

 <b>Transener</b> S.A.	<b>Título:</b> <b>GUIA DE DISEÑO Y NORMAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA.</b>	Página 1 de 54
	<b>Fecha de Entrada en Vigencia:</b>	
<b>Gerencia Técnica</b> <b>GUÍAS DE DISEÑO PARA ESTACIONES TRANSFORMADORAS</b>	<b>Revisión:</b> <b>VERSION 1 - DEFINITIVA</b>	

**SISTEMA DE TRANSPORTE DE ENERGIA ELECTRICA  
EN ALTA TENSION**

**GUIA DE DISEÑO Y NORMAS DEL SISTEMA DE  
COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA**

 <b>Transener</b> S.A.	<b>Título:</b> <b>GUIA DE DISEÑO Y NORMAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA.</b>	Página 2 de 54
	<b>Fecha de Entrada en Vigencia:</b>	
<b>Gerencia Técnica</b> <b>GUÍAS DE DISEÑO PARA ESTACIONES TRANSFORMADORAS</b>	<b>Revisión:</b> <b>VERSION 1 - DEFINITIVA</b>	

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1</b>	<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>5</b>
1.1	Objeto .....	5
1.2	Aplicación .....	5
1.3	Características del Sistema Eléctrico .....	5
<b>2</b>	<b>ENTORNO FISICO.....</b>	<b>11</b>
2.1	Características Ambientales del Area .....	11
<b>3</b>	<b>PARAMETROS DE DISEÑO.....</b>	<b>14</b>
3.1	Información a Transmitir .....	14
3.2	Tipos de Canales .....	16
<b>4</b>	<b>CRITERIOS DE DISEÑO .....</b>	<b>19</b>
4.1	Descripción del Sistema .....	19
4.2	Configuración de Acoplamientos .....	19
<b>5</b>	<b>DIMENSIONAMIENTO .....</b>	<b>22</b>
5.1	Estudio de Propagación .....	22
5.2	Relación Señal a Ruido (S/N) .....	25
5.3	Enlaces en Cascada .....	26
5.4	Ubicación de los Canales de OP en el Espectro de RF .....	26

 <b>Transener</b> S.A.	<b>Título:</b> <b>GUIA DE DISEÑO Y NORMAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA.</b>	Página 3 de 54
	<b>Fecha de Entrada en Vigencia:</b>	
<b>Gerencia Técnica</b> <b>GUÍAS DE DISEÑO PARA ESTACIONES TRANSFORMADORAS</b>	<b>Revisión:</b> <b>VERSION 1 - DEFINITIVA</b>	

<b>5.5 Relación Señal a Interferencia</b>	<b>27</b>
<b>6 EQUIPAMIENTO</b>	<b>29</b>
6.1 Elementos y Equipos	29
6.2 Trampas de onda	29
6.3 Capacitor de acoplamiento	29
6.4 Unidad de acoplamiento	29
6.5 Cable coaxil	29
6.6 Características de los Equipos y Elementos	30
<b>7 TELEPROTECCION</b>	<b>32</b>
7.1 Estabilidad del Sistema Eléctrico	32
7.2 Operación de la Teleprotección	32
7.3 Evaluación y Procesamiento de Señales	33
7.4 Tiempos de Transmisión	33
7.5 Dependibilidad y Seguridad	34
7.6 Configuraciones	35
<b>8 SERVICIOS AUXILIARES</b>	<b>36</b>
8.1 En Corriente Continua	36
8.2 En Corriente Alterna	36
<b>9 PROYECTO</b>	<b>37</b>

 <b>Transener</b> S.A.	<b>Título:</b> <b>GUIA DE DISEÑO Y NORMAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA.</b>	Página 4 de 54
	<b>Fecha de Entrada en Vigencia:</b>	
<b>Gerencia Técnica</b> <b>GUÍAS DE DISEÑO PARA ESTACIONES TRANSFORMADORAS</b>	<b>Revisión:</b> <b>VERSION 1 - DEFINITIVA</b>	

**10 ANEXO.....38**

	<b>Título:</b> <b>GUIA DE DISEÑO Y NORMAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA.</b>	Página 5 de 54
	<b>Fecha de Entrada en Vigencia:</b>	
<b>Gerencia Técnica</b>  <b>GUÍAS DE DISEÑO PARA ESTACIONES TRANSFORMADORAS</b>	<b>Revisión:</b> <b>VERSION 1 - DEFINITIVA</b>	

## 1 INTRODUCCION

### 1.1 Objeto

La presente Guía de Diseño y Normas del Sistema de Comunicaciones por Onda Portadora tiene por objeto orientar la labor de los proyectistas para lograr, en cada caso, una solución económica que a la vez mantenga el nivel de calidad y confiabilidad del resto de las instalaciones del Sistema de Transporte de Energía Eléctrica en Alta Tensión de la República Argentina.

Incluye los criterios y propone las metodologías a utilizar en el diseño, abarcando desde los elementos de acoplamiento en la playa de maniobras intemperie hasta los equipos de comunicaciones instalados en el interior de edificios que recibirán y transmitirán la información de diversos medios y/o equipos de terceros.

Se han incorporado particularmente los equipos de teleprotección por la importancia que tienen para la operación de los sistemas.

En cada tema se han indicado como Referencia las normas internacionales correspondientes.

### 1.2 Aplicación

Este documento es de aplicación para el diseño de sistemas de comunicaciones mediante onda portadora a través de líneas aéreas destinadas a operar en tensiones nominales de 220 kV o superiores.

El ámbito de aplicación es todo el territorio de la República Argentina.

### 1.3 Características del Sistema Eléctrico

Dado que el sistema de Onda Portadora depende fuertemente de las características eléctricas de la línea de transmisión y de sus parámetros, para el inicio del diseño se deberá disponer de un proyecto avanzado con definición de trazado y estructuras.

Los datos que se detallan a continuación provienen del diseño a que se refieren la Guía de Diseño General de Líneas, la de Estructuras de Línea y la de Puesta a Tierra y Protección Catódica:

#### a. Traza de la línea

Deberá disponerse de una planimetría de la línea en la que se definan:

- Recorrido de la línea.
- Secciones que la componen y longitud de cada una.

	<b>Título:</b> <b>GUIA DE DISEÑO Y NORMAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA.</b>	Página 6 de 54
	<b>Fecha de Entrada en Vigencia:</b>	
<b>Gerencia Técnica</b>  <b>GUÍAS DE DISEÑO PARA ESTACIONES TRANSFORMADORAS</b>	<b>Revisión:</b> <b>VERSION 1 - DEFINITIVA</b>	

- Derivaciones o conexiones en Te (si las hubiera).
- Cambios de configuración.

Deberá contarse con los esquemas que definan:

- Posición relativa de las fases.
- Cantidad de transposiciones con la distancia entre ellas.
- Esquema de transposición.

Deberá tenerse en cuenta la proximidad de otras líneas de transmisión, en particular en las situaciones siguientes:

- Caso de dos líneas planas horizontales próximas (doble terna).
- Caso de dos líneas que ingresen en forma paralela a una estación transformadora.
- Caso de dos líneas verticales en igual postería (doble bandera).

*(Ref: IEC 60663 punto 4.2.1)*

En la Tabla 1 se indica la forma de relevar en forma sistemática la información de la línea para el diseño de comunicaciones.

*(Ref: Cigre SC35WG04)*

#### **b. Tipo de estructuras**

Deberá disponerse del esquema geométrico de cada tipo de estructura soporte de la línea, donde se detalle:

- Disposición de conductores de fase y cables de guardia.
- Distancia entre conductores.
- Altura sobre el terreno de los conductores de fase y de los cables de guardia.
- Características de cadenas de aisladores.
- Angulo de declinación máximo de la cadena.

Para las líneas de transmisión en 500 kV la disposición es coplanar horizontal, designada como H11 en la Figura 5 de la publicación IEC 60663. Para los sistemas de 220 kV es usada esta disposición en tanto que para doble terna coplanar horizontal corresponde a la denominación H22 de la misma figura. Se incluyen también algunas disposiciones utilizadas en tensiones menores.

	<b>Título:</b> <b>GUIA DE DISEÑO Y NORMAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA.</b>	Página 7 de 54
	<b>Fecha de Entrada en Vigencia:</b>	
<b>Gerencia Técnica</b> <b>GUÍAS DE DISEÑO PARA ESTACIONES TRANSFORMADORAS</b>	<b>Revisión:</b> <b>VERSION 1 - DEFINITIVA</b>	

### c. Transposiciones

Se deberá tener en cuenta el esquema de transposiciones de la línea para la compensación de la impedancia a lo largo del recorrido.

Las hipótesis del Análisis Modal se basan en que todas las impedancias de fases y modos de propagación son iguales. En ese caso las transposiciones serían transparentes a las frecuencias de OP, pero en la realidad las transposiciones actúan como convertidores de modos de propagación.

*(Ref: Cigre SC35 WG04 punto 4.2.1.2.1)*

Además, ligado al esquema de transposiciones, está el modo de acoplamiento elegido; ambos efectos (transposición y acoplamiento) deberán ser analizados en conjunto. En la Tabla 2 se indican orientativamente distintas formas de transposición y la atenuación introducida para distintas fases acopladas.

En la Guía de Diseño General de Líneas se detalla el cálculo de compensación de impedancias y cantidad de transposiciones a implementar. Asimismo, en la Guía de Diseño de Estructuras de Línea se indica la forma de efectuar los cruzamientos de conductores para lograr el objetivo.

Típicamente la forma de transponer será de uno o dos ciclos completos, resumido en alguno de los dos casos siguientes:

- Transposición 1/6, 1/3, 1/3, 1/6.
- Transposición 1/12, 1/6, 1/6, 1/6, 1/6, 1/6, 1/12.

Deberá indicarse la distancia real entre torres de transposición, ya que como resultado de ello podrán diferir los valores obtenidos por el cálculo de las fracciones.

*(Ref: Cigre SC35WG04 punto 4.2.1.2.1; IEC 60663 punto 4.2.1)*

En el caso que la transposición no sea de ciclo completa, la disposición de llegada de fases a la estación transformadora diferirá de aquella disposición de la salida de la estación correspondiente, por lo que deberá establecerse claramente las fases elegidas para el acoplamiento.

La Figura 2 es indicativa de la sistematización de la información completa para ser usada en el diseño.

### d. Conductores de fase y cable de guardia

Deberá disponerse de todos los datos de los conductores de fase y conformación del haz:

- Materiales y conformación.
- Sección, diámetro, formación, cantidad y tipo de alambres, parcial y total.
- Formación y dimensiones del haz (bundle).

	<b>Título:</b> <b>GUIA DE DISEÑO Y NORMAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA.</b>	Página 8 de 54
	<b>Fecha de Entrada en Vigencia:</b>	
<b>Revisión:</b> <b>VERSION 1 - DEFINITIVA</b>		
<b>Gerencia Técnica</b> <b>GUÍAS DE DISEÑO PARA ESTACIONES TRANSFORMADORAS</b>		

- Espaciadores, características y distanciamiento.

De los hilos de guardia:

- Material y conformación.
- Sección, diámetro, formación y cantidad de alambres.
- Amortiguadores stockbridges.
- En caso de disponerse de sistemas de comunicaciones redundantes con transmisión digital por OPGW, deberá detallarse la configuración y características de este último.

(Ref: Cigre SC35WG04 Plate 1)

En la Figura 3 y la Tabla 1 se detallan los datos para cada uno de estos casos.

#### e. Flecha de la línea

Del cálculo mecánico de la línea se deberá obtener la flecha en condiciones de temperatura máxima, que es la utilizada para la determinación de las alturas libres sobre el terreno y consecuentemente la definición de altura de los soportes. Igualmente para los hilos de guardia.

Cuando la línea posea diferentes tramos, donde la distancia de los conductores de cada fase con respecto al suelo varíe en forma importante, es conveniente utilizar un valor promedio de la relación (d/h), determinado como sigue:

$$\left(\frac{d}{h}\right)_{\text{prom}} = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{h_i} \cdot \frac{l_i}{L_T}$$

donde:

$d_i$	distancia entre conductores de fase,
	altura del conductor respecto del suelo,
$h_i$	
$l_i$	longitud de la sección en consideración,
$L_T$	longitud total de la línea completa.

#### f. Resistividad de terreno

Un factor que incide predominante para el diseño del Sistema de OP es la resistividad del terreno a lo largo de la traza de la línea, dado la circulación de modos de corriente a través de la capacidad distribuida entre conductores de fase y el terreno.

Deberá disponerse de los valores de resistividad tomados a lo largo de la traza, con mediciones a dos y tres metros de profundidad, efectuadas preferentemente debajo del eje de la misma. En caso de no contarse con dichos valores, podrán calcularse valores equivalentes por extrapolación, los que deberán tomarse con margen de seguridad.

	<b>Título:</b> <b>GUIA DE DISEÑO Y NORMAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA.</b>	Página 9 de 54
	<b>Fecha de Entrada en Vigencia:</b>	
<b>Gerencia Técnica</b>  <b>GUÍAS DE DISEÑO PARA ESTACIONES TRANSFORMADORAS</b>	<b>Revisión:</b> <b>VERSION 1 - DEFINITIVA</b>	

Desde el momento en que el valor de resistividad del terreno a utilizar en el cálculo será un promedio de las resistividades medidas, es importante tomar la mayor cantidad de muestras y valores posibles.

La no-homogeneidad del terreno puede aproximarse de la siguiente forma:

$$\bar{\rho} = \prod_{i=1}^n (\rho_i) \cdot \exp(-l_i/L_T)$$

Cuando una línea posea n secciones con diferentes resistividades en cada una de ellas, el valor medio de resistividad será:

$$\bar{\rho} = \rho_1 \cdot \exp(-l_1/L_T) \cdot \rho_2 \cdot \exp(-l_2/L_T) \cdot \dots \cdot \rho_n \cdot \exp(-l_n/L_T)$$

En caso de transposiciones con resistividades no homogéneas, deberá calcularse la atenuación de la línea para cada sección de transposición (con su Ro promedio), no siendo aceptable realizar el cálculo para la totalidad de la línea.

#### g. Impedancia de la línea de AT

Se deberá determinar la impedancia que presentará la línea, a partir del circuito equivalente PI de una línea trifásica de longitud media. (Figura 4). En la práctica, en especial para líneas trifásicas, el cálculo más relevante requiere de la aplicación del análisis modal ( CIGRE SC35WG04 ).

Los parámetros distribuidos que deberán obtenerse del diseñador de la línea serán mínimamente:

r	(resistencia conductor) (Ω/km),
X <sub>L</sub>	(reactancia w.l <sub>b</sub> ) (Ω/km),
L <sub>T</sub>	(longitud total de la línea) (km),
c <sub>b</sub>	(capacidad) (mF/km).

Si se supone la línea sin pérdidas, resulta la impedancia característica:

$$\{Z_0 = \sqrt{L/C}\}$$

Los valores típicos de impedancia de línea se encuentran entre 200 y 400 ohms.

	<b>Título:</b> <b>GUIA DE DISEÑO Y NORMAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA.</b>	Página 10 de 54
	<b>Fecha de Entrada en Vigencia:</b>	
<b>Revisión:</b> <b>VERSION 1 - DEFINITIVA</b>		
<b>Gerencia Técnica</b>  <b>GUÍAS DE DISEÑO PARA ESTACIONES TRANSFORMADORAS</b>		

(Ref: Cigre SC35 WG04 punto 4.2.1.4.1, Tabla 1)

Cuanto más preciso sea el cálculo de  $Z_0$ , ello permitirá una mejor elección de la  $R_{min}$  de la trampa de onda (que deberá tener un valor de  $1,41Z_0$  para lograr una pérdida de inserción de derivación del acoplamiento máxima de 2,6dB (IEC 663)), así como la mejor adaptación de los filtros de acoplamiento.

Típicamente se utiliza:

$$R_{min} \cong 600 \Omega \text{ para } Z_0 \cong 425 \Omega$$

$$R_{min} \cong 400 \Omega \text{ para } Z_0 \cong 300 \Omega$$

(Ref: IEC 60663 punto 4.2.2; IEC 60353 punto 7; Cigre SC35 WG04 Fig. 1)

#### **h. Niveles de tensión**

Las características eléctricas estarán fijadas por el sistema al que se vincule la línea en proyecto.

Los principales parámetros a considerar para el diseño del sistema de comunicaciones son:

- Tensión nominal (kV).
- Tensión máxima (kV).
- Corriente nominal de la línea (Amp).
- Corriente de cortocircuito de corta duración (kA durante 1 seg.).
- BIL de los equipos eléctricos de playa (kV).

Los valores anteriores serán utilizados para la especificación y determinación de características de los equipos eléctricos. Los dos primeros serán utilizados para el cálculo del ruido corona y otros.

	<b>Título:</b> <b>GUIA DE DISEÑO Y NORMAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA.</b>	Página 11 de 54
	<b>Fecha de Entrada en Vigencia:</b>	
<b>Revisión:</b> <b>VERSION 1 - DEFINITIVA</b>		
<b>Gerencia Técnica</b>  <b>GUÍAS DE DISEÑO PARA ESTACIONES TRANSFORMADORAS</b>		

## 2 ENTORNO FISICO

### 2.1 Características Ambientales del Area

Las características ambientales se referirán a las condiciones a lo largo de la línea para el equipamiento de intemperie.

El equipamiento de comunicaciones para instalación en kioscos o en contenedores deberá tener las características para funcionar en condiciones extremas de temperatura y humedad – tropicalizados– para situación de no-funcionamiento de los equipos de acondicionamiento de aire. En condiciones normales, operarán con ambiente acondicionado, con leve sobrepresión interior para evitar el ingreso de polvo. En edificios mayores, el acondicionamiento de aire se diseñará con condiciones de seguridad de funcionamiento permanente, en cuyo caso el equipamiento no requerirá condiciones extremas.

En todos los casos debe tenderse a que la utilización de equipos se encuentre en el área plana ( $\lambda$  constante) de la curva de fallas y desempeño estable durante el tiempo de uso.

#### i. Temperatura

Para el diseño del sistema se deberán tener en cuenta tres valores:

- Temperatura máxima.
- Temperatura mínima.
- Temperatura media anual.

Los valores deben relevarse de los registros meteorológicos de los últimos 10 años para análisis de repetibilidad y constancia. Para el caso de no disponerse registros, es recomendable la utilización de condiciones extremas.

(Ref: IEC 60068-2; IEC 60358 punto 27.2 y 27.3; IEC 60353 punto 8)

#### j. Humedad

Este valor refleja el tipo de clima de la zona (árida, tropical, fría). Es importante debido a que produce aumento del ruido corona generado en los equipos de playa de maniobras.

Los valores a indicar serán:

- Humedad relativa máxima.
- Humedad relativa mínima.

	<b>Título:</b> <b>GUIA DE DISEÑO Y NORMAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA.</b>	Página 12 de 54
	<b>Fecha de Entrada en Vigencia:</b>	
<b>Gerencia Técnica</b>  <b>GUÍAS DE DISEÑO PARA ESTACIONES TRANSFORMADORAS</b>	<b>Revisión:</b> <b>VERSION 1 - DEFINITIVA</b>	

- Media mensual.

El uso de cierre acondicionado en el interior de salas de equipos reduce el efecto de humedad ambiente y sus consecuencias de condensación en placas y componentes.

#### **k. Precipitaciones, niebla y polución**

Los valores requeridos son la precipitación media anual y las condiciones de niebla en caso de haberla. En particular deberán detectarse zonas de alta polución o zonas de niebla salina, para adecuar las condiciones de funcionamiento del Sistema de OP.

#### **l. Altitud**

Deberá indicarse la altura sobre el nivel del mar de cada uno de los emplazamientos donde se instalen equipos, dado que las prestaciones y el comportamiento de los sistemas es fuertemente desmejorado a medida que la altura crece. El equipamiento deberá ser especificado para tal condición.

En casos de controversia o de estandarización, es recomendable utilizar las peores condiciones.

*(Ref: IEC 60353 punto 8; IEC 60358 punto 28e)*

#### **m. Sismicidad**

Deberá indicarse si los equipos de comunicaciones se instalaran en áreas sísmicas y su grado según CIRCOSOC, en un todo de acuerdo a lo que se indica en la Guía General de Diseño de Estaciones Transformadoras.

Los equipos deberán resistir los movimientos sísmicos sin daños permanentes ni transitorios. Para la especificación de los mismos, debe definirse el Espectro de Respuesta al Sismo (RRS) requerido, donde se indique la velocidad de movimiento, la aceleración y el desplazamiento, en función de la frecuencia sísmica esperada, de forma de definir la excitación a la cual deberá responder el diseño del equipo

Deberá requerirse equipos cuyo Espectro de Respuesta TRS lo exceda holgadamente. En la Figura 5 se muestran orientativamente las características del RRS y la relación entre RRS y TRS.

*( Ref: IEEE 344 )*

#### **n. Hielo / nieve**

Deberá definirse con exactitud la presencia de nieve y/o hielo identificando los tramos de línea en que se producen.

	<b>Título:</b> <b>GUIA DE DISEÑO Y NORMAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA.</b>	Página 13 de 54
	<b>Fecha de Entrada en Vigencia:</b>	
<b>Gerencia Técnica</b>  <b>GUÍAS DE DISEÑO PARA ESTACIONES TRANSFORMADORAS</b>	<b>Revisión:</b> <b>VERSION 1 - DEFINITIVA</b>	

Son causantes de la formación de hielo sobre los conductores de fase la nieve húmeda y el viento. Por lo cual, es necesario especificar condiciones de:

- Presencia de nieve húmeda.
- Viento en km/h.
- Temperatura en °C y humedad en %.

La temperatura de formación del manguito de hielo tiene gran incidencia en la atenuación de la línea, con peores condiciones hacia el rango de -1° C hasta -5° C.

En consecuencia se deberá establecer, para el máximo manguito previsto, los siguientes valores:

- Espesor del manguito (mm).
- Densidad del hielo (gr./cm<sup>3</sup>).
- Longitud del tramo de línea que se prevé la formación del manguito de hielo.

*(Ref: Cigre SC35 WG04 punto 4.2.1.5, Figura 25 y 26; IEC 60663 punto 4.2.1)*



 <b>Gerencia Técnica</b>	<b>Título:</b> <b>GUIA DE DISEÑO Y NORMAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA.</b>	Página 15 de 54
	<b>Fecha de Entrada en Vigencia:</b>	
<b>GUÍAS DE DISEÑO PARA ESTACIONES TRANSFORMADORAS</b>	<b>Revisión:</b> <b>VERSION 1 - DEFINITIVA</b>	

- señalización del equipo
- portadora del equipo

Indicar la cantidad de órdenes de disparo independientes y simultáneas, que se desea transmitir.

Indicar la utilización de la banda vocal de 0,3 a 2 khz para función alternada telefonía - teleprotección.

### **Transmisión de datos para telecontrol**

Indicar de cada señal a transmitir cual será su velocidad máxima.

La frecuencia central, el ancho de banda y las tolerancias de las señales deben referenciarse a normas UIT-T (en aquellos casos que se encuentren normalizados).

### **Teleenclavamiento de seccionadores de línea**

Indicar la necesidad de coordinar la maniobra de los seccionadores de puesta a tierra de ambos extremos de la línea, lo que obliga a disponer de la información de posición en ambos extremos de la misma.

Ello deberá solucionarse por uno de los dos métodos siguientes:

- En caso de disponerse de un sistema de telecontrol, la información de la posición y la lógica de enclavamiento entre los seccionadores de pat será incluida en el software de la lógica local de la terminal remota de telecontrol.
- En caso de que no se disponga del telecontrol, la información de la posición de cada uno de los seccionadores deberá ser notificada al extremo opuesto, para que en este caso sea el hardware de lógica local quien decida la operación o no de los mismos.

En este ultimo caso deberá determinarse la orden vía módem y la velocidad a utilizar de cada una.

### **Troncales de voz**

Típicamente consideradas a cuatro hilos, con señalización (EyM).

### **Abonados remotos**

Indicar si son a dos hilos u otra configuración.

Indicar si es necesario generar en forma independiente la señalización.

 <b>Transener</b> S.A.	<b>Título:</b> <b>GUIA DE DISEÑO Y NORMAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA.</b>	Página 16 de 54
	<b>Fecha de Entrada en Vigencia:</b>	
<b>Revisión:</b> <b>VERSION 1 - DEFINITIVA</b>		
<b>Gerencia Técnica</b> <b>GUÍAS DE DISEÑO PARA ESTACIONES TRANSFORMADORAS</b>		

### 3.2 Tipos de Canales

El Sistema de OP no está previsto para abastecer un gran número de canales, dado la limitación física que impone el espectro de RF. De allí que es necesario utilizar dos criterios básicos para optimizar el uso de canales:

- Transmitir las funciones imprescindibles (caso de teleprotección; vía principal para telecontrol; troncales básicas telefónicas; etc.).
- Compartir funciones dentro del mismo canal.
- Extender el ancho útil del canal en lo máximo posible (aún fuera de UIT-T).

(Ref: IEC 60663 punto 3.2.3. )

#### a. Canales dedicados

En determinadas condiciones deben utilizarse canales dedicados como excepción al diseño. Su uso deberá justificarse basándose en:

- Alta velocidad de transmisión de datos, para lo cual debe ocuparse la totalidad del ancho del canal.
- Transmitir funciones con alta seguridad por lo cual asignar el canal completo.

Si bien la norma UIT-T V.23 describe la transmisión de datos a 1200 bd, dentro del ancho de 0,3 a 3,4 kHz para canales telefónicos, en los equipos de OP este rango puede extenderse más allá de los 3,4 kHz, alcanzando usualmente hasta 3,6 kHz y aún superándolos en casos extremos.

De esta forma se permite transmitir una señal de mayor velocidad o una mayor cantidad de señales de menor velocidad cada una de ellas.

(Ref: IEC 60495 puntos 1.1 y 5.3.2.1)

#### b. Canal compartiendo funciones

Lo usualmente recomendable es que un canal de OP sea compartido, transmitiendo más de una función dentro del mismo.

La Figura 6 hoja 1/2 muestra esquemas típicos para compartir funciones:

- Telefonía y teleprotección.
- Telefonía y transmisión de datos.
- Diferentes señales de transmisión de datos.
- Telefonía, teleprotección y transmisión de datos.

Dentro del último caso del listado, deberá adoptarse una de las dos alternativas siguientes:

 <b>Gerencia Técnica</b>	<b>Título:</b> <b>GUIA DE DISEÑO Y NORMAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA.</b>	Página 17 de 54
	<b>Fecha de Entrada en Vigencia:</b>	
<b>GUÍAS DE DISEÑO PARA ESTACIONES TRANSFORMADORAS</b>	<b>Revisión:</b> <b>VERSION 1 - DEFINITIVA</b>	

- En caso de disparo de teleprotección, permitir el corte de todo el canal de OP (para utilización de la potencia plena en el disparo).
- En caso de disparo de teleprotección, permitir el corte de sólo la porción vocal y preservar del corte a la porción supravocal (y las funciones en ella incluidas).

En dicha Figura 6 hoja 2/2 se muestra también la diferente utilización posible de un canal de ancho de 4 kHz nominal, dependiendo de la cantidad de señales y de la velocidad de las mismas.

Para la utilización de un canal compartido resulta recomendable disponer de un filtro de corte de banda en 2,4 kHz o, caso contrario, disponer el filtro de corte en 2 kHz con la consecuente reducción de calidad de la comunicación telefónica (pero inteligiblemente aceptable).

Para facilitar la interdependencia entre equipos de distinta procedencia, los anchos de banda no deberán superar los recomendados según la IEC 60663.

#### **c. Posición de la frecuencia de señalización del canal**

El canal de OP posee su señalización de autochequeo y presencia de canal (piloto) que deberá posicionarse fuera de la banda útil (0,3 a 3,6 kHz) mencionada en el apartado a).

#### **d. Carga de información de los canales**

La información a transmitir por el Sistema de OP, como ha sido cuantificada y calificada en a) y b) debe ser precisada para cada diseño en particular y luego asignada en los canales respectivos.

Para ello debe detallarse:

- Teleprotección (disparos).
- Transmisión de datos a una velocidad específica.
- Teleprotección (guardia).
- Información de telefonía 4 kHz.
- Información de telefonía 2 kHz.

En todos los casos:

Telefonía dentro de los 2 kHz y 4 kHz:	se superpondrá con señales de teleprotección (disparos).
Señales de teleprotección (guardia):	utilizarán la frecuencia de señalización del equipo de OP.
Telefonía dentro de 2 kHz:	se complementara con señales de transmisión de datos en la porción supravocal.
Transmisión de datos:	compartirá el canal de 4 kHz adecuadamente.

	<b>Título:</b> <b>GUIA DE DISEÑO Y NORMAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA.</b>	Página 18 de 54
	<b>Fecha de Entrada en Vigencia:</b>	
<b>Gerencia Técnica</b>  <b>GUÍAS DE DISEÑO PARA ESTACIONES TRANSFORMADORAS</b>	<b>Revisión:</b> <b>VERSION 1 - DEFINITIVA</b>	

La velocidad de transmisión de datos puede abarcar desde 50 Bd hasta los 2400 Bd (típicamente) y dentro de los canales extendidos y totalmente dedicados hasta los 9600 Bd.

(Ref: IEC 60663 punto 3.2.3)

 <b>Transener</b> S.A.	<b>Título:</b> <b>GUIA DE DISEÑO Y NORMAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA.</b>	Página 19 de 54
	<b>Fecha de Entrada en Vigencia:</b>	
<b>Gerencia Técnica</b> <b>GUÍAS DE DISEÑO PARA ESTACIONES TRANSFORMADORAS</b>	<b>Revisión:</b> <b>VERSION 1 - DEFINITIVA</b>	

## 4 CRITERIOS DE DISEÑO

### 4.1 Descripción del Sistema

El primer paso del diseño radica en la descripción total y completa del Sistema de Onda Portadora con sus respectivas vinculaciones al resto de los usuarios al que servirá de transporte de información.

Esta descripción mínimamente debe contener:

- Memoria descriptiva general del sistema OP.
- Planos del sistema conformados por diagramas en bloques y circuitos parciales de los elementos constitutivos.

El grado de detalle queda sujeto al criterio del diseñador y a la complejidad del sistema.

En los planos debe visualizarse cuales serán los sistemas y/o equipos ajenos al Sistema OP, como ser:

- Centrales PAX, PABX.
- Remotas de telecontrol, centros de control.
- Elementos de enclavamiento.
- Teleprotección.
- Otros.

Es fundamental indicar las instalaciones y/o elementos que servirán como frontera del suministro, de forma tal que la visión sea integral del sistema pero con identificación de los límites de cada uno.

*(Ref: Cigre SC35 WG04 puntos 4 y 4.1)*

### 4.2 Configuración de Acoplamientos

La elección de la configuración de los acoplamientos deberá realizarse teniendo en cuenta el grado de seguridad con que se prevé transmitir la información. Está directamente ligado a:

- La importancia de la línea que se prevé proteger.
- La importancia del sistema eléctrico al cual pertenece.

Se consideran las siguientes configuraciones de acoplamientos indicadas en la Figura 7.



	<b>Título:</b> <b>GUIA DE DISEÑO Y NORMAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA.</b>	Página 21 de 54
	<b>Fecha de Entrada en Vigencia:</b>	
<b>Revisión:</b> <b>VERSION 1 - DEFINITIVA</b>		
<b>Gerencia Técnica</b>  <b>GUÍAS DE DISEÑO PARA ESTACIONES TRANSFORMADORAS</b>		

### c. Acoplamiento modo 1

Deberá ser utilizado en instalaciones muy especiales donde:

- Debe asegurarse la comunicación aun en el caso de más de una falla simultánea (doble contingencia).
- La atenuación deba ser de valores muy pequeños dado las distancias extra-largas.

Constituye la solución óptima de menor atenuación posible; sin embargo, su costo y complejidad de instalación es el mayor de todos y sólo está justificado por su elevada seguridad.

( Ref: norma IEEE 643 )

### d. Acoplamiento inter-circuito

Este tipo de acoplamiento podrá ser utilizado en el caso de una doble terna. Deberá adoptarse una de estas dos variantes:

- Un acoplamiento fase a tierra en cada una de las dos líneas, pero balanceados entre ellos como si fuera un acoplamiento fase a fase.
- Un acoplamiento fase a fase en cada una de las dos líneas, pero balanceando entre ellos como si fuera un doble bifásico.

La elección de una u otra configuración dependerá de la necesaria seguridad en la transmisión de la información de esas líneas.

La principal ventaja del acoplamiento inter-circuito radica en que si se transmite la información de ambas líneas por el Sistema de OP así configurado, se tendrá permanente comunicación aunque una de las dos líneas se encontrara fuera de servicio (redundancia de envíos).

(Ref: IEC 60663 punto 3.3.1 al 3.3.5)

 <b>Transener</b> S.A.	<b>Título:</b> <b>GUIA DE DISEÑO Y NORMAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA.</b>	Página 22 de 54
	<b>Fecha de Entrada en Vigencia:</b>	
<b>Revisión:</b> <b>VERSION 1 - DEFINITIVA</b>		
<b>Gerencia Técnica</b> <b>GUÍAS DE DISEÑO PARA ESTACIONES TRANSFORMADORAS</b>		

## 5 DIMENSIONAMIENTO

### 5.1 Estudio de Propagación

El proyecto de un sistema de comunicaciones deberá basarse en el estudio de los modos de propagación presentes en la línea, de manera de conocer la relación entre la potencia emitida y la efectivamente recibida en el extremo receptor opuesto.

Sin el estudio de propagación no puede conocerse el desempeño del Sistema de Comunicaciones y consecuentemente no podrán determinarse los valores de la relación señal a ruido esperables.

En dicho estudio deberán desarrollarse:

#### a. Análisis modal

El cálculo modal deberá desarrollarse en base a:

- El modo de acoplamiento elegido.
- Las características de la línea.
- Las bandas de frecuencias posibles de utilizar (en caso de restricciones).

El procedimiento de cálculo analítico combinando los modos básicos de propagación a lo largo de la línea deberá realizarse con un programa de aplicación del propio usuario o a través de programas de los fabricantes de equipos debidamente homologados.

Del cálculo surgirá la atenuación esperada por los modos de propagación y con el agregado de la atenuación adicional que introducirán las no-homogeneidades de la línea, como ser:

- Transposiciones.
- Resistividad del terreno (diferencias en las secciones).
- Configuración de la línea (cambios en la geometría, alturas, etc.).
- Presencia de hielo/nieve.
- Conexiones en Te en la Línea.
- Fase puesta a tierra.
- Otras.

	<b>Título:</b> <b>GUIA DE DISEÑO Y NORMAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA.</b>	Página 23 de 54
	<b>Fecha de Entrada en Vigencia:</b>	
<b>Gerencia Técnica</b> <b>GUÍAS DE DISEÑO PARA ESTACIONES TRANSFORMADORAS</b>	<b>Revisión:</b> <b>VERSION 1 - DEFINITIVA</b>	

Estas no-homogeneidades interactúan con los modos de propagación presentes en cada lugar y los modifican, produciendo atenuación adicional a las señales de OP.

(Ref: Cigre SC35 WG04 puntos 4.2.1.1 y 4.2.1.2; IEC 60663 puntos 4.2.1, 4.2.2 y 4.2.3)

#### **b. Atenuación de enlace**

Deberá realizarse el cálculo de la atenuación de cada enlace de OP, teniendo en cuenta:

- La atenuación de la línea en proyecto (aL).
- La atenuación adicional que introduzca una falla por fase puesta a tierra (aad).
- Las pérdidas en la cadena de acoplamiento de cada extremo de línea (pacop).
- Las pérdidas agregadas por condiciones especiales (pag).

La atenuación total del enlace debe considerarse desde la salida de RF del transmisor A hasta la entrada de RF del receptor B en el extremo opuesto:

$$\text{Atenuacion enlace AB} = aL + aad + \text{pacop A} + \text{pacop B} + \text{pag}$$

Debe tratarse cuidadosamente el efecto de la atenuación introducida por una puesta a tierra de una fase debido a que las pérdidas introducidas dependen de:

- La combinación de los modos presentes en el punto que se produjo la puesta a tierra.
- El conductor de fase sobre el que se produjo la puesta a tierra.
- El tipo de puesta a tierra monofásica o trifásica; etc.

(Ref: CIGRE SC35 WG04 punto 4.2.1.3 y 4.2.2; IEC 60663 punto 4.2)

#### **c. Ruido corona**

El ruido corona se genera en las descargas parciales existentes en los elementos constitutivos de la línea de alta tensión y se encuentra presente dentro del espectro del RF de onda portadora en forma inversamente proporcional a la frecuencia a transmitir.

Posee una distribución Gaussiana aproximada al ruido blanco y su análisis deberá referirse a un ancho de banda específico.

Depende fuertemente de los valores del gradiente de campo eléctrico y de las condiciones de la superficie de los conductores y elementos de amarres y sujeción. En general, el valor del campo se considera  $\Delta V = 15$  a  $17$  kV/cm.

Las condiciones atmosféricas pueden aumentar los niveles de ruido corona en forma importante, por lo cual se deberán determinar los valores de ruido corona para las peores condiciones atmosféricas y ambientales como con presencia de hielo, lluvia, polución y salinidad.

 <b>Transener</b> S.A.	<b>Título:</b> <b>GUIA DE DISEÑO Y NORMAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA.</b>	Página 24 de 54
	<b>Fecha de Entrada en Vigencia:</b>	
<b>Gerencia Técnica</b> <b>GUÍAS DE DISEÑO PARA ESTACIONES TRANSFORMADORAS</b>	<b>Revisión:</b> <b>VERSION 1 - DEFINITIVA</b>	

Deberá tenerse en cuenta que en las líneas nuevas, la polución inicial en ellas introduce alto nivel de ruido corona, que luego de cierto período de envejecimiento, queda reducido a valores estables.

Usualmente los valores normalizados se indican en el punto de conexión del capacitor de acoplamiento a la línea. Las tablas y curvas generalmente se refieren al ruido corona medido en un BW=4kHz en tal punto.

Para ser utilizado en el cálculo de relación señal a ruido (S/N), dicho valor deberá ser deberá ser corregido al ancho de banda de la señal a transmitir y afectado de la pérdida de acoplamiento hasta el borne de salida de RF del equipo de OP.

*(Ref: IEC 60663 punto 4.3.1; CIGRE SC35 WG04 punto 4.2.3.1)*

#### **d. Ruido impulsivo**

A diferencia del ruido Gaussiano, producido permanentemente sobre la línea, el ruido impulsivo se produce cuando se accionan equipos eléctricos de la playa de maniobras, así como cuando se producen descargas, como ser:

- Apertura o cierre de seccionadores.
- Descargas atmosféricas.
- Arcos por fallas de puesta a tierra

Este último es especialmente importante pues co-existe con el envío de las señales de teleprotección.

Se producen transitorios sobre la línea de altos valores de amplitud y cuyo tiempo de crecimiento es muy pequeño, todo lo cual lleva a impulsos de forma de onda delta de Dirac.

La señal de teleprotección deberá enviarse contemporáneamente, por lo que deberá determinarse cuánto se atenúa la señal útil bajo la condición de falla y cuánto será el ruido impulsivo de peor condición.

En general los valores de ruido impulsivo se especifican a la salida del filtro de acoplamiento, (posterior a la acción del descargador) y referidos a un BW=4 kHz.

Diferente situación se produce para aquellos ruidos impulsivos que puedan generar disparos intempestivos.

Es conveniente realizar mediciones sobre seccionadores existentes de iguales características a los que se van a instalar. Caso contrario, podrán utilizarse los valores estandarizados orientativos que establece la CIGRE SC35 WG04 en el punto 4.2.3.2; o la norma IEC 60663 en la Tabla III.

Las peores condiciones se refieren a seccionadores con ruido impulsivo de 500 a 1500 mseg y las descargas atmosféricas con hasta 1000 mseg de duración.

 <b>Transener</b> S.A.	<b>Título:</b> <b>GUIA DE DISEÑO Y NORMAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA.</b>	Página 25 de 54
	<b>Fecha de Entrada en Vigencia:</b>	
<b>Gerencia Técnica</b> <b>GUÍAS DE DISEÑO PARA ESTACIONES TRANSFORMADORAS</b>	<b>Revisión:</b> <b>VERSION 1 - DEFINITIVA</b>	

(Ref: IEC 60663 punto 4.3.1 ítem b)

## 5.2 Relación Señal a Ruido (S/N)

Con los parámetros fundamentales obtenidos anteriormente, como son las pérdidas de acoplamientos, la atenuación del enlace, el valor de ruido corona y el valor de ruido impulsivo, el paso siguiente será realizar el cálculo de S/N para cada función dentro de cada canal de OP.

En la Tabla 3, se indica la progresión del cálculo a realizar, en función de los criterios ya analizados anteriormente.

Es importante calcular al menos tres valores de S/N:

- a) Relación  $(S/N)_1$  para condiciones ambientales buenas.
- b) Relación  $(S/N)_2$  para condiciones ambientales de peor caso.
- c) Relación  $(S/N)_3$  para condiciones de ruido impulsivo (falla de pat/arco de línea).

Para los puntos a) y b) los valores de S/N requeridos deberán corresponder a los de peor caso para transmisión de datos y voz.

Para el punto c) los valores de S/N deberán corresponder a los de ruido impulsivo para funciones de teleprotección.

Los valores mínimos a cumplir por los enlaces y funciones dentro de ellos, deberán ser establecidos en etapa de diseño por el proyectista teniendo en cuenta la mayor o menor seguridad requerida a su Sistema de OP.

En la norma IEC 663 y CIGRE SC35 WG04, se recomiendan los siguientes valores para la peor condición:

<u>FUNCION</u>	<u>S/N</u> (dB)
Voz	25 (ver Nota)
Datos	15

Para funciones de teleprotección es recomendable requerir no menos de  $S/N=17,5$  dB para ruido impulsivo.

Nota: Para la función de voz, que no posee la criticidad de la teleprotección, podrían aceptarse valores hasta una relación  $S/N=20$ dB en condiciones de peor caso.

Deberá ponerse especial atención a que los valores de S/N en condiciones favorables pueden ser de gran magnitud (orden de 30 dB o mayores) e inducir al error de considerar como aceptable a un sistema al analizarlo en condiciones favorables. Ello no es una garantía de que, durante la etapa crítica de funcionamiento (condiciones adversas de hielo; falla de puesta a tierra; etc.), los valores de S/N caerán por debajo de la seguridad necesaria.

	<b>Título:</b> <b>GUIA DE DISEÑO Y NORMAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA.</b>	Página 26 de 54
	<b>Fecha de Entrada en Vigencia:</b>	
<b>Gerencia Técnica</b>  <b>GUÍAS DE DISEÑO PARA ESTACIONES TRANSFORMADORAS</b>	<b>Revisión:</b> <b>VERSION 1 - DEFINITIVA</b>	

### 5.3 Enlaces en Cascada

En general los cálculos de S/N se referirán a una línea en particular (información cursada entre EETT punto a punto), para lo cual valdrá lo antes mencionado.

En el caso de información que transita por canales de diferentes líneas (caso típico de transmisión de datos), deberá calcularse la relación S/N entre los puntos extremos de la transmisión, como sigue:

$$S/N]_{casc} = 10 \log \frac{1}{10 \cdot \exp \cdot \left( \frac{-S/N}{10} \right)_1 + \dots + 10 \cdot \exp \cdot \left( \frac{-S/N}{10} \right)_n}$$

En términos globales, se puede inferir que la relación S/N total de aquella información que transita la cascada, será menor que la peor de las S/N de todas los tramos.

( Ref: CIGRE SC35 WG04, punto 4.3.4 )

### 5.4 Ubicación de los Canales de OP en el Espectro de RF

Dado la limitada posibilidad del espectro de frecuencias posibles de transmitir (entre 40 y 500 kHz según normas y entre 20/24 y 500 kHz según práctica) y debido a la cantidad de canales de OP existentes, es necesario considerar ciertos criterios básicos en el diseño y proyecto del Sistema de Comunicaciones, de forma de optimizar la utilización del espectro:

a) Las frecuencias a utilizar deben resultar del Análisis Modal antes descrito y no ser prefijadas arbitrariamente.

En general para los tramos de longitud de línea largos prevalecerá la utilización de frecuencias bajas donde la atenuación de línea es baja, mientras que para líneas de corta longitud debería resultar conveniente el uso de frecuencias altas.

De cualquier forma estos criterios no son siempre aplicables y pueden ser modificados por las condiciones de no-homogeneidad de las líneas y otros efectos.

b) Las frecuencias de radiofaros y otras frecuencias de emergencia aeronáutica deben ser claramente identificadas por alguno de los dos métodos siguientes:

- Información de la Fuerza Aérea Argentina, y de la Comisión Nacional de Comunicaciones u otros Entes vinculados al tema.
- Efectuar un barrido del espectro con un analizador de espectro, de manera de detectar las frecuencias realmente existentes en el área.

c) Las frecuencias de enlaces de OP existentes que transcurren en paralelo a la línea en ciertos tramos de ella y/o que la cruce en forma no ortogonal.

 <b>Transener</b> S.A.	<b>Título:</b> <b>GUIA DE DISEÑO Y NORMAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA.</b>	Página 27 de 54
	<b>Fecha de Entrada en Vigencia:</b>	
<b>Revisión:</b> <b>VERSION 1 - DEFINITIVA</b>		
<b>Gerencia Técnica</b> <b>GUÍAS DE DISEÑO PARA ESTACIONES TRANSFORMADORAS</b>		

d) La frecuencias de enlaces de OP existentes que se utilicen en las áreas próximas a las EETT extremas del nuevo enlace a diseñar.

El término “próximas” no es preciso y su real incidencia se vera al desarrollar el tema de relación señal a interferencia .

Es típico considerar la re-utilización de aquellas frecuencias de enlaces que se encuentren distantes (espaciadas) hasta dos tramos de línea y tres estaciones transformadoras, para los casos de igual nivel de tensión en las líneas.

Cuando se trata de frecuencias de enlaces sobre líneas de diferente nivel de tensión, al menos es recomendable incluir la información distante a no menos de un tramo de línea y un transformador de rebaje.

Deberá confeccionarse un Plan de Frecuencias general que incluya las estaciones transformadoras involucradas, las distancias entre ellas, las frecuencias de cada enlace, su denominación según el usuario que las disponga y las nuevas frecuencias y/o bandas a utilizar en el nuevo enlace.

Las frecuencias existentes de otros servicios, líneas que transcurran paralelas, etc., deben delinarse claramente como bandas conflictivas.

La ubicación de las bandas deben disponerse de acuerdo a las recomendaciones del IEC 663 punto 4.5.2, y CIGRE SC35WG04, punto 4.5.

## 5.5 Relación Señal a Interferencia

Las frecuencias de canales nuevos a incorporar al espectro de RF deberán en lo posible utilizar frecuencias no utilizadas previamente por otros enlaces.

En caso de no lograrse esta condición de seguridad, deberá requerirse el cumplir con un valor mínimo de relación señal a interferencia (S/I) de 60 dB.

Esto significa que la relación entre la señal útil a transmitir y la señal interferente proveniente de otro enlace ya utilizado, debe ser tal que la señal interferente debería encontrarse prácticamente enmascarada con el ruido corona en buenas condiciones.

La re-utilización de frecuencias deberá evitarse en lo posible, para lo cual una conveniente práctica es re-ubicar otros canales existentes dentro de la posibilidad que le permiten los anchos de banda de las trampas de onda. Con ello se crean espacios en el espectro de RF para nuevos canales.

Otra práctica habitual consiste en desplazar los canales existentes a posiciones del espectro más acordes a su longitud, o sea, realizar una optimización del espectro.

En general la re-utilización de frecuencias puede realizarse intercalando dos tramos de líneas y sus estaciones consecuentes, cuando el nivel de tensión de las líneas se mantiene.

	<b>Título:</b> <b>GUIA DE DISEÑO Y NORMAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA.</b>	Página 28 de 54
	<b>Fecha de Entrada en Vigencia:</b>	
<b>Gerencia Técnica</b>  <b>GUÍAS DE DISEÑO PARA ESTACIONES TRANSFORMADORAS</b>	<b>Revisión:</b> <b>VERSION 1 - DEFINITIVA</b>	

En el caso de existir transformadores entre dos líneas de diferente nivel de tensión, la atenuación que introduce el transformador será de no menos de 50 dB, con lo cual se permite intercalar sólo un tramo de línea.

Como último recurso pueden utilizarse circuitos de desacoplamiento (sumideros, nodos de RF) en una estación para desacoplar un enlace de otro.

En la Figura 8 se indica un ejemplo con los valores a determinar en caso de posibilidad de interferencia entre canales.

(Ref: Cigre SC35 WG 04 punto 4.5.2)



 <b>Transener</b> S.A.	<b>Título:</b> <b>GUIA DE DISEÑO Y NORMAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA.</b>	Página 30 de 54
	<b>Fecha de Entrada en Vigencia:</b>	
<b>Gerencia Técnica</b> <b>GUÍAS DE DISEÑO PARA ESTACIONES TRANSFORMADORAS</b>	<b>Revisión:</b> <b>VERSION 1 - DEFINITIVA</b>	

- Banda de frecuencia a transmitir.
- Impedancia característica de la salida de RF.
- Atenuación de retorno dentro del rango de frecuencia.
- Banda lateral transmitida.
- Carga de información.
- Impedancia de entrada y salida en voz y datos.

Las prestaciones de cada uno de los equipos y elementos antes descritos, deberán cumplir con los lineamientos de las normas IEC respectivas:

- IEC 60353.
- IEC 60358.
- IEC 60481.
- MIL C17.
- IEC 60495.

*(Ref: CIGRE SC35 WG04 puntos 4.4 y 4.2.2; IEC 60663 puntos 4.5 al 4. 7 y el punto 3.3)*

## 6.6 Características de los Equipos y Elementos

Todos los equipos y elementos deberán ser diseñados para que, mas allá de la especificidad de las normas aplicables, permitan obtener las facilidades mínimas siguientes:

### e. Disponibilidad

Deberán poseer altos valores de MTBF y de ser necesario, parte comunes duplicadas.

### f. Flexibilidad

El sistema deberá ser capaz de adecuarse fácilmente a cambios y adecuaciones que se generen en el futuro y al crecimiento del mismo.

### g. Seguridad

El sistema estará diseñado para evitar la pérdida del enlace de OP, aceptándose, en el peor caso, la degradación de las características del mismo antes que su pérdida definitiva.

### h. Experiencia de uso

Deberá requerirse que el equipamiento sea de diseño y uso comercial, tal que se encuentre dentro de la faja de seguridad:

- Poseer un mínimo de tiempo de uso comercial comprobado.

	<b>Título:</b> <b>GUIA DE DISEÑO Y NORMAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA.</b>	Página 31 de 54
	<b>Fecha de Entrada en Vigencia:</b>	
<b>Gerencia Técnica</b>  <b>GUÍAS DE DISEÑO PARA ESTACIONES TRANSFORMADORAS</b>	<b>Revisión:</b> <b>VERSION 1 - DEFINITIVA</b>	

- No constituir un diseño y/o tecnología de antigua generación.

Contar con los protocolos de ensayo de tipo requeridos por la normativa antes mencionada, realizados en laboratorios independientes de reconocido prestigio internacional.

*(Ref: Cigre SC35 WG04 punto 4.7)*

	<b>Título:</b> <b>GUIA DE DISEÑO Y NORMAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA.</b>	Página 32 de 54
	<b>Fecha de Entrada en Vigencia:</b>	
<b>Revisión:</b> <b>VERSION 1 - DEFINITIVA</b>		
<b>Gerencia Técnica</b>  <b>GUÍAS DE DISEÑO PARA ESTACIONES TRANSFORMADORAS</b>		

## 7 TELEPROTECCION

### 7.1 Estabilidad del Sistema Eléctrico

Los sistemas de protecciones de línea adquieren la información de tensión y corriente de la línea y disponen del valor complejo de la impedancia de la misma en su modo de operación normal.

Dado que ante una falla en la línea, la corriente de cortocircuito crecerá y la tensión se reducirá, el valor de la impedancia vista por la protección se reducirá desplazándose hacia un punto dentro de la zona de arranque de la protección.

Dependiendo de las zonas de medición que posea el sistema de protecciones y de la posición de la falla, y teniendo en cuenta que no depende solamente de la protección, el tiempo de operación podrá ser compatible o no con el tiempo de estabilidad del sistema eléctrico.

En caso de que estos tiempos no sean aceptables, es función de la teleprotección ordenar a la protección del extremo opuesto la apertura adelantada de los interruptores, acelerando de esta forma el proceso de la desconexión de la línea:

$$T_{desc} = t_{P1} + (t_{TP} + t_{com}) + t_{P2} + t_I$$

donde:

$T_{desc}$	tiempo de desconexión de la línea,
$T_{P1}$	tiempo de orden de protección,
$T_{TP}$	tiempo de teleprotección ( $T_X + R_X$ ),
$t_{com}$	tiempo de enlace de comunicaciones,
$t_{P2}$	tiempo de recepción orden de protección,
$t_I$	tiempo de apertura del interruptor.

(Ref: IEC 834)

### 7.2 Operación de la Teleprotección

En la operación en estado estacionario, sin órdenes de disparo de la protección, se producirá la transmisión de una frecuencia de guardia que es conveniente sea coincidente con la de señalización del equipo de OP, de forma de aprovechar al máximo el ancho de banda de 4 kHz para transmitir información.

	<b>Título:</b> <b>GUIA DE DISEÑO Y NORMAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA.</b>	Página 33 de 54
	<b>Fecha de Entrada en Vigencia:</b>	
<b>Revisión:</b> <b>VERSION 1 - DEFINITIVA</b>		
<b>Gerencia Técnica</b>  <b>GUÍAS DE DISEÑO PARA ESTACIONES TRANSFORMADORAS</b>		

Al producirse una orden proveniente de las protecciones, se deberá interrumpir la señal de guardia y se generará la frecuencia de disparo.

La ubicación de esta señal (una o varias) se superpondrá a la señal vocal (uso alternativo) en alguna de esta dos posibilidades:

- en la porción vocal de 0,3 a 2 kHz (o 2,4 kHz),
- en todo el canal de 0,3 a 3,4 kHz,

según se trate de un canal de banda partida o de un canal enteramente dedicado a telefonía.

### 7.3 Evaluación y Procesamiento de Señales

Debe requerirse que todo el procesamiento y análisis de:

- emisión de señales en sí mismas,
- filtrado y depuración de órdenes,
- evaluación de la información recibida,
- valores elevados de ruido en el canal,
- otros,

sea realizado en forma digital a través de un procesador, mediante la técnica DSP (procesamiento digital de señales).

Dentro de sus funciones debe incluirse la facilidad de un lazo de prueba automático, que en forma periódica verifique el enlace de teleprotección.

Este lazo de prueba debe fundamentalmente contar con dos requisitos:

- No poder impartir disparos bajo ninguna condición.
- Poder efectuar la verificación sin sacar de servicio el enlace de teleprotección
- Realizarse periódicamente sin instrucción manual.

### 7.4 Tiempos de Transmisión

El tiempo de transmisión nominal denominado  $T_o$  surge de las condiciones de estabilidad del Sistema Eléctrico y de las características del funcionamiento de las protecciones.

A modo ilustrativo se indican los valores de  $T_o$  para diferentes funciones de Protección:

 <b>Gerencia Técnica</b>	<b>Título:</b> <b>GUIA DE DISEÑO Y NORMAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA.</b>	Página 34 de 54
	<b>Fecha de Entrada en Vigencia:</b>	
<b>GUÍAS DE DISEÑO PARA ESTACIONES TRANSFORMADORAS</b>	<b>Revisión:</b> <b>VERSION 1 - DEFINITIVA</b>	

To 20 a 25 mseg	Funciones de Interdisparo (DTT).
To 15 mseg	Funciones de disparo permisivo de sobrealcance (POS) (caso de líneas cortas).
To 15 mseg	Funciones de disparo permisivo de subalcance (PUS) (caso de líneas largas).

Es conveniente incorporar a la teleprotección de los disparos permisivos, las funciones de desbloqueo transitorio (unblocking) consistente en:

- En operación normal se emite una  $f_G$  y se bloquea el relé de salida del receptor remoto.
- En caso de disparo, se desplaza la frecuencia hacia  $f_D$ , por lo cual el receptor remoto al comprobar ambas condiciones (falta de  $f_G$  y presencia de  $f_D$ ), desbloquea y emite el disparo.
- En caso de que no se reciba  $f_G$ , pero tampoco sea recibida  $f_D$ , se habilitará un relé independiente del de órdenes por un tiempo determinado (por ej. 200 mseg) para recibir un eventual tono de disparo.
- En caso de llegar, deberá permanecer por un mínimo de tiempo (por ej. 50 mseg) para validarlo.

Esta funcionalidad del desbloqueo transitorio debe ingresar adecuadamente al sistema de protecciones para que éste pueda evaluar esta situación y actúe en consecuencia.

## 7.5 Dependibilidad y Seguridad

El ruido puede perturbar el Sistema de Teleprotección de al menos tres maneras:

- Distorsionando la información recibida en el receptor.
- Retardando la llegada de una orden.
- Impidiendo un comando.

Si bien se ha mencionado el tiempo de operación nominal  $T_o$ , las normas aceptan que una orden será válida si no llega después de cierto tiempo  $T_{max}$  aceptable.

En forma homóloga, también la orden debe durar un tiempo mínimo  $T_{min}$  para que sea reconocida como tal.

El tiempo de transmisión depende de los filtros del equipo de teleprotección, por lo que cuanto más estrechos sean esos filtros (BW pequeño), menor ruido se introducirá al equipo, pero será necesario mayor tiempo de transmisión.

Los dos parámetros indicativos de la calidad del Sistema de Teleprotección son:

- Seguridad (Puc).
- Dependibilidad (Pmc).

	<b>Título:</b> <b>GUIA DE DISEÑO Y NORMAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA.</b>	Página 35 de 54
	<b>Fecha de Entrada en Vigencia:</b>	
<b>Gerencia Técnica</b>  <b>GUÍAS DE DISEÑO PARA ESTACIONES TRANSFORMADORAS</b>	<b>Revisión:</b> <b>VERSION 1 - DEFINITIVA</b>	

La seguridad representa la probabilidad de recepción de disparos no-deseados.

La dependibilidad representa la probabilidad de pérdida de comandos emitidos.

Como criterio en el diseño debe utilizarse:

- Cuando los tiempos de transmisión puedan ser grandes (porque el sistema eléctrico y sus protecciones lo permitan), es posible lograr ambas condiciones (Puc y Pmc) buenas simultáneamente.
- Cuando los tiempos de transmisión requeridos deban ser pequeños, no es posible lograr simultáneamente buenos Puc y Pmc. En este caso deberá analizarse el funcionamiento del sistema eléctrico para decidir si deben priorizarse falsas (erróneas) salidas de servicio de la línea o asumir los riesgos de que la línea no sea desconectada ante una falla real.

Los valores mínimos de Puc y Pmc deberán indicarse para cada tipo de orden (y no en forma general).

El tipo de ruido que incide en la pérdida de comandos es el ruido blanco y el tipo de ruido que incide en la probabilidad de disparos indeseados es el ruido impulsivo y/o ráfagas del mismo. En las Figuras 9 y 10 se indican los valores de probabilidades en función de S/N, y tiempos de transmisión.

( Ref: IEC 60834-1 )

## 7.6 Configuraciones

Dependiendo de la seguridad deseada, el Sistema Eléctrico, los Sistemas de Protecciones, los Sistemas de Teleprotección y los Sistemas de Onda Portadora, deberán vincularse de forma tal de lograr un criterio de doble envío por vías separadas.

Será función del Sistema de Protecciones decidir el esquema de conexión de los contactos de órdenes en el extremo receptor:

- Conexión paralelo (máxima confiabilidad).
- Conexión serie (máxima seguridad).
- Conexión serie-paralelo (condición intermedia).

 <b>Transener</b> S.A.	<b>Título:</b> <b>GUIA DE DISEÑO Y NORMAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA.</b>	Página 36 de 54
	<b>Fecha de Entrada en Vigencia:</b>	
<b>Gerencia Técnica</b> <b>GUÍAS DE DISEÑO PARA ESTACIONES TRANSFORMADORAS</b>	<b>Revisión:</b> <b>VERSION 1 - DEFINITIVA</b>	

## 8 SERVICIOS AUXILIARES

Los servicios auxiliares serán diseñados siguiendo los lineamientos de la Guía de Diseño y Normas de Servicios Auxiliares. Los equipos de comunicaciones tendrán los siguientes requerimientos:

### 8.1 En Corriente Continua

El sistema de comunicaciones por onda portadora y el de teleprotección, deberán alimentarse de un sistema de servicios auxiliares de corriente continua independiente del propio de la estación, de forma de evitar posibles efectos de interferencias, ruido.

Típicamente la alimentación del sistema será en 48 VCC y autonomía entre 3 y 5 horas.

### 8.2 En Corriente Alterna

En caso de que los equipos de comunicaciones posean módulos de alimentación en 220VCA, deberá utilizarse una Fuente Ininterrumpible (UPS) en funcionamiento ON-LINE, con su banco de baterías dispuesto para la autonomía respectiva.



 <b>Transener</b> S.A.	<b>Título:</b> <b>GUIA DE DISEÑO Y NORMAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES POR ONDA PORTADORA.</b>	Página 38 de 54
	<b>Fecha de Entrada en Vigencia:</b>	
<b>Gerencia Técnica</b> <b>GUÍAS DE DISEÑO PARA ESTACIONES TRANSFORMADORAS</b>	<b>Revisión:</b> <b>VERSION 1 - DEFINITIVA</b>	

**SISTEMA DE TRANSPORTE DE ENERGIA ELECTRICA  
EN ALTA TENSION**

**GUIA DE DISEÑO Y NORMAS PARA ONDA PORTADORA**

**ANEXO**

# ANEXO

9.1

**Tabla 1**

Hoja 1/2

## Datos Básicos de la Línea de Alta Tensión

### Vista Desde la Estación A hacia la Estación B

Nombre de la Estación A :  
 Nombre de la Estación B :  
 Tensión Nominal de la Línea (kV) :                      Circuito 1:---- 2:---- 3:---- 4:----

Seccion N°.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Longitud sección (km)									
Geometría N°.									
Tipo de configuración de torre									
Tipo de terminación de sección									
Resistividad media del suelo (Ohmm)									
Altura media sobre nivel del mar (m)									
Designación de fase de conductor 1									
Designación de fase de conductor 2									
Designación de fase de conductor 3									
Designación de fase de conductor 4									
Designación de fase de conductor 5									
Designación de fase de conductor 6									
Designación de fase de conductor 7									
Designación de fase de conductor 8									
Designación de fase de conductor 9									
Designación de fase de conductor 10									
Designación de fase de conductor 11									
Designación de fase de conductor 12									
Designación de cable de guardia 1									
Designación de cable de guardia 2									

**9.2 Geometría No. : Especificaciones y Coordenadas de**

**9.3 Conductores y Cable de Guardia**

**9.4 Vista desde la Estación A hacia la Estación B**

Especificaciones del cable de guardia	Cable de Guardia No.1		Cable de Guardia No.2	
Designación de conductor				
Diámetro del conductor DO (mm)				
Número de alambres de capa exterior				
Diámetro de alambres de capa exterior D1 (mm)				
Materiales				
Espesor de la capa de hielo T1 (mm)				
Desplazamiento horizontal (m)				
Altura de la suspensión (m)				
Flecha máxima (m)				
Especificación de conductores	Circuito 1	Circuito 2	Circuito 3	Circuito 4
Designación de conductor				
Número de conductores en haz				
Distancia entre conductores del haz D (cm)				
Diámetro del conductor DO (mm)				
Número de alambres de capa exterior				
Diámetro de alambres de capa exterior D1 (mm)				
Materiales				
Espesor de la capa de hielo T1 (mm)				
Desplazamiento horizontal (m) del conductor n°	1:	4:	7:	10:
Desplazamiento horizontal (m) del conductor n°	2:	5:	8:	11:
Desplazamiento horizontal (m) del conductor n°	3:	6:	9:	12:
Altura de la suspensión (m) del conductor n°	1:	4:	7:	10:
Altura de la suspensión (m) del conductor n°	2:	5:	8:	11:
Altura de la suspensión (m) del conductor n°	3:	6:	9:	12:
Flecha máxima (m)				

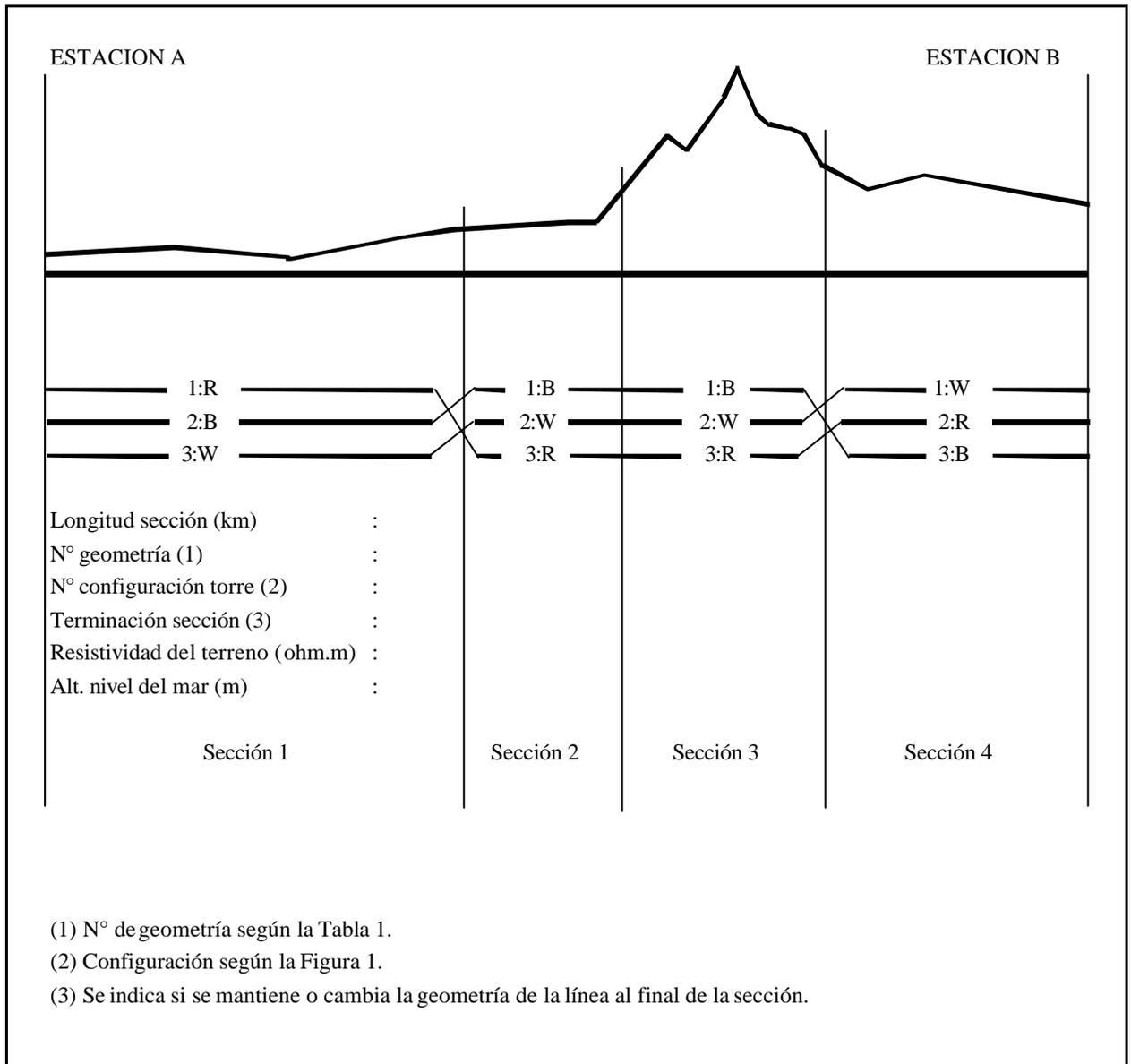
**FIGURA 1**

Tipo: H11	Tipo: V11	Tipo: V12	Tipo: T11
Tipo: T12	Tipo: T13	Tipo: T14	Tipo: T15
Tipo: T16	Tipo: H21	Tipo: H22	Tipo: V21
Tipo: T21	Tipo: T22	Tipo: MP	Tipo: BP

**TABLA 2**

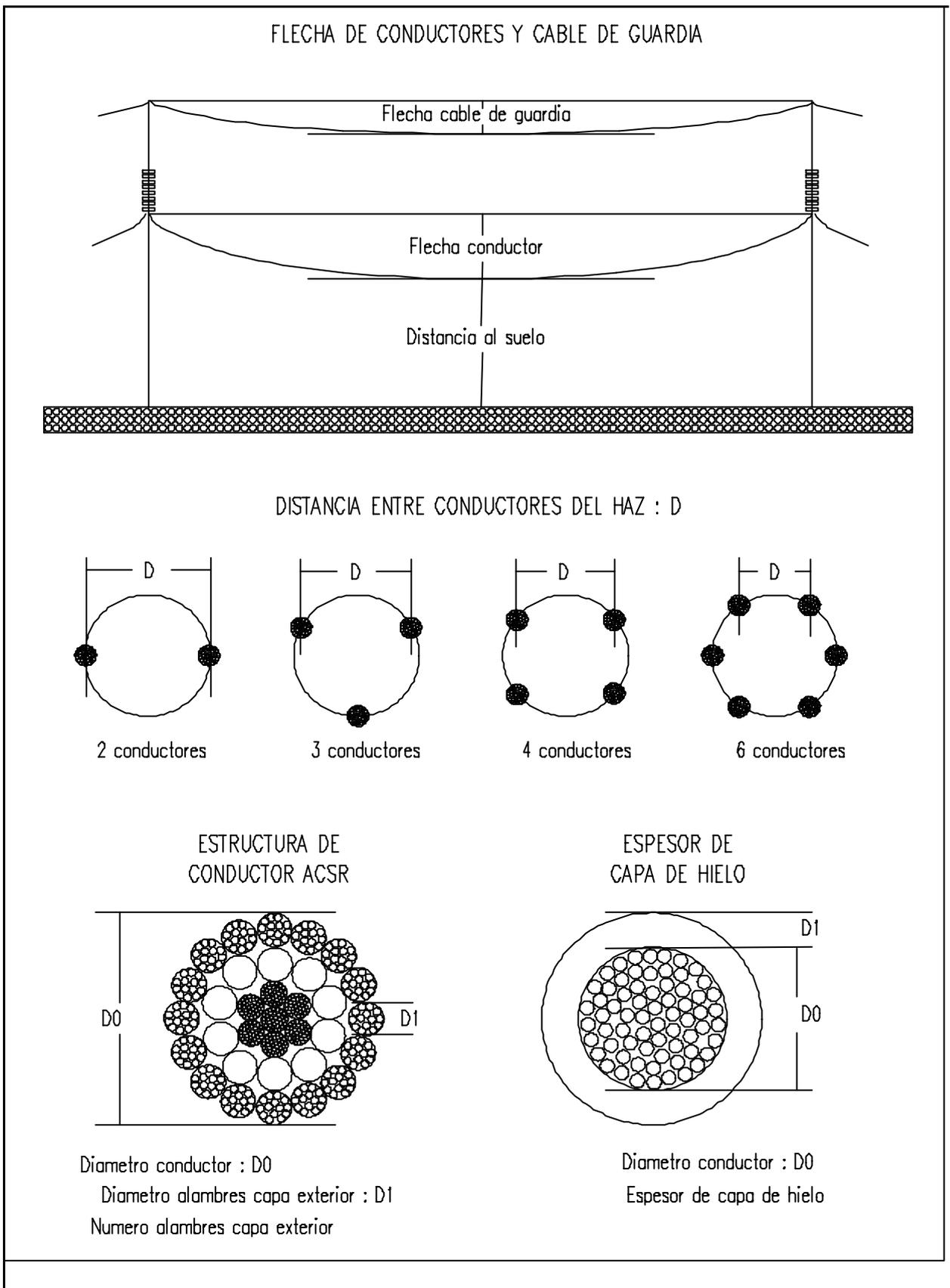
ESQUEMA DE TRANSPOSICION	f . l <sub>tot</sub> (kHz.Km)	$\rho$ (ohm.m)	$\alpha_0$ (dB)
	< $\infty$	10.....10000	3.5
	< $\infty$	10.....10000	2-4
	< $\infty$	10.....10000	2-4
	< $\infty$	10.....10000	9.5
	< $\infty$	10.....10000	8-12
	< $3 \cdot 10^5$ < $5 \cdot 10^5$	>300 <300	<15
	< $3 \cdot 10^5$ < $5 \cdot 10^5$	>300 <300	<15
	< $3 \cdot 10^5$ < $5 \cdot 10^5$	>300 <300	<15
	< $3 \cdot 10^5$	10.....10000	<15
	< $3 \cdot 10^5$	10.....10000	<15
	< $3 \cdot 10^5$	10.....10000	<15

**FIGURA 2**



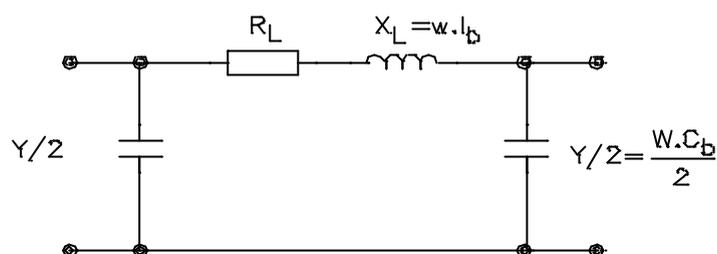


**FIGURA 3**



**FIGURA 4**

Circuito equivalente PI de una línea trifásica de longitud media:



Los parámetros distribuidos de una línea son:

$$r \quad [\text{ohm/km}]$$

$$X_L = w \cdot l_b \quad [\text{ohm/km}]$$

$$C_b \quad [\text{mF/km}]$$

$$w = 2\pi \cdot f \quad [\text{Hz}]$$

$$L_T = \text{long. de la línea} \quad [\text{km}]$$

$$Z = r + jw \cdot l_b \quad [\text{ohm/km}] \quad \text{impedancia serie}$$

$$Y = g + jw \cdot C_b \quad [\text{mho/km}] \quad \text{admitancia paralelo}$$

La impedancia característica de la línea es:

$$Z_0 = \sqrt{Z/Y} \quad [\text{ohm}]$$

suponiendo la línea sin pérdidas, resulta:

$$Z_0 = \sqrt{\frac{jw \cdot l_b \cdot L_T}{jw \cdot C_b \cdot L_T}} = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

siendo  $L = l_b \cdot L_T$

$C = C_b \cdot L_T$

considerando un factor de potencia unitario y constante a lo largo de la línea.

FIGURA 5

Espectro de Respuesta Requerido (RRS)

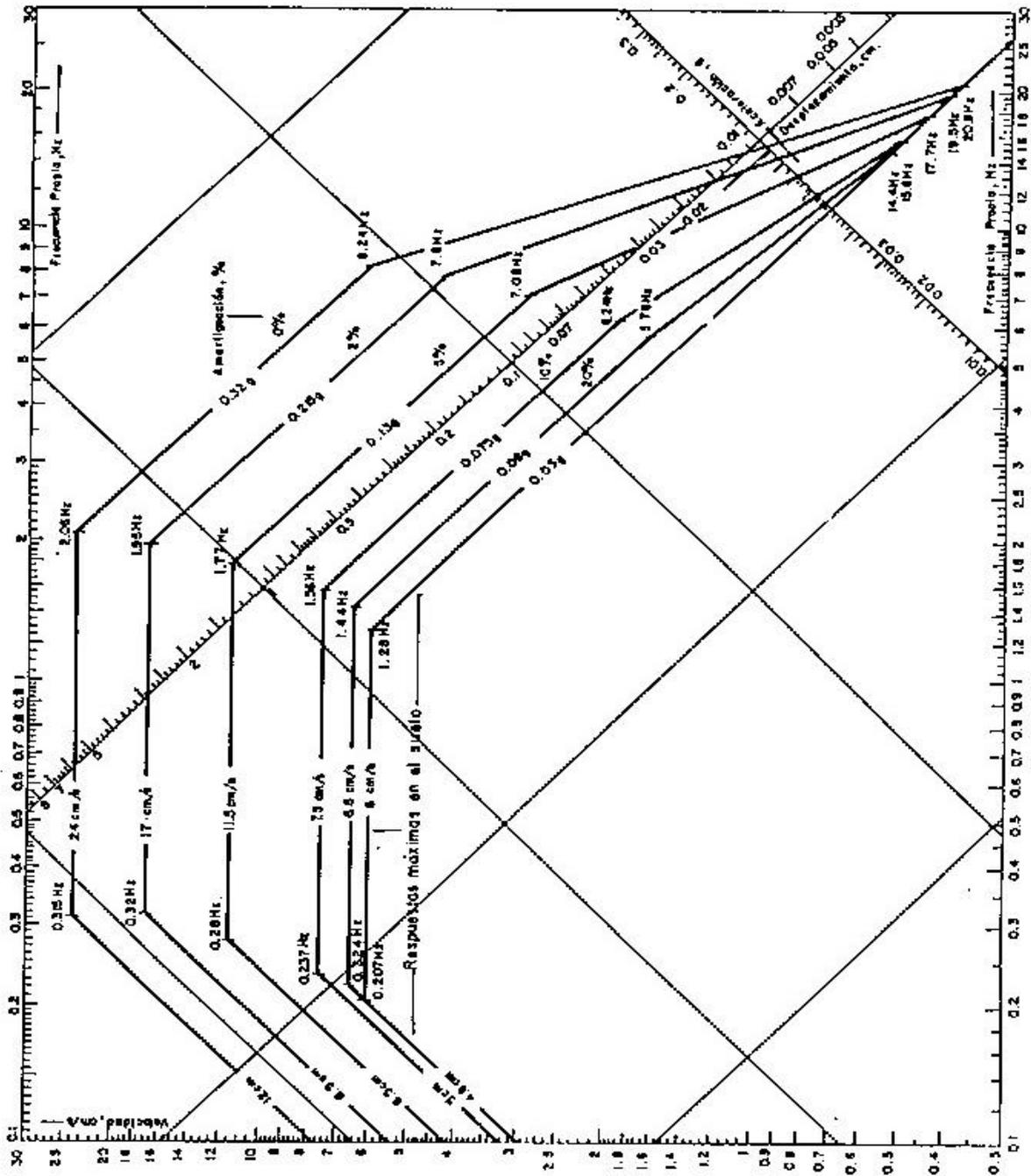


FIGURA 5

Excitación Sísmica y Espectro de Respuesta a Excitación Determinada (TRS)

Excitación Sísmica y Espectro de Respuesta a Excitación Determinada (TRS)

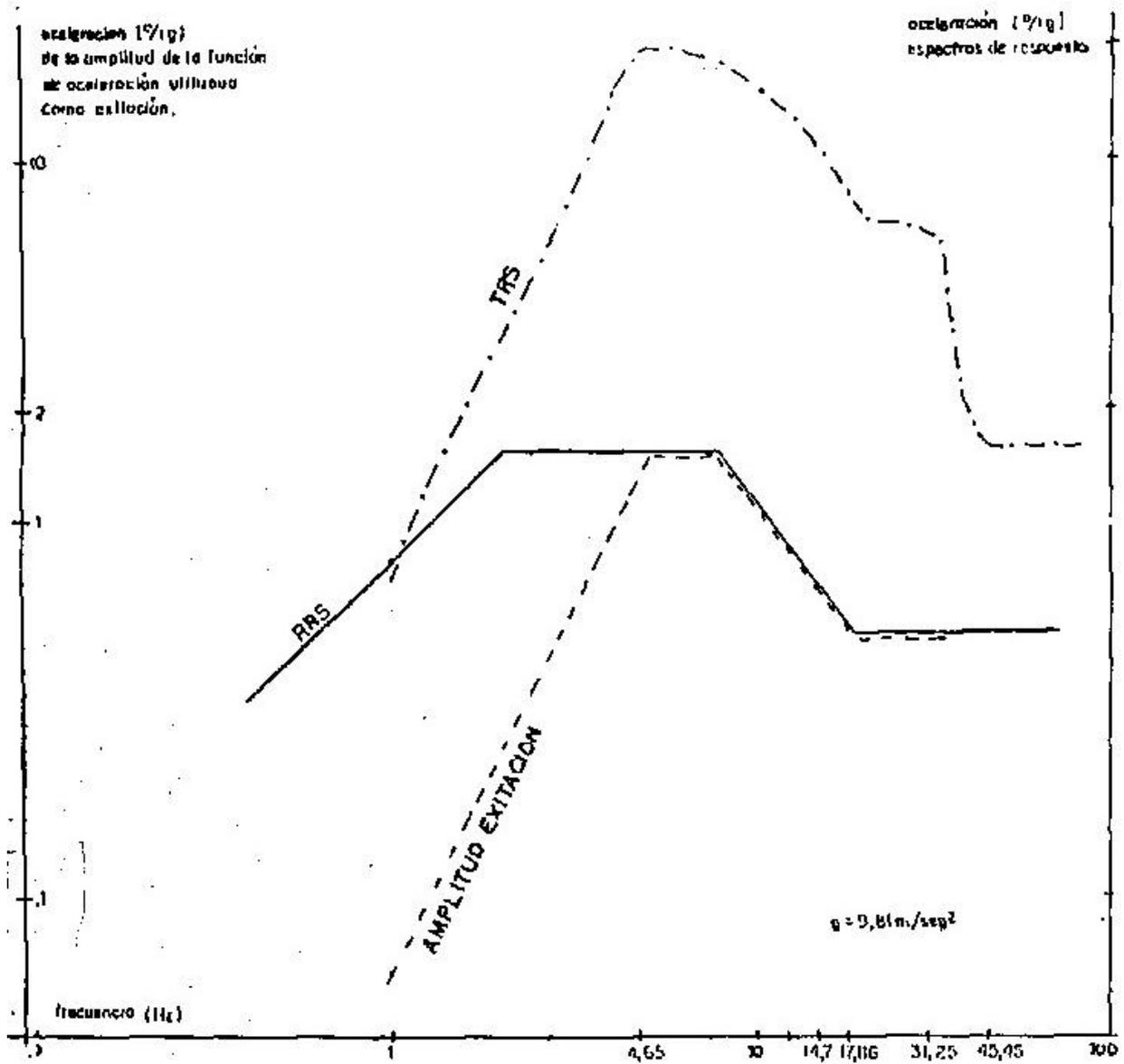


FIGURA 6

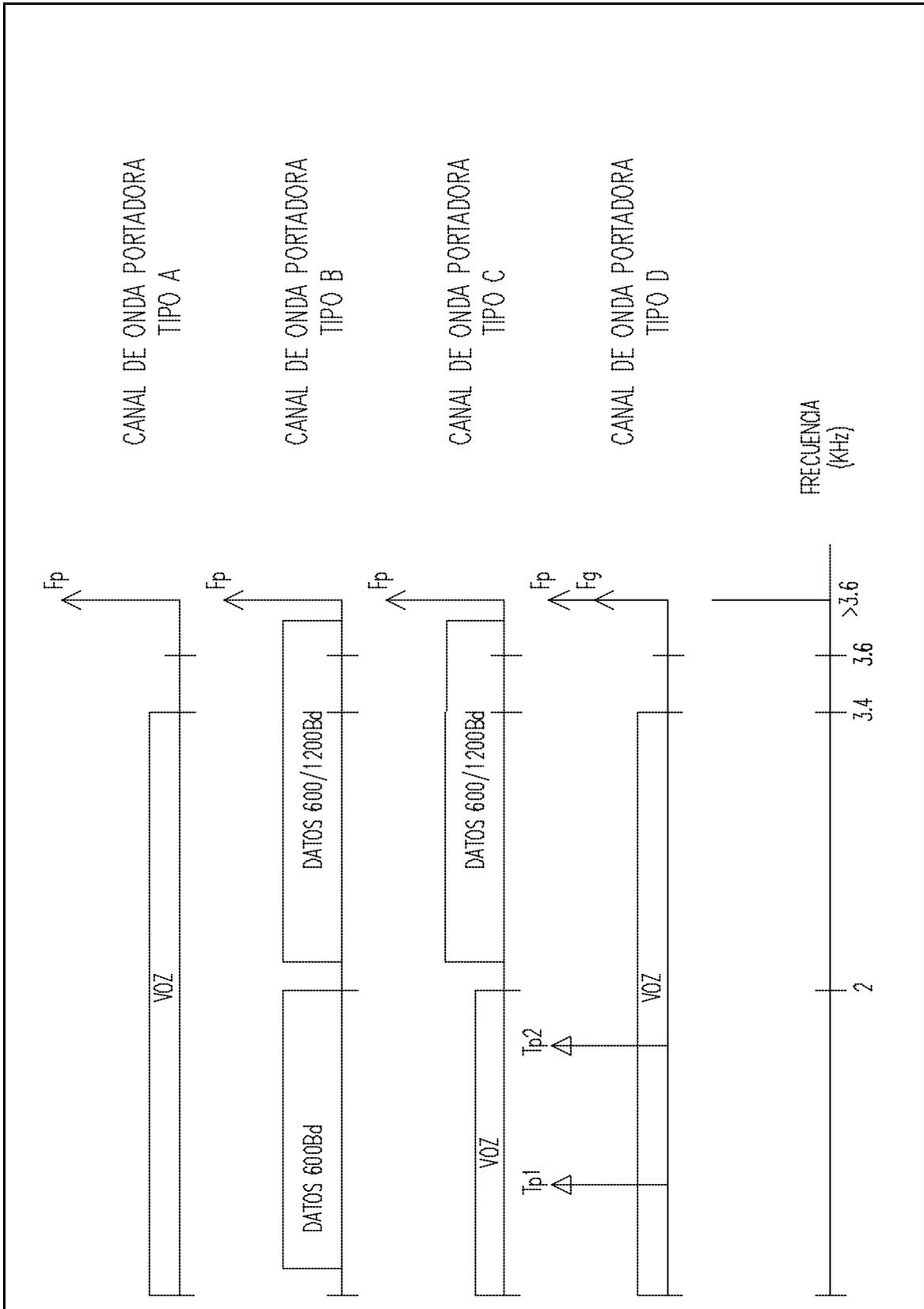




FIGURA 7

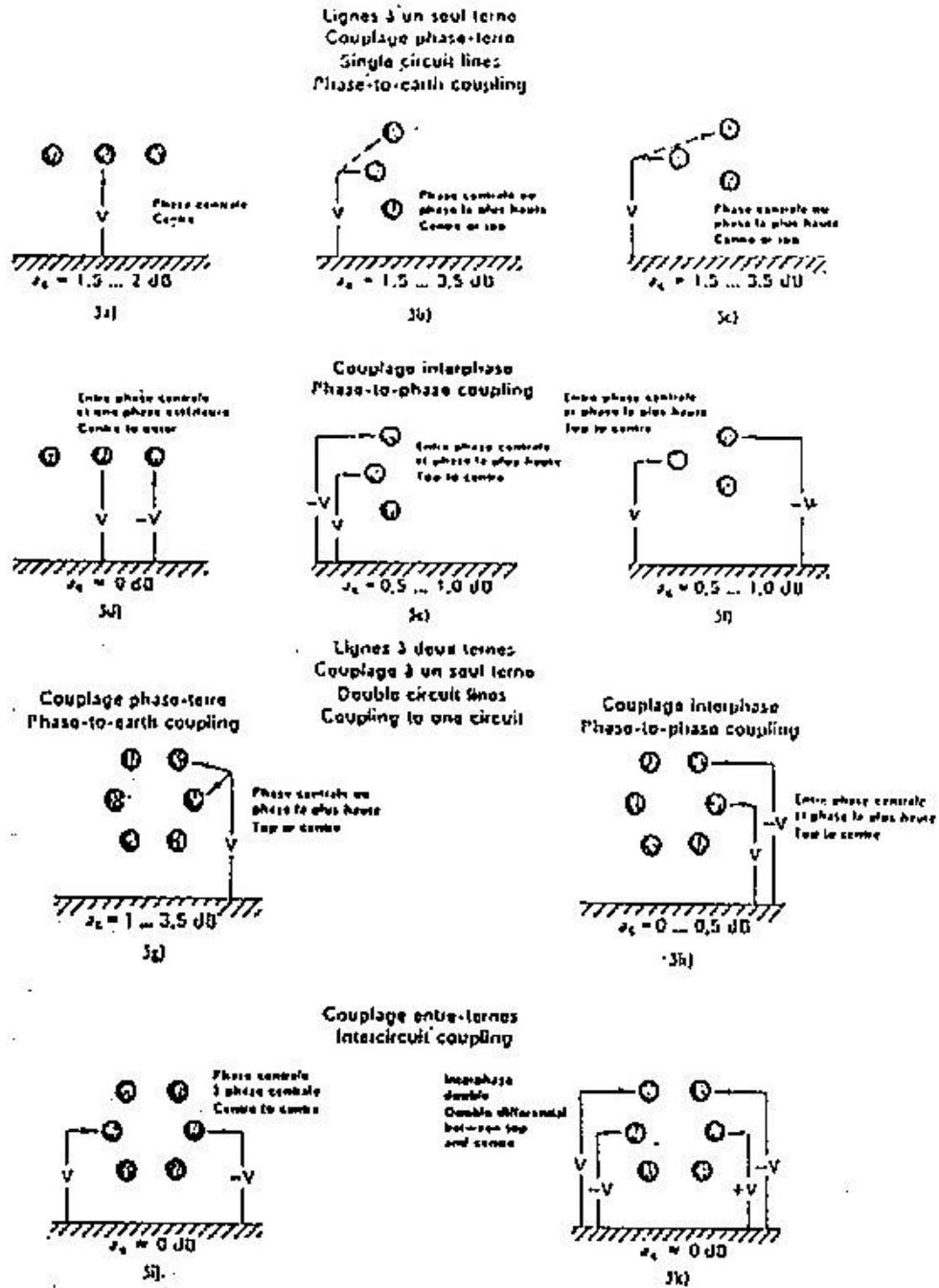
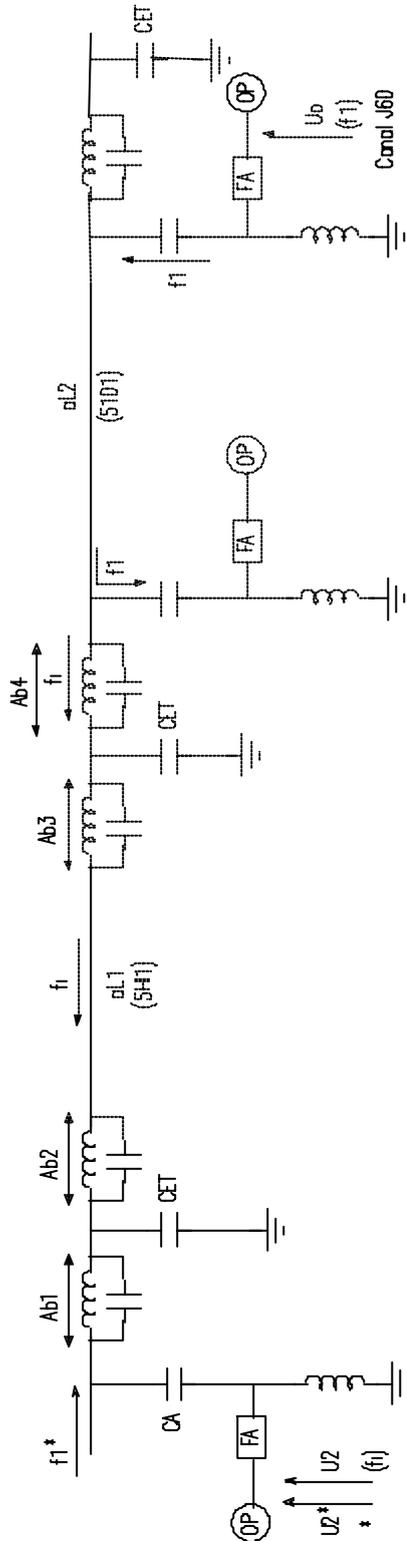


FIG. 5. — Couplage optimal et affaiblissement de conversion modale  $\alpha_c$  (voir tableau VI ci-contre).  
Optimum coupling arrangements and modal conversion loss  $\alpha_c$  (see Table VI opposite).

FIGURA 8



Efecto interferente del canal J60 sobre el canal J58

$$U2^* (f1) = +7,5dBu \quad \therefore [S/ = 62,5dB]$$

$$U2 (f1) = -55dBu$$

CANAL No.	C. interf. No. (E.T.)	U2* (dBu)	U2 (dBu)	Uo (dBu) en E.T.	SUM. ol (dB) en líneas	Relac. S/I (dB)	o dbf. (dB)
J58	J60	+7,5	-55	OIA (J60) +33,8	5H1+5I01 38,5	62,5	49,8

FIGURA 9

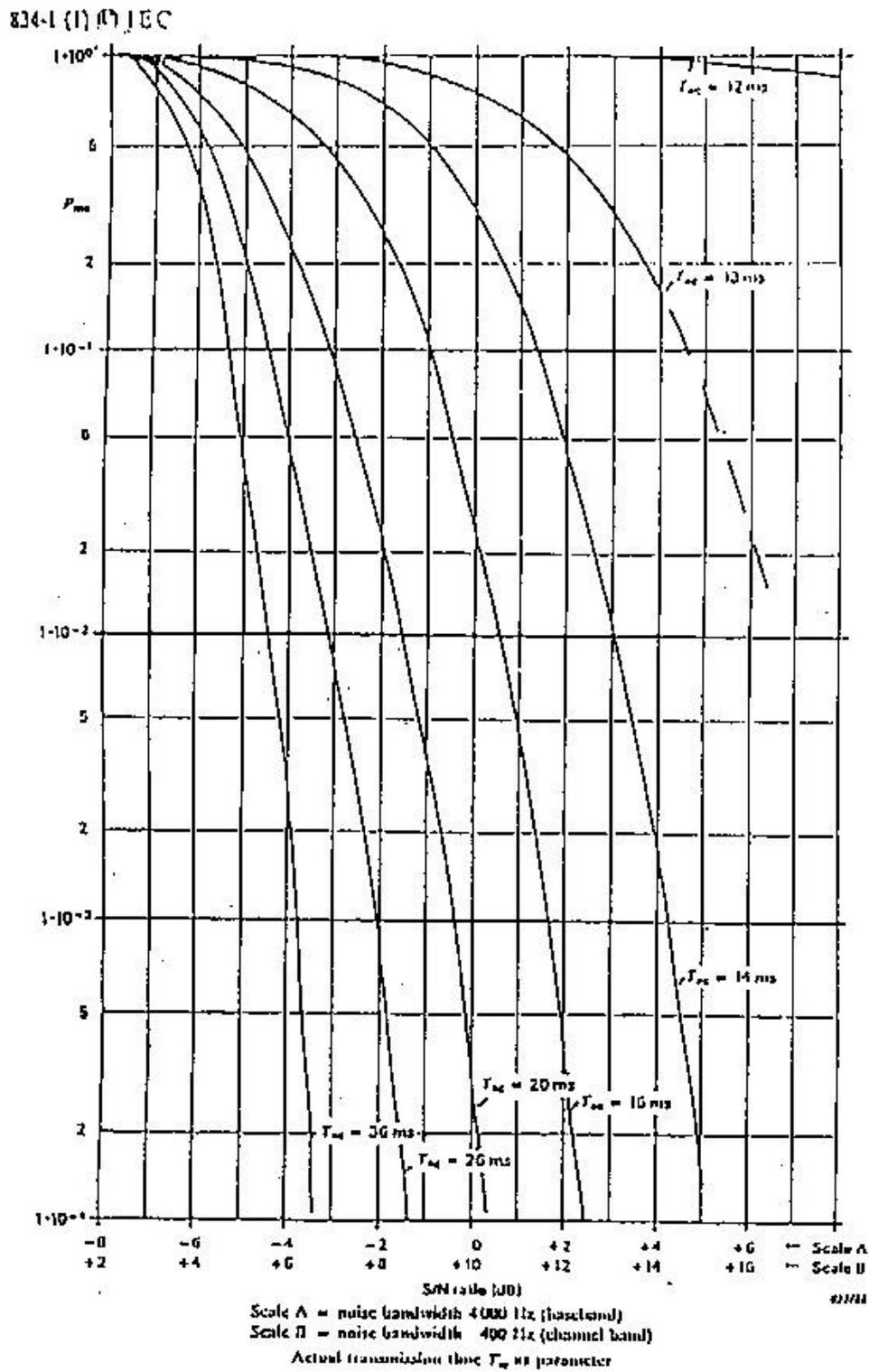


Fig. 12. — Examples of probability of missing command versus S/N for a 200-band channel.

FIGURA 10

834-1 (1) © IEC

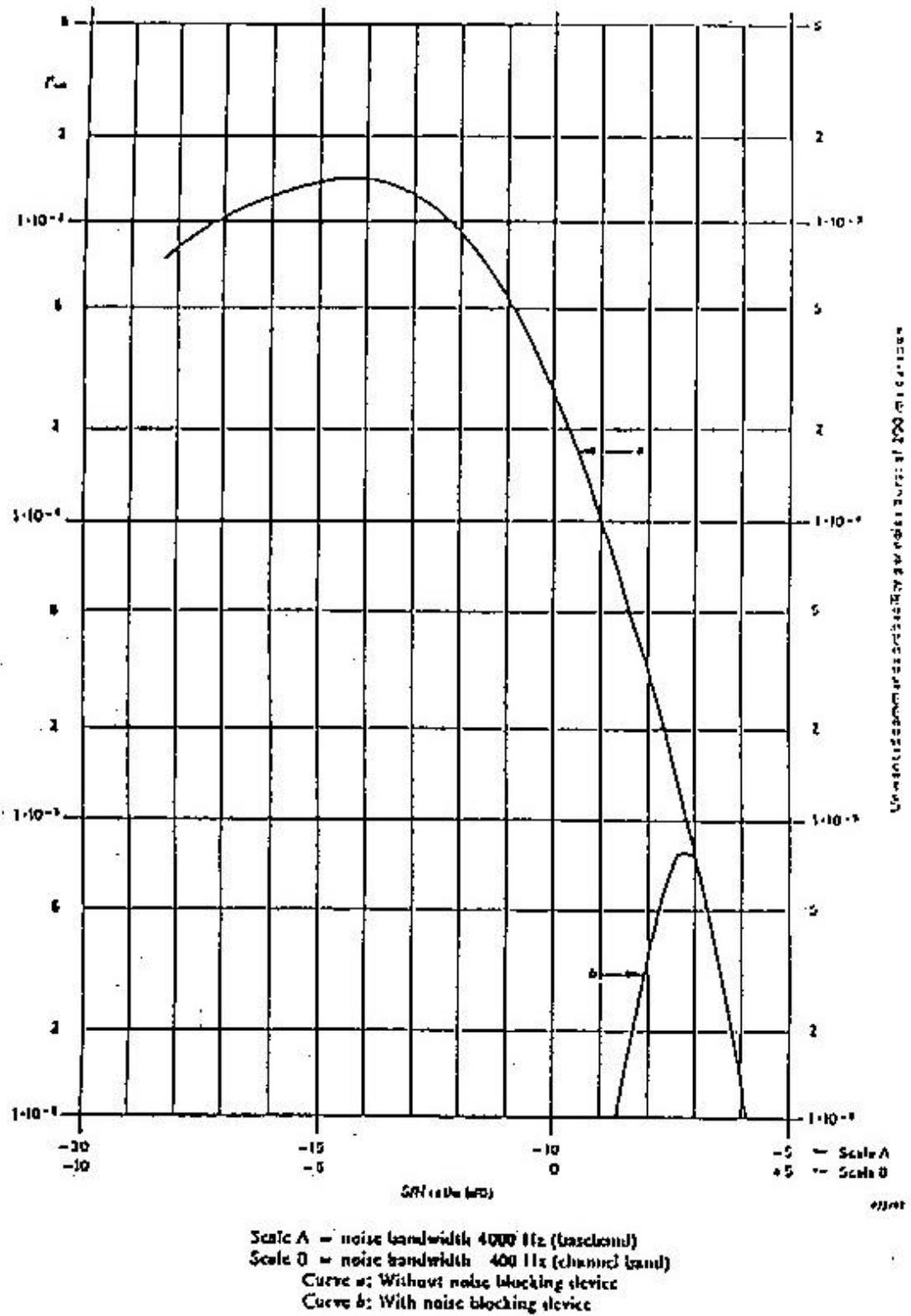


FIG. 15. — Examples of probability of unwanted commands versus S/N for 200-band channel.