



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

**UIT-T**

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

**O.9**

(03/99)

SERIE O: ESPECIFICACIONES DE LOS APARATOS DE  
MEDIDA

Generalidades

---

**Configuraciones de medida para evaluar el  
grado de asimetría con respecto a tierra**

Recomendación UIT-T O.9

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

---

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE O  
ESPECIFICACIONES DE LOS APARATOS DE MEDIDA

<b>Generalidades</b>	<b>O.1–O.9</b>
Acceso para el mantenimiento	O.10–O.19
Sistemas de medida automáticos y semiautomáticos	O.20–O.39
Aparatos de medida para parámetros analógicos	O.40–O.129
Aparatos de medida para parámetros digitales y analógicos/digitales	O.130–O.199

*Para más información, véase la Lista de Recomendaciones del UIT-T.*

## **RECOMENDACIÓN UIT-T O.9**

### **CONFIGURACIONES DE MEDIDA PARA EVALUAR EL GRADO DE ASIMETRÍA CON RESPECTO A TIERRA**

#### **Resumen**

La presente Recomendación presenta procedimientos de evaluación del grado de asimetría con respecto a tierra y define las configuraciones de medida aplicables. Se estudian los siete parámetros más importantes en la práctica. Además, se proporcionan algunos requisitos básicos relativos a la medida de la asimetría.

#### **Orígenes**

La Recomendación UIT-T O.9, ha sido revisada por la Comisión de Estudio 4 (1997-2000) del UIT-T y fue aprobada por el procedimiento de la Resolución N.º 1 de la CMNT el 26 de marzo de 1999.

#### **Palabras clave**

Configuraciones de medida de la asimetría, pérdida de conversión longitudinal, pérdida de conversión transversal, pérdida de interferencia longitudinal de entrada, pérdida de transferencia de conversión longitudinal, pérdida de transferencia de conversión transversal, puentes de medida, rechazo de modo común, simetría de la señal de salida.

## PREFACIO

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones. El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT) es un órgano permanente de la UIT. Este órgano estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica Recomendaciones sobre los mismos, con miras a la normalización de las telecomunicaciones en el plano mundial.

La Conferencia Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (CMNT), que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que a su vez producen Recomendaciones sobre dichos temas.

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución N.º 1 de la CMNT.

En ciertos sectores de la tecnología de la información que corresponden a la esfera de competencia del UIT-T, se preparan las normas necesarias en colaboración con la ISO y la CEI.

## NOTA

En esta Recomendación, la expresión *empresa de explotación reconocida (EER)* designa a toda persona, compañía, empresa u organización gubernamental que explote un servicio de correspondencia pública. Los términos *Administración*, *EER* y *correspondencia pública* están definidos en la *Constitución de la UIT (Ginebra, 1992)*.

## PROPIEDAD INTELECTUAL

La UIT señala a la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la presente Recomendación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado. La UIT no adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de Recomendaciones.

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB.

© UIT 1999

Es propiedad. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o utilizarse, de ninguna forma o por ningún medio, sea éste electrónico o mecánico, de fotocopia o de microfilm, sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
1 Alcance .....	1
2 Referencias.....	1
3 Abreviaturas.....	2
4 Configuraciones de medida.....	2
4.1 pérdida de conversión longitudinal (LCL, <i>longitudinal conversion loss</i> ) .....	2
4.2 pérdida de conversión transversal (TCL, <i>transverse conversion loss</i> ) .....	3
4.3 pérdida de transferencia de conversión longitudinal (LCTL, <i>longitudinal conversion transfer loss</i> ) .....	3
4.4 pérdida de transferencia de conversión transversal (TCTL, <i>transverse conversion transfer loss</i> ) .....	4
4.5 pérdida de interferencia longitudinal de entrada (ILIL, <i>input longitudinal interference loss</i> ).....	5
4.6 rechazo en modo común (CMR, <i>common-mode rejection</i> ).....	6
4.7 simetría de la señal de salida (OSB, <i>output signal balance</i> ).....	7
5 Requisitos que deben satisfacer las configuraciones de medida.....	8
5.1 Simetría propia.....	8
5.2 Impedancias $Z_1$ , $Z_2$ , $Z_{L1}$ y $Z_{L2}$ .....	8
5.3 Medida y generación de señales de prueba .....	9
5.4 Otras consideraciones .....	9
Apéndice I – Aspectos de la conversión de señales longitudinales a señales transversales en accesos analógicos en algunos casos prácticos .....	9
I.1 Introducción .....	9
I.2 Cálculo de la pérdida de conversión longitudinal.....	10
I.3 Dos ejemplos de la diferencia entre la $LCL_c$ y la $LCL_m$ .....	11
I.4 Otra mirada a la pérdida de conversión longitudinal .....	13



## Recomendación O.9

### CONFIGURACIONES DE MEDIDA PARA EVALUAR EL GRADO DE ASIMETRÍA CON RESPECTO A TIERRA

(Ginebra, 1972; modificada en Málaga-Torremolinos, 1984; Melbourne, 1988; revisada en 1999)

#### 1 Alcance

En esta Recomendación se describen las configuraciones para medir los parámetros siguientes:

- pérdida de conversión longitudinal;
- pérdida de conversión transversal;
- pérdida de transferencia de conversión longitudinal;
- pérdida de transferencia de conversión transversal;
- pérdida de interferencia longitudinal de entrada;
- rechazo de modo común;
- simetría de la señal de salida.

Estos son, en la práctica, los siete parámetros de asimetría más importantes. En las Recomendaciones relativas al elemento objeto de prueba se indicarán los límites para estos parámetros, consideraciones especiales para las impedancias de terminación y las frecuencias de medida.

En esta Recomendación se han seguido los principios, la nomenclatura y las definiciones de la Recomendación G.117 [1], relativa a los aspectos de la asimetría con relación a tierra que influyen en la transmisión. En las cláusulas siguientes se hace referencia a las partes correspondientes de dicha Recomendación G.117 [1].

En la cláusula 5 se da una orientación sobre la construcción de un puente de pruebas y los valores de los componentes.

#### 2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones del UIT-T y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y otras referencias son objeto de revisiones por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y otras referencias citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes.

- [1] Recomendación UIT-T G.117 (1996), *Aspectos de la asimetría con respecto a tierra que influyen en la transmisión.*
- [2] Recomendación CCITT Q.45 (1984), *Características de transmisión de las centrales analógicas internacionales.*
- [3] Recomendación UIT-T O.133 (1993), *Aparato de medida de la calidad de funcionamiento de los codificadores y decodificadores de modulación por impulsos codificados.*

### 3 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

CMR	Rechazo en modo común ( <i>common-mode rejection</i> )
f.e.m.	Fuerza electromotriz
ILIL	Pérdida de interferencia longitudinal de entrada ( <i>input longitudinal interference loss</i> )
LCL	Pérdida de conversión longitudinal ( <i>longitudinal conversion loss</i> )
LCTL	Pérdida de transferencia de conversión longitudinal ( <i>longitudinal conversion transfer loss</i> )
OSB	Simetría de la señal de salida ( <i>output signal balance</i> )
TCL	Pérdida de conversión transversal ( <i>transverse conversion loss</i> )
TCTL	Pérdida de transferencia de conversión transversal ( <i>transverse conversion transfer loss</i> )

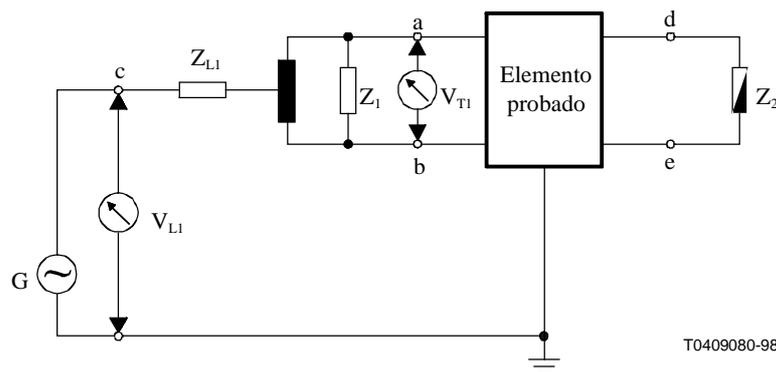
### 4 Configuraciones de medida

#### 4.1 pérdida de conversión longitudinal (LCL, *longitudinal conversion loss*)

La LCL de un dipolo o de un cuadripolo (relación expresada en dB) indica el grado de la señal transversal no deseada producida en los terminales de una red debido a la presencia de una señal longitudinal en los conductores de conexión. Se calcula como

$$\text{Pérdida de conversión longitudinal (LCL)} = 20 \lg \left| \frac{V_{L1}}{V_{T1}} \right| \text{ dB}$$

y se mide como se indica en la figura 1. Esta técnica es aplicable a los terminales de entrada o de salida, por ejemplo, los terminales opuestos a y b con d y e, respectivamente. (Véase 4.1.3/G.117 [1].)



G Generador de señales. En 5.2 se dan detalles sobre  $Z_1$ ,  $Z_2$ ,  $Z_{L1}$

NOTA – Esta configuración de puente de medida, con la impedancia transversal  $Z_1$  y la impedancia longitudinal  $Z_{L1}$ , no representa en todos los casos las condiciones que se encuentran en la práctica. Por ello, se ha de prestar atención al trasladar los parámetros de asimetría medidos a la información de asimetría aplicable a los casos prácticos. En el apéndice I se examina este aspecto con más detalle.

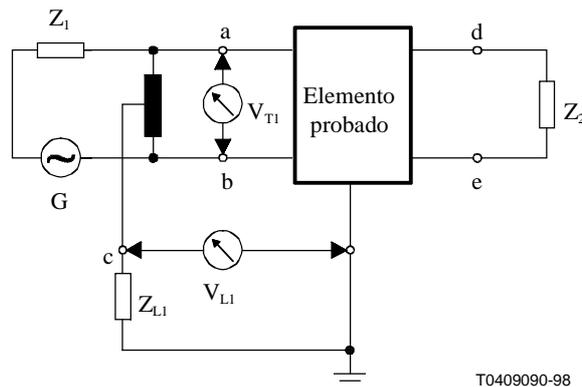
**Figura 1/O.9 – Medida de la pérdida de conversión longitudinal**

## 4.2 pérdida de conversión transversal (TCL, *transverse conversion loss*)

La TCL de un dipolo o de un cuadripolo (relación expresada en dB) indica el grado de la señal longitudinal no deseada producida a la entrada (o a la salida) de una red debido a la presencia de una señal transversal en el mismo acceso. La TCL se calcula como

$$\text{Pérdida de conversión transversal (TCL)} = 20 \lg \left| \frac{V_{T1}}{V_{L1}} \right| \text{ dB}$$

y se mide como se indica en la figura 2. (Véase 4.1.2/G.117 [1].)



G Generador de señales. En 5.2 se dan detalles sobre  $Z_1$ ,  $Z_2$ ,  $Z_{L1}$ .

NOTA – En esta Recomendación, la señal transversal se expresa como la tensión en el acceso a/b (o d/e). Toda especificación relacionada con la tensión de fuente del generador de señales G conducirá al mismo resultado si la impedancia de entrada (salida) del elemento probado equivale a  $Z_1$  ( $Z_2$ ).

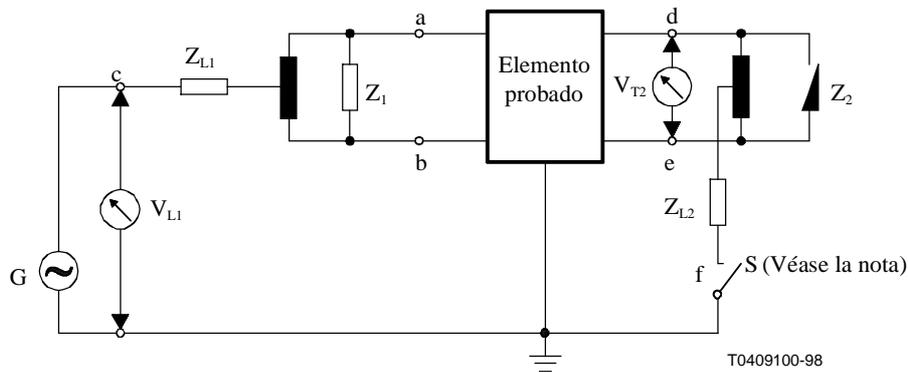
**Figura 2/O.9 – Medida de la pérdida de conversión transversal**

## 4.3 pérdida de transferencia de conversión longitudinal (LCTL, *longitudinal conversion transfer loss*)

La LCTL es una medida (relación expresada en dB) de una señal transversal no deseada producida a la salida de un cuadripolo debido a la presencia de una señal longitudinal en los conductores de conexión del acceso de entrada. Se calcula como

$$\text{Pérdida de transferencia de conversión longitudinal (LCTL)} = 20 \lg \left| \frac{V_{L1}}{V_{T2}} \right| \text{ dB}$$

y se mide como se indica en la figura 3. (Véase 4.2.3/G.117 [1].)



G Generador de señales. En 5.2 se dan detalles sobre  $Z_1$ ,  $Z_2$ ,  $Z_{L1}$ ,  $Z_{L2}$ .

NOTA – Normalmente, las medidas se efectúan y los límites se especifican con el interruptor S cerrado. Sin embargo, en el caso de ciertos equipos, como los descritos en la Recomendación Q.45 [2], puede ser necesario especificar límites para la LCTL con el interruptor S cerrado y con el interruptor S abierto.

**Figura 3/O.9 – Medida de la pérdida de transferencia de conversión longitudinal**

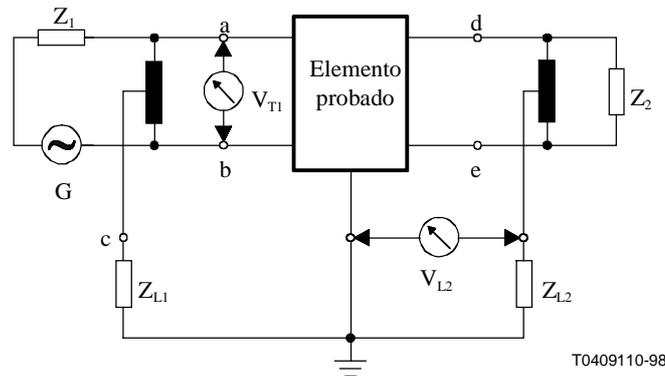
Si el elemento probado presenta una ganancia o una pérdida entre los accesos a/b y d/e, ha de tomarse en cuenta al especificar la LCTL. Además de los requisitos generales de la cláusula 5, la gama de medidas del equipo de prueba debe también tomar en consideración la ganancia o pérdida del aparato de medida. Además, si el elemento probado efectúa una conversión de señal (por ejemplo, en multiplexores FDM o TDM), la señal medida en  $V_{T2}$  pudiera no tener la misma frecuencia que la señal de excitación  $V_{L1}$ . La señal en  $V_{T2}$  podría incluso aparecer en forma codificada como una señal digital.

#### 4.4 pérdida de transferencia de conversión transversal (TCTL, *transverse conversion transfer loss*)

La pérdida de transferencia de conversión transversal es una medida (relación expresada en dB) de una señal longitudinal no deseada producida en la salida de un circuito con dos accesos debido a la presencia de una señal transversal en el acceso de entrada. Se calcula como

$$\text{Pérdida de transferencia de conversión transversal (TCTL)} = 20 \lg \left| \frac{V_{T1}}{V_{L2}} \right| \text{ dB}$$

y se mide como se indica en la figura 4. Si el elemento probado efectúa una conversión de la señal (por ejemplo, en multiplexores FDM o TDM), la señal medida en  $V_{L2}$  pudiera no tener la misma frecuencia que la señal de excitación  $V_{T1}$ . La señal de excitación podría incluso aplicarse en forma codificada como una señal digital. (Véase 4.2.2/G.117 [1].)



G Generador de señales. En 5.2 se dan detalles sobre  $Z_1$ ,  $Z_2$ ,  $Z_{L1}$ ,  $Z_{L2}$ .

NOTA – La señal transversal se expresa como la tensión en el acceso a/b. Toda especificación relacionada con la tensión de fuente del generador de señales G conducirá al mismo resultado si la impedancia de entrada del elemento probado es igual a  $Z_1$ .

**Figura 4/O.9 – Medida de la pérdida de transferencia de conversión transversal**

#### 4.5 pérdida de interferencia longitudinal de entrada (ILIL, *input longitudinal interference loss*)

La medida de este parámetro es aplicable a dispositivos receptores (por ejemplo, amplificadores, hipsómetros, etc.). La ILIL es una medida (relación expresada en dB) de la sensibilidad de un dispositivo receptor a perturbaciones longitudinales. Se calcula como (véase la figura 5a).

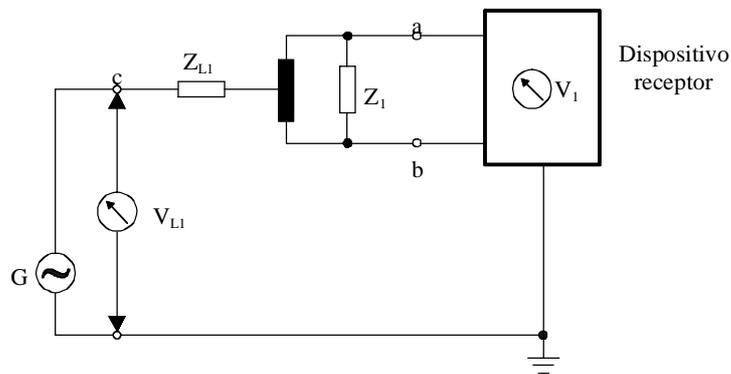
$$\text{Pérdida de interferencia longitudinal de entrada (ILIL)} = 20 \lg \left| \frac{V_{L1}}{V_I} \right| \text{ dB}$$

o como (véase la figura 5b)

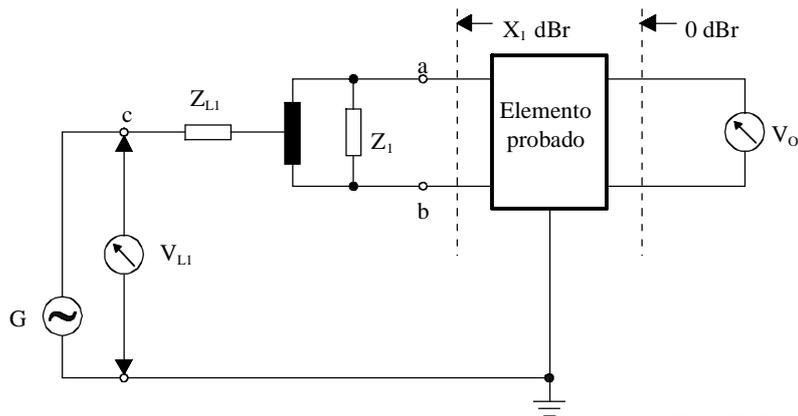
$$\text{Pérdida de interferencia longitudinal de entrada (ILIL)} = 20 \lg \left| \frac{V_{L1}}{V_O} \right| \text{ dB}$$

y se mide como se indica en las figuras 5a) y 5b). En principio, es similar a la medida de la pérdida de conversión longitudinal (LCL). Sin embargo, dado que la medida se realiza internamente (utilizando un dispositivo indicador incorporado) o a la salida del elemento probado, se mide no solamente la simetría de impedancia en el acceso a/b sino también el efecto del rechazo en modo común. (Véase 4.4.1/G.117 [1].)

Las medidas con arreglo a la figura 5b) son también aplicables a dispositivos que realizan una conversión de señales (por ejemplo, lado frecuencias vocales/frecuencias portadoras del equipo de modulación de canal, lado A/D, del equipo múltiplex MIC, etc. Véase el apartado f) de la cláusula 2/G.117 [1]). En este caso, la medida a la salida del elemento probado requiere un analizador adecuado, es decir, un hipsómetro selectivo para medidas en moduladores de canal o un analizador digital (véase la Recomendación O.133 [3]) para medidas en multiplexores MIC. En la ecuación de la figura 5b) se supone que  $V_O$  se mide en un punto de nivel relativo 0 dBr. El valor  $X_1$  es el nivel relativo en el acceso a/b.



a) Medida de la pérdida de interferencia longitudinal de entrada cuando el elemento probado contiene un dispositivo indicador incorporado



T0409120-98

NOTA – Cuando se calcule la ILIL, deberán tomarse en cuenta los valores  $X_1$  que difieran de 0 dBr.

b) Medida de la pérdida de interferencia longitudinal de entrada cuando el elemento probado contiene un dispositivo indicador externo

G Generador de señales. En 5.2 se dan detalles sobre  $Z_1$ ,  $Z_{L1}$ .

$V_1$  Lectura del dispositivo indicador incorporado.

$V_o$  Tensión de salida.

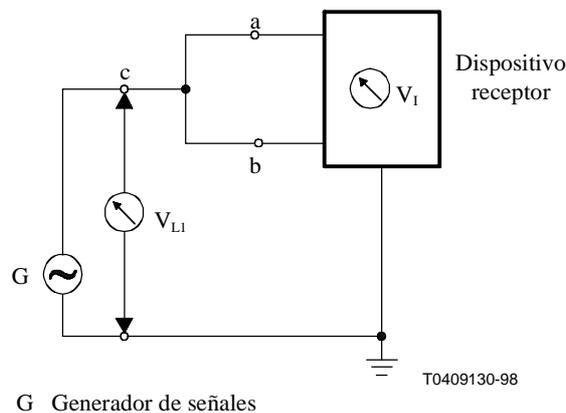
**Figura 5/O.9 – Medida de la pérdida de interferencia longitudinal de entrada**

#### 4.6 rechazo en modo común (CMR, *common-mode rejection*)

El rechazo en modo común es otra medida (relación expresada en dB) apropiada para dispositivos receptores. Se calcula como

$$\text{Rechazo en modo común (CMR)} = 20 \lg \left| \frac{V_{L1}}{V_I} \right| \text{ dB}$$

y se mide como se indica en la figura 6. Obsérvese que en esta configuración los terminales de entrada se han cortocircuitado excitándoles después. (Véase 5.1/G.117 [1].)



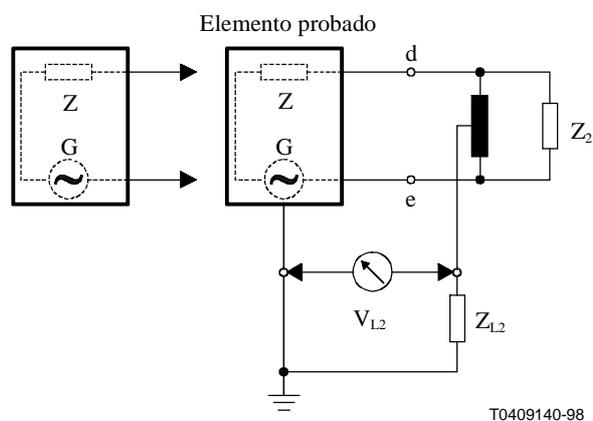
**Figura 6/O.9 – Medida del rechazo en modo común**

#### 4.7 simetría de la señal de salida (OSB, *output signal balance*)

Esta medida (relación expresada en dB) es aplicable a salidas de señal. La OSB es una medida de las señales longitudinales no deseadas en la salida de un dispositivo. Se calcula como

$$\text{Simetría de la señal de salida (OSB)} = 20 \lg \left| \frac{V_{T2}}{V_{L2}} \right| \text{ dB}$$

y se mide como se indica en la figura 7. (Véase 4.3.1/G.117 [1].)



En 5.2 se dan detalles sobre  $Z_2$ ,  $Z_{L2}$ .

**Figura 7/O.9 – Medida de la simetría de la señal de salida**

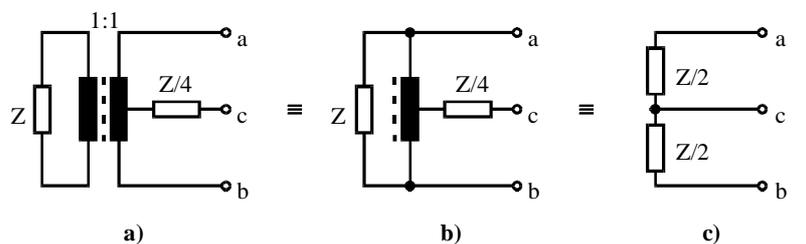
La fuente de señales G representada en la figura 7 puede ser interna o externa al dispositivo probado. Las medidas de la OSB son también aplicables a dispositivos que realizan una conversión de señales (por ejemplo, lado frecuencias portadoras/frecuencias vocales del equipo de modulación de canal, lado D/A del equipo múltiplex MIC, etc. Véase el apartado f) de la cláusula 2/G.117 [1]). En este caso, se requiere una fuente externa de señales apropiada, es decir, un generador de niveles para medidas en moduladores de canal o un generador de señales digitales (véase la Recomendación O.133 [3]) para medidas en multiplexores MIC.

## 5 Requisitos que deben satisfacer las configuraciones de medida

### 5.1 Simetría propia

Las configuraciones de medida indicadas en las figuras 1 a 7 incluyen dos impedancias independientes y una bobina con toma central, dispuestas en la forma indicada, para producir la equivalencia de las dos impedancias adaptadas de valor  $Z/2$ . La bobina debe tener un núcleo de hierro y estar provista de una toma exactamente al centro, debiendo las dos mitades del devanado estar estrechamente acopladas y ser lo más simétricas posible. Los circuitos indicados en la figura 8 son eléctricamente equivalentes, y cualquiera de ellos puede utilizarse para realizar las medidas descritas en esta Recomendación. Debe observarse que, en el caso de la opción c) de la figura 8, la conexión del punto c a tierra debe hacerse a través de una impedancia que sea virtualmente nula. Sin embargo, para frecuencias muy bajas, las configuraciones a) y b) de la figura 8 pueden ser inadecuadas y quizás sea más conveniente utilizar la configuración c) de la figura 8, insertando una pequeña resistencia (por ejemplo, 1 ohmio) en la rama longitudinal, de modo que pueda obtenerse una medida de la corriente longitudinal para obtener la tensión equivalente a través de  $Z/4$ .

Antes de efectuar una medida es necesario determinar la simetría propia de la configuración de medida y cerciorarse de que el grado de simetría es suficiente. Para esto, el equipo probado se sustituye por un segundo puente de medida. La pérdida de conversión longitudinal propia de la configuración de medida debe ser 20 dB mayor que el límite fijado para el elemento probado. Deberá también obtenerse esta simetría cuando se inviertan las conexiones en los bornes a y b. Esto permite una exactitud del orden de  $\pm 1$  dB. En la figura 21/G.117 [1], se presenta un ejemplo de un puente de medida utilizado en la práctica.



NOTA – La impedancia  $Z = Z_1$  o  $Z_{12}$ .

T0409150-98

**Figura 8/O.9 – Correspondencia eléctrica entre configuraciones con bobina de toma central y resistencia de toma central**

### 5.2 Impedancias $Z_1$ , $Z_2$ , $Z_{L1}$ y $Z_{L2}$

$Z_1$  y  $Z_2$  son las impedancias conectadas en paralelo al acceso de entrada y/o de salida, respectivamente, del elemento probado.  $Z_1$  y  $Z_2$  están generalmente comprendidas entre  $\pm 25\%$  de la impedancia nominal del acceso a que están conectadas. Si las medidas se efectúan a través de accesos de entrada de alta impedancia, debe conectarse una impedancia adicional  $Z_1$  entre los puntos a y b. Las impedancias longitudinales  $Z_{L1}$  y  $Z_{L2}$  son nominalmente iguales a  $Z_1/4$  o  $Z_2/4$ , respectivamente. Sin embargo, pueden utilizarse valores distintos. Ello puede ser necesario para simular más convenientemente las condiciones de funcionamiento del elemento probado. En tales casos, la Recomendación que abarque el elemento probado especificará el valor de  $Z_{L1}$  y/o  $Z_{L2}$ .

### 5.3 Medida y generación de señales de prueba

Las tensiones  $V_L$  y  $V_T$  se miden con voltímetros de alta impedancia, y de tal manera que no se afecte a la simetría. Los valores que en realidad tienen la impedancia interna y la fuerza electromotriz del generador (f.e.m.)  $G$  no tienen influencia alguna cuando se mide  $V_{L1}$ . El diseño del elemento probado puede imponer un límite a la magnitud admisible de la excitación longitudinal.

Cuando el equipo probado como se indica en la figura 1 es un dispositivo generador de señales,  $V_{T1}$  deberá medirse selectivamente si hay necesidad de medir la pérdida de conversión longitudinal mientras el generador está activo. Las medidas selectivas son también preferibles cuando deban medirse grandes atenuaciones.

### 5.4 Otras consideraciones

En ciertas medidas puede necesitarse el prever una alimentación en continua para retención de la línea o una terminación de línea en continua. En tales casos, la Recomendación en la que se incluyen los requisitos del elemento probado, debe especificar también las exigencias para la utilización de corriente continua en línea.

## APÉNDICE I

### Aspectos de la conversión de señales longitudinales a señales transversales en accesos analógicos en algunos casos prácticos<sup>1</sup>

#### I.1 Introducción

Los cables de telecomunicación a veces atraviesan zonas sometidas a campos electromagnéticos perturbadores de gran intensidad, los cuales pueden inducir a lo largo de los mismos señales longitudinales importantes. En el caso de cables que transportan señales telefónicas de banda vocal, se ha establecido una técnica destinada a suprimir suficientemente la conversión de las señales longitudinales en señales transversales, técnica que consiste en utilizar cables y equipos muy simétricos. En general, los cables tienen un grado mucho más elevado de simetría del que se puede conseguir en el equipo terminal. El factor determinante son entonces las propiedades del equipo terminal, el decir, la simetría con respecto a tierra del acceso conectado al cable. Las propiedades de simetría de un acceso del equipo pueden expresarse de muchos modos. El parámetro que se emplea más a menudo es la "pérdida de conversión longitudinal", LCL. La definición general de la LCL se da en 4.1 y, en principio, se aplica a todos los casos. Sin embargo, en las especificaciones del *equipo*, la LCL se entiende la mayoría de las veces como un valor que se obtiene mediante un montaje de medida específico conforme con la figura 1, donde la impedancia de terminación transversal  $Z_1$  se hace igual a  $600 \Omega$  resistivos y la impedancia de fuente longitudinal  $Z_{L1} = Z/4$  es por ello de  $150 \Omega$  resistivos. La ventaja de esta última definición estriba en que la LCL se obtiene de una manera definida exactamente y que este valor de LCL proporciona una indicación general de la medida en que el acceso es simétrico con respecto a tierra. Sin embargo, la configuración de la figura 1 no se corresponde del todo con una representación realista de los casos que se dan en la práctica:

- 1) La impedancia de terminación transversal, hoy en día no es siempre de  $600 \Omega$  resistivos, sino que puede tratarse de una impedancia nominal compleja, como la que se recoge, por ejemplo, en la Recomendación Q.552.

---

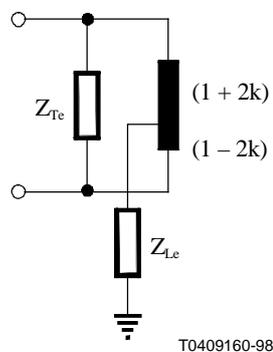
<sup>1</sup> Este apéndice se basa en información obtenida de la Recomendación G.117. Es aplicable especialmente a las señales telefónicas de banda vocal.

- 2) La impedancia de fuente longitudinal es resistiva sólo en casos excepcionales, presentando normalmente una capacidad elevada.

Por tanto, cuando se necesita efectuar un análisis más exacto de la conversión longitudinal-transversal que tiene lugar en la realidad, ha de utilizarse un montaje de medida especial que simule las condiciones reales, y/o ha de realizarse un análisis de circuitos más detallado. En lo que sigue a continuación, se llevará a cabo este análisis con objeto de ilustrar la diferencia entre una LCL medida y la LCL de conversión real. Para diferenciar los casos que se examinan, la pérdida de conversión longitudinal medida en el puente de medida de 600/150  $\Omega$  se designará por  $LCL_m$ , y la pérdida de conversión longitudinal en el circuito real por  $LCL_c$ .

## I.2 Cálculo de la pérdida de conversión longitudinal

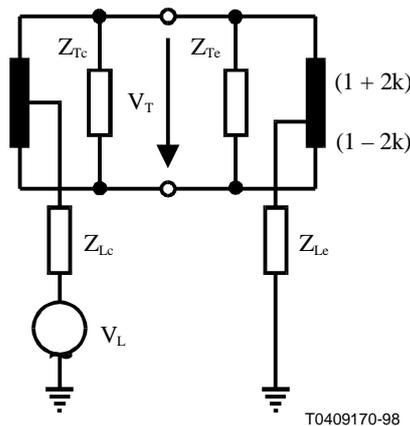
Las propiedades de asimetría de un acceso del equipo o un acceso de la red, pueden describirse de muchos modos mediante circuitos equivalentes. En la figura I.1 se muestra uno de estos circuitos, que emplea una bobina de choque ideal con una toma, y que se utiliza aquí porque conduce a expresiones sencillas. (El factor  $k$  es una medida del grado de asimetría).



$Z_{Te}$  Impedancia transversal  
 $Z_{Le}$  Impedancia longitudinal  
 $k$  Factor de conversión transversal

**Figura I.1/O.9 – Circuito equivalente de la asimetría con relación a tierra en un acceso**

Este tipo de circuito equivalente puede utilizarse tanto para el circuito (cable o puente de medida), que introduce la tensión longitudinal, como para el aparato de terminación, como se muestra en la figura I.2. (Obsérvese que se supone que el cable y el puente de medida son perfectamente simétricos.)



$Z_{Te}, Z_{Le}$  Impedancia transversal o longitudinal del equipo  
 $Z_{Tc}, Z_{Lc}$  Impedancia transversal o longitudinal del cable o el puente de medida

**Figura I.2/O.9 – Circuito equivalente para la conversión de la tensión longitudinal  $V_L$  a la tensión transversal  $V_T$**

Haciendo uso del circuito equivalente, se obtiene la siguiente expresión para la pérdida de conversión longitudinal  $LCL_c$  en el caso general:

$$LCL_c = 20 \cdot \lg \left| \frac{1}{k} \left\{ (Z_{Lc} + Z_{Le}) \cdot \left( \frac{1}{Z_{Tc}} + \frac{1}{Z_{Te}} \right) + k^2 \right\} \right| \text{ dB}$$

Obsérvese que esta ecuación es válida para todos los valores de  $k$ , es decir, incluso si el acceso estuviera fuera totalmente asimétrico, de modo que la ecuación anterior se puede simplificar así:

$$LCL_c = 20 \cdot \lg \left| \frac{1}{k} (Z_{Lc} + Z_{Le}) \cdot \left( \frac{1}{Z_{Tc}} + \frac{1}{Z_{Te}} \right) \right| \text{ dB}$$

En el montaje de medida para la pérdida de conversión longitudinal tenemos:

$Z_{Lc} = 150 \Omega$  y  $Z_{Tc} = 600 \Omega$ , por lo que:

$$LCL_m = 20 \cdot \lg \left| \frac{1}{k} (150 + Z_{Le}) \cdot \left( \frac{1}{600} + \frac{1}{Z_{Te}} \right) \right| \text{ dB}$$

### I.3 Dos ejemplos de la diferencia entre la $LCL_c$ y la $LCL_m$

Se supone que el circuito perturbado es un cable de abonado, perfectamente simétrico, y el equipo de terminación un acceso analógico de una central digital. El equipo terminal tiene una ligera asimetría con relación a tierra.

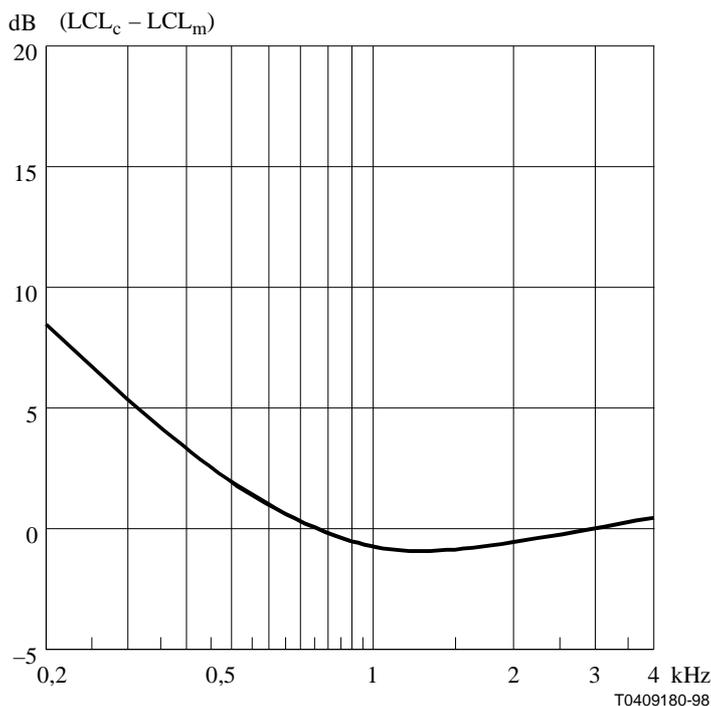
La impedancia transversal del equipo,  $Z_{Te}$ , es una impedancia compleja, y puede representarse por una resistencia de  $275 \Omega$  y una combinación en paralelo de una resistencia de  $780 \Omega$  y una capacitancia de  $150 \text{ nF}$ . Esta impedancia está suficientemente adaptada a la impedancia transversal de entrada del circuito del cable, de modo que  $Z_{Tc} = Z_{Te}$ .

Se supone que la impedancia longitudinal del equipo  $Z_{Le}$  es de  $300 \Omega$  resistiva.

En el primer ejemplo, el cable está terminado por un aparato telefónico con una impedancia longitudinal a tierra elevada. Entonces en el circuito, es decir, en el cable, la impedancia longitudinal de entrada  $Z_{Lc}$  puede representarse por una capacitancia  $C_s$  en serie con una resistencia pequeña. En nuestro ejemplo, se eligen los valores de  $C_s = 500$  nF y  $R_s = 75 \Omega$ , que son valores típicos de una línea de abonado.

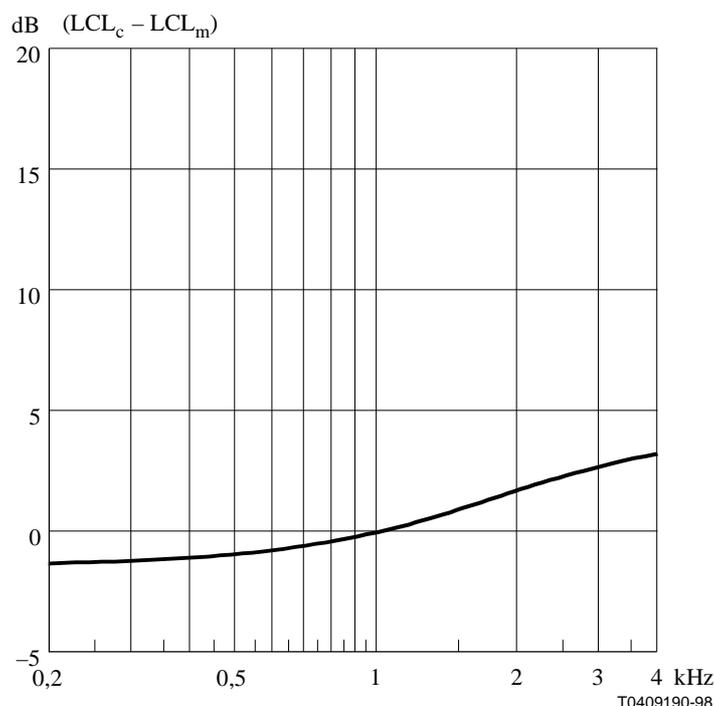
En el segundo ejemplo, la línea de abonado se termina con un equipo, perfectamente simétrico, pero con una impedancia longitudinal a tierra muy baja. Puede entonces considerarse  $Z_{Lc}$  como una resistencia pura, de un valor tres veces superior al valor del primer caso, es decir,  $Z_{Lc} = 225 \Omega$ .

La diferencia  $(LCL_c - LCL_m)$  para los dos casos se muestra en las figuras I.3 e I.4, respectivamente.



**Figura I.3/O.9 – Diferencia entre la pérdida de conversión longitudinal real  $LCL_c$  y la  $LCL_m$  medida con el puente de medida estándar**

(Impedancia longitudinal a tierra elevada en el extremo distante)



**Figura I.4/O.9 – Diferencia entre la pérdida de conversión longitudinal real  $LCL_c$  y la  $LCL_m$  medida con el puente de medida estándar**

(Impedancia longitudinal a tierra baja en el extremo cercano)

#### **I.4 Otra mirada a la pérdida de conversión longitudinal**

Un análisis más completo de las diferencias de LCL entre circuitos con pérdida de conversión longitudinal real y configuraciones de medida con pérdida de conversión longitudinal estándar se han dado anteriormente. Hay que señalar dos conclusiones notables:

- 1) La diferencia real entre el montaje de medida y la pérdida de conversión longitudinal real es bastante independiente de la impedancia de entrada terminal y, por consiguiente este análisis se aplica, virtualmente, a todas las impedancias de entrada razonables, incluidas las impedancias de  $600 \Omega$  y  $900 \Omega + 2,16 \mu F$ .
- 2) La diferencia entre la pérdida de conversión longitudinal real y la pérdida de conversión longitudinal medida con el montaje de medición, es compensada por los límites de LCL inferiores en frecuencias inferiores, como, por ejemplo, se señala en la Recomendación Q.553. La Recomendación Q.553 requiere un mínimo de 40 dB de LCL de 300 Hz a 600 Hz, y de un mínimo de 46 dB de LCL de 600 Hz a 3400 Hz.



## **SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T**

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie B	Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación
Serie C	Estadísticas generales de telecomunicaciones
Serie D	Principios generales de tarificación
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
Serie G	Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedios
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Transmisiones de señales radiofónicas, de televisión y de otras señales multimedios
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	RGT y mantenimiento de redes: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsímil y circuitos arrendados internacionales
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
<b>Serie O</b>	<b>Especificaciones de los aparatos de medida</b>
Serie P	Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de datos y comunicación entre sistemas abiertos
Serie Y	Infraestructura mundial de la información y aspectos protocolo Internet
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación