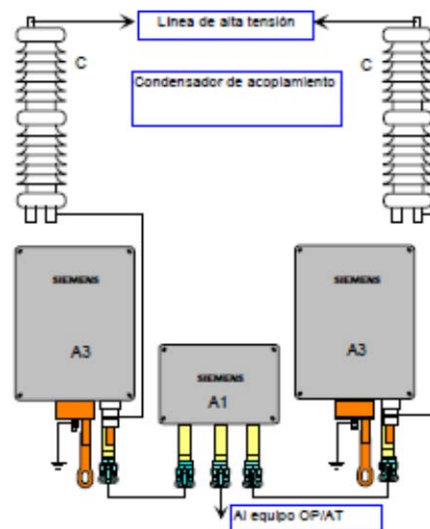


Acoplamiento fase a fase.

Emission: Enero 25, 2011	Número De Revisión: A	Elaboró: S VALLE	Aprobó:	Página: 18
------------------------------------	---------------------------------	----------------------------	----------------	----------------------



Conexión del AKE 100 A2 o A3 a A4 para acoplamiento fase a fase.

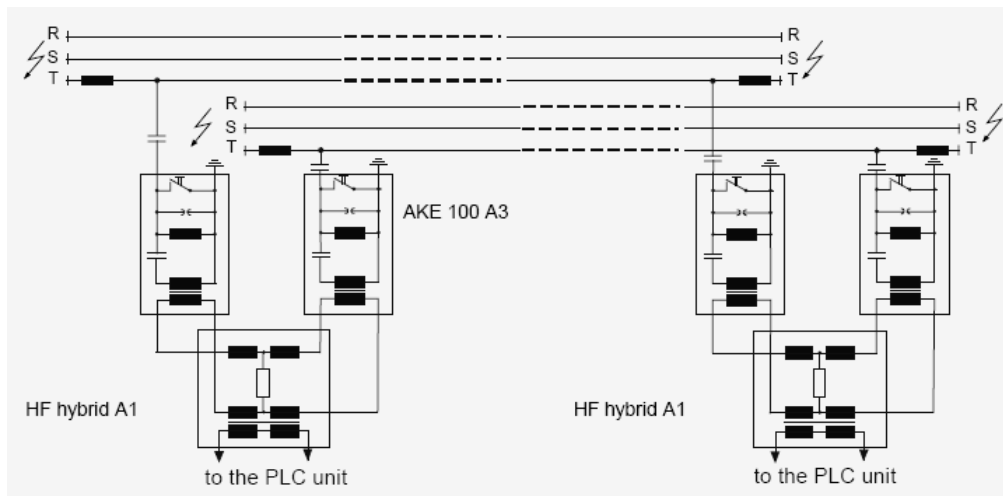


Conexión del AKE 100 A3 para acoplamiento fase a fase.

Emission: Enero 25, 2011	Número De Revisión: A	Elaboró: S VALLE	Aprobó:	Página: 19
------------------------------------	---------------------------------	----------------------------	----------------	----------------------

6.1.3.3 ACOPLAMIENTO INTERSISTEMAS:

Acoplamiento Inter-sistemas



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 Comparación de los tipos de acoplamientos.