



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**UIT-T**

**G.117**

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

(02/96)

**SYSTÈMES ET SUPPORTS DE TRANSMISSION  
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES  
CONNEXIONS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONALES  
ET DES CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES  
INTERNATIONAUX**

---

**DISSYMÉTRIE PAR RAPPORT À LA TERRE  
DU POINT DE VUE DE LA TRANSMISSION**

**Recommandation UIT-T G.117**

(Antérieurement «Recommandation du CCITT»)

---

## AVANT-PROPOS

L'UIT-T (Secteur de la normalisation des télécommunications) est un organe permanent de l'Union internationale des télécommunications (UIT). Il est chargé de l'étude des questions techniques, d'exploitation et de tarification, et émet à ce sujet des Recommandations en vue de la normalisation des télécommunications à l'échelle mondiale.

La Conférence mondiale de normalisation des télécommunications (CMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'études à traiter par les Commissions d'études de l'UIT-T lesquelles élaborent en retour des Recommandations sur ces thèmes.

L'approbation des Recommandations par les Membres de l'UIT-T s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT (Helsinki, 1<sup>er</sup>-12 mars 1993).

La Recommandation révisée UIT-T G.117, que l'on doit à la Commission d'études 12 (1993-1996) de l'UIT-T, a été approuvée le 6 février 1996 selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

---

### NOTE

Dans la présente Recommandation, l'expression «Administration» est utilisée pour désigner de façon abrégée aussi bien une administration de télécommunications qu'une exploitation reconnue de télécommunications.

© UIT 1996

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'UIT.

## TABLE DES MATIÈRES

		<i>Page</i>
1	Objectif.....	1
2	Principes d'un système de nomenclature.....	1
3	Résumé des termes descriptifs utilisés.....	2
3.1	Réseaux à un seul accès.....	2
3.2	Réseaux à deux accès.....	2
3.3	Générateurs de signaux.....	2
3.4	Récepteurs de signaux.....	2
4	Définitions et méthodes de mesure correspondant à des dispositions de mesure optimales.....	3
4.1	Réseaux à un seul accès.....	4
4.2	Réseaux à deux accès.....	7
4.3	Générateurs de signaux.....	10
4.4	Récepteurs de signaux.....	11
5	Autres définitions de mesure.....	12
5.1	Rapport d'élimination dans le mode commun.....	12
	Annexe A – Conversion des signaux longitudinaux en signaux transversaux au niveau des accès analogiques dans certains cas pratiques.....	14
A.1	Introduction.....	14
A.2	Calcul de l'affaiblissement de conversion longitudinale.....	14
A.3	Différence pratique entre $LCL_c$ et $LCL_m$ : deux exemples.....	16
A.4	Analyse complémentaire de l'affaiblissement de conversion longitudinale.....	16
	Références.....	18

## **RÉSUMÉ**

Dans de nombreuses applications, la performance des équipements en termes de symétrie est un point crucial pour assurer un affaiblissement suffisant des signaux brouilleurs sur le conduit de transmission normal. La présente Recommandation donne des directives sur les méthodes de mesure appropriées à l'évaluation des différents effets d'une dissymétrie.

## DISSYMMÉTRIE PAR RAPPORT À LA TERRE DU POINT DE VUE DE LA TRANSMISSION

(Genève, 1980; modifiée à Malaga-Torremolinos, 1984 et Melbourne, 1988;  
révisée en 1996)

### 1 Objectif

On trouvera dans la présente Recommandation un ensemble complet de mesures usuelles relatives aux divers paramètres de symétrie applicables aux réseaux à un seul accès et à deux accès, mesures conçues pour pouvoir être effectuées en exploitation ou en usine au moyen d'appareils relativement simples (par exemple: oscillateurs usuels de transmission, appareils de mesure de niveau), associés à un pont de mesure spécial. Les montages à réaliser pour mesurer le degré de dissymétrie figurent dans la Recommandation O.9 [1] et sont conformes avec la présente Recommandation.

Les définitions et les méthodes sont conçues de façon que les résultats obtenus sur des éléments d'équipements mesurés (ou spécifiés) séparément (par exemple: ponts d'alimentation, paires en câble, entrées à fréquence vocale d'équipements de modulation de voie, etc.) puissent être valablement combinés (sans que ce soit nécessairement par une simple addition de décibels), de sorte qu'il soit possible de prévoir la qualité de fonctionnement d'une chaîne constituée par de tels éléments en cascade (ou, du moins, de déterminer des limites caractérisant cette qualité de fonctionnement). La qualité de fonctionnement selon cette acception a trait aux propriétés qu'affectent les conditions de dissymétrie (par exemple: niveau de bruit impulsif, sensibilité aux influences longitudinales, écart diaphonique, etc.).

### 2 Principes d'un système de nomenclature

De multiples termes différents ont été utilisés dans les écrits traitant de la dissymétrie par rapport à la terre; certains sont contradictoires ou, à certains égards, impropres. Les appellations descriptives des quantités utilisées dans la présente Recommandation sont basées sur les principes suivants:

- a) *Conversion selon le mode.* Ainsi, une terminaison médiocre (non équilibrée) donnera naissance à un signal transversal non désiré quand elle sera excitée par un signal longitudinal, et la mesure de cet effet est ici désignée par *rapport de conversion longitudinale* et par *affaiblissement de conversion longitudinale* (LCL) quand elle est exprimée en unités de transmission.
- b) Quand on a affaire à un système à deux accès dans lequel, par exemple, une excitation longitudinale appliquée à un seul accès produit un signal transversal apparaissant à un autre accès, l'appellation comprend le mot *transfert*, ce qui donne, par exemple, *rapport de transfert de conversion longitudinale* avec l'affaiblissement correspondant (LCTL).
- c) L'impédance du trajet longitudinal présentée par un objet à mesurer est un paramètre capital. Le terme *rapport d'impédance longitudinale* est utilisé; son expression en décibels est désignée par *affaiblissement d'impédance longitudinale* pour caractériser la mesure particulière définie ici.
- d) Les dispositifs actifs qui sont des sources de signaux (par exemple: un oscillateur, la sortie d'un amplificateur) sont en outre caractérisés par l'importance du signal longitudinal non désiré qui se trouve dans l'émission. Le mot *sortie* est alors introduit, ce qui donne *tension de sortie longitudinale* et, corrélativement, *niveau de sortie longitudinale*. Quand de tels signaux non désirés sont exprimés sous forme de proportion par rapport au signal (transversal) utile, la phrase essentielle est *rapport d'équilibre des signaux de sortie*, dont l'expression en décibels est *l'équilibre des signaux de sortie*.
- e) Des dispositifs qui réagissent de façon continue à des signaux (par exemple: appareils de mesure de niveau, entrée d'un amplificateur) et qui, par suite de mécanismes internes (c'est-à-dire: même si leurs impédances d'entrée sont parfaitement équilibrées), peuvent en principe être soumis à des signaux longitudinaux non désirés sont caractérisés par des mesures contenant les mots *perturbations à l'entrée*. Cette mesure est le *rapport de perturbation longitudinale à l'entrée*, l'expression correspondante en décibels étant *affaiblissement de perturbation longitudinale à l'entrée*. Le terme, établi de longue date et bien défini, *rapport d'affaiblissement dans le mode commun* est maintenu; d'autre part, le terme «*coefficient de sensibilité*», qui est utilisé dans les Directives [2] et lors des travaux de la Commission d'études 5 dans un sens assez particulier est évité.

- f) Quand on a affaire à un réseau à deux accès, il se peut que les signaux d'entrée et de sortie soient différents et qu'ils aient par exemple des niveaux, des fréquences (modems MRF) ou des structures (équipement de multiplexage MIC) différents. Il convient d'en tenir compte lorsque l'on formule les propositions relatives à l'élément soumis aux essais.
- g) Pour les dispositifs de réception dont le fonctionnement ne varie pas de manière linéaire avec le niveau du signal d'entrée (par exemple un appareil de mesure du temps de propagation de groupe ou un modem pour données), le principe essentiel est le niveau *de seuil* de la perturbation; c'est le niveau au-delà duquel la dégradation du fonctionnement devient inacceptable. On obtient ainsi la *tension de seuil de perturbation longitudinale* et le *niveau* correspondant.

### 3 Résumé des termes descriptifs utilisés

#### 3.1 Réseaux à un seul accès

- a) Coefficient de réflexion transversale (affaiblissement d'adaptation transversale: TRL) (*transverse return loss*);
- b) rapport (affaiblissement: TCL) de conversion transversale (*transverse conversion ratio*);
- c) rapport (affaiblissement: LCL) de conversion longitudinale (*longitudinal conversion ratio*);
- d) rapport (affaiblissement: LIL) d'impédance longitudinale (*longitudinal impedance ratio*);
- e) tension (niveau: TOL) de sortie transversale (*transverse output voltage*);
- f) tension (niveau: LOL) de sortie longitudinale (*longitudinal output voltage*).

Les tensions e) et f) sont des signaux parasites sans corrélation avec les signaux utiles.

#### 3.2 Réseaux à deux accès

##### 3.2.1 Mesure séparée

On applique à chacun des accès les mesures applicables aux réseaux à un seul accès:

- a) coefficient de réflexion transversale (affaiblissement d'adaptation transversale: TRL);
- b) rapport (affaiblissement: TCL) de conversion transversale;
- c) rapport (affaiblissement: LCL) de conversion longitudinale;
- d) rapport (affaiblissement: LIL) d'impédance longitudinale;
- e) tension (niveau: TOL) de sortie transversale;
- f) tension (niveau: LOL) de sortie longitudinale.

##### 3.2.2 Mesure groupée

De plus, les paramètres de transfert suivants sont mesurés dans chaque sens de transmission:

- a) rapport (affaiblissement: TTL) de transfert transversal (*transverse transfer ratio*);
- b) rapport (affaiblissement: TCTL) de transfert de conversion transversale (*transverse conversion transfer ratio*);
- c) rapport (affaiblissement: LTL) de transfert longitudinal (*longitudinal transfer ratio*);
- d) rapport (affaiblissement: LCTL) de transfert de conversion longitudinale (*longitudinal conversion transfer ratio*).

#### 3.3 Générateurs de signaux

- Rapport (affaiblissement: OSB) d'équilibre du signal de sortie (*output signal balance ratio*).

Cette mesure s'ajoute aux six mesures citées au 3.1 pour les réseaux à un seul accès.

#### 3.4 Récepteurs de signaux

- a) Rapport (affaiblissement: ILIL) de perturbation longitudinale à l'entrée (*input longitudinal interference ratio*);
- b) tension (niveau) de seuil de perturbation longitudinale.

Ces mesures s'ajoutent aux six mesures indiquées au 3.1 pour les réseaux à un seul accès. Si le signal utile est longitudinal (par exemple, dans un système de signalisation) et si la tension perturbatrice est transversale, on remplacera le mot *longitudinal* par le mot *transversal* dans les termes descriptifs.

#### 4 Définitions et méthodes de mesure correspondant à des dispositions de mesure optimales

Les définitions illustrées dans le présent article supposent des ponts de mesure de caractéristiques optimales, utilisant des enroulements à prise médiane d'inductance infinie sans affaiblissement, des générateurs de tension à impédance nulle et des voltmètres à impédance infinie.

Cet ensemble de mesures compatibles a pour caractéristique importante que le pont de mesure fournit simultanément des terminaisons de référence définies de  $Z$  ohms pour les trajets transversaux et de  $Z/4$  ohms pour les trajets longitudinaux. A partir de là, on peut calculer, à l'aide des mesures spécifiées, la qualité de fonctionnement des éléments en cascade, compte tenu du fait que ces éléments ne présentent pas en général les impédances de référence existant dans les conditions de mesure.

Une impédance de référence non réactive simplifie le calcul mathématique et permet de réaliser un objectif important, car elle facilite l'utilisation des appareils de mesure de transmission disponibles pour obtenir des résultats de mesure en service et en usine.

La configuration idéale du pont de mesure utilisé dans les pages qui suivent est indiquée sur la Figure 1.

A noter toutefois que la configuration du pont de mesure, avec une impédance transversale  $Z$  et une impédance longitudinale  $Z/4$ , n'est en général pas représentative des conditions réelles rencontrées. Certaines précautions sont donc nécessaires lors de la conversion de paramètres de dissymétrie mesurés en information de dissymétrie utilisable dans les cas pratiques. Cette remarque s'applique en particulier au paramètre d'affaiblissement de conversion longitudinale LCL communément utilisé. L'Annexe A traite en détail ce problème.

Les sources transversale et longitudinale  $E_T$  et  $E_L$  sont mises en œuvre selon les besoins pour les mesures; dans la Figure 6, aucune source n'émet, et le pont de mesure fournit alors seulement des terminaisons passives  $Z$  et  $Z/4$ .

NOTE – Il aurait été conforme à la théorie classique de la transmission de définir ces paramètres en fonction de la moitié de la f.é.m. en circuit ouvert. Cependant, afin de s'aligner sur la Recommandation O.9, la présente Recommandation définit quelques paramètres en fonction de  $V_{T1}$ . Si l'impédance d'entrée du dispositif à l'essai est nominalement égale à celle du dispositif d'excitation, les deux méthodes sont équivalentes.

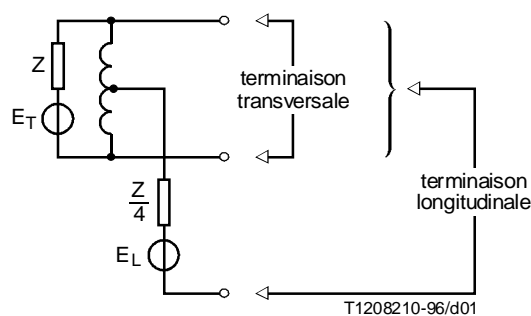
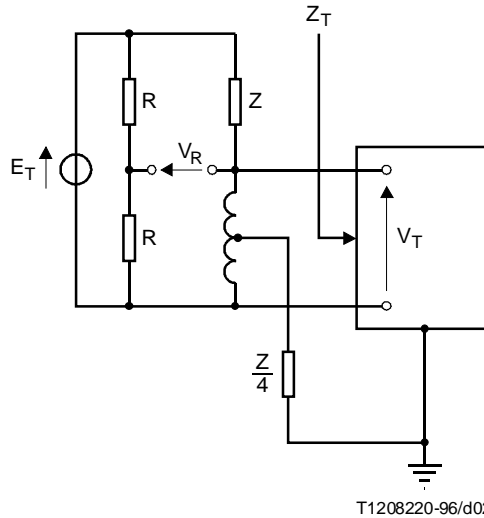


FIGURE 1/G.117

## 4.1 Réseaux à un seul accès

### 4.1.1 Coefficient (affaiblissement d'adaptation) de réflexion transversale (voir la Figure 2)



$$\text{coefficient de réflexion transversale } \rho = \frac{Z - Z_T}{Z + Z_T} = \frac{\text{tension réfléchie}}{\text{tension incidente}} = \frac{2V_R}{E_T}$$

et

$$\text{affaiblissement d'adaptation transversale (TRL) (transverse return loss)} = 20 \log_{10} \left| \frac{1}{\rho} \right| = 20 \log_{10} \left| \frac{E_T}{2V_R} \right| \text{ dB}$$

#### NOTES

1 La valeur de  $R$  n'est théoriquement pas prise en compte. Le diviseur de tension traversant le générateur à impédance nulle est seulement nécessaire pour produire la moitié de la tension du générateur, qui est numériquement égale à la tension incidente requise pour la définition.

2 Les ponts classiques de mesure de l'affaiblissement d'adaptation ne terminent pas le trajet longitudinal sur  $Z/4$ . Cela n'a pas d'importance quand l'affaiblissement d'adaptation est inférieur d'environ 20 dB à l'affaiblissement de conversion longitudinale de l'objet à mesurer. En pareil cas, la puissance réfléchie est nettement plus grande que celle qui est dirigée sur le trajet longitudinal, et l'erreur est négligeable.

3 Si l'on connaît  $Z_T$ ,  $\rho$  n'est évidemment pas nécessaire. Si l'on mesure  $V_T$ ,  $\rho$  peut être calculé au moyen de l'expression:

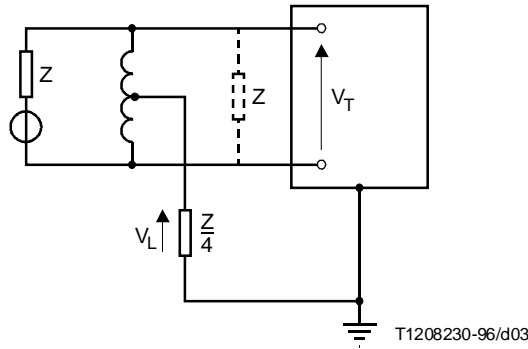
$$\rho = 1 - \frac{2V_T}{E_T}$$

ce qui n'est pas très commode lorsque l'affaiblissement d'adaptation est important.

FIGURE 2/G.117



**4.1.2 Rapport (affaiblissement) de conversion transversale** (voir la Figure 3)



rapport de conversion transversale  $k = \frac{V_L}{V_T}$

et

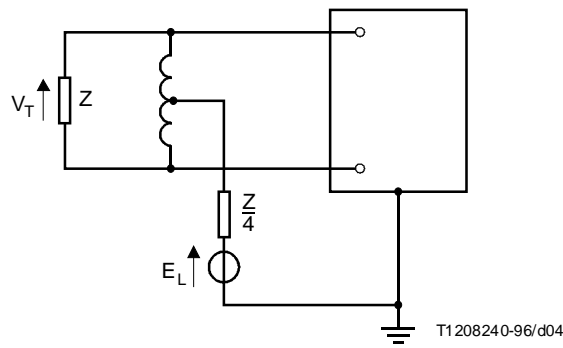
affaiblissement de conversion transversale (TCL) =  $20 \log_{10} \left| \frac{1}{k} \right| = 20 \log_{10} \left| \frac{V_T}{V_L} \right|$  dB

**NOTES**

- 1 Dans un réseau bilatéral de caractéristiques passives et linéaires, l'affaiblissement de conversion transversale est égal à la moitié du rapport de conversion longitudinale  $c$ . En revanche, cette relation n'est pas valable pour d'autres dispositions de réseau.
- 2 La composante en tirets est nécessaire pour un dipôle uniquement utilisé pour relier en pont le circuit de transmission et ne sera plus explicitement mentionnée.

FIGURE 3/G.117

**4.1.3 Rapport (affaiblissement) de conversion longitudinale** (voir la Figure 4)



rapport de conversion longitudinale,  $c = \frac{V_T}{E_L}$

et

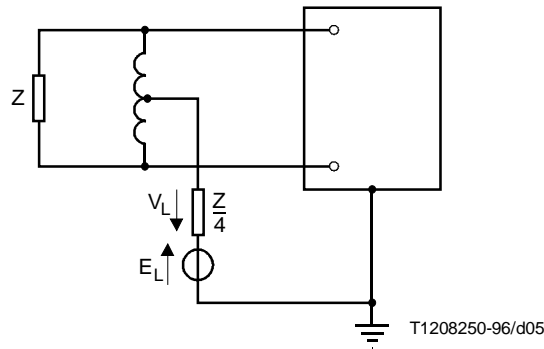
affaiblissement de conversion longitudinale (LCL) =  $20 \log_{10} \left| \frac{1}{c} \right| = 20 \log_{10} \left| \frac{E_L}{V_T} \right|$  dB

**NOTES**

- 1 Cette mesure est désignée également dans d'autres Recommandations:
  - a) symétrie longitudinale;
  - b) degré de dissymétrie;
  - c) dissymétrie;
  - d) degré de symétrie longitudinale;
  - e) rapport d'équilibre des signaux;
  - f) déséquilibre d'impédance par rapport à la terre.
- 2 Le rapport de conversion longitudinale est applicable à un dispositif quelconque à un seul accès, même s'il s'agit d'une source de signaux (par exemple: oscillateur, bornes de sortie). En pareil cas, la tension transversale  $V_T$  doit être mesurée d'une manière sélective s'il est nécessaire de mesurer cet affaiblissement pour un générateur de signaux en marche.

FIGURE 4/G.117

**4.1.4 Rapport (affaiblissement) d'impédance longitudinale** (voir la Figure 5)



rapport d'impédance longitudinale,  $q = \frac{E_L}{V_L}$

et

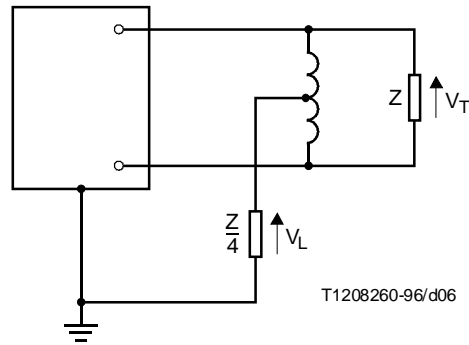
$$\text{affaiblissement d'impédance longitudinale (LIL)} = 20 \log_{10} |q| = 20 \log_{10} \left| \frac{E_L}{V_L} \right| \text{ dB}$$

**NOTES**

- 1 Cette mesure supplémentaire est nécessaire si l'on désire prévoir la qualité de fonctionnement d'éléments en série.
- 2 Si les objets à mesurer sont pratiquement isolés de la terre (par exemple, un appareil de mesure portatif à double isolation non relié volontairement à la terre), la valeur de  $V_L$  est très faible et le rapport (et l'affaiblissement) correspondant est très grand. Mais en pareil cas, le couplage introduit entre les trajets longitudinal et transversal est très faible et cet effet n'est donc pas important.

FIGURE 5/G.117

**4.1.5 Tension (niveau) de sortie transversale et longitudinale** (voir la Figure 6)



tension de sortie transversale =  $V_T$

$$\text{niveau de sortie transversale (TOL)} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_T}{1 \text{ volt}} \right| \text{ dBV}$$

tension de sortie longitudinale =  $V_L$

$$\text{niveau de sortie longitudinale (LOL)} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_L}{1 \text{ volt}} \right| \text{ dBV}$$

**NOTES**

1 Ces mesures concernent les signaux parasites qui n'ont aucun rapport avec le signal utile. Par exemple, un système de signalisation à courant continu dans un trajet longitudinal peut produire des signaux transversaux non désirés. De même, la sortie d'un amplificateur peut produire un bruit longitudinal non désiré, et une paire en câble peut débiter des signaux longitudinaux non désirés résultant de l'induction ou du rayonnement.

2 Des tensions de référence autres que 1 V peuvent être utilisées: par exemple, 0,775 V pour 1 mW à 600 Ω (avec la désignation en dB [3]).

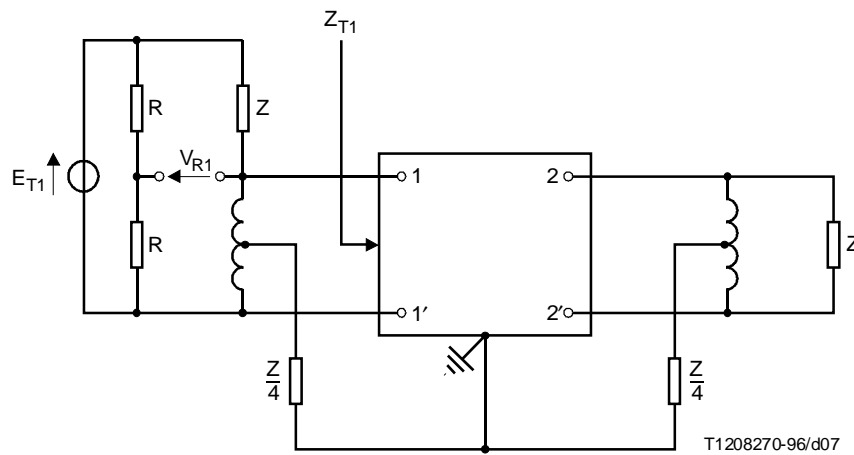
FIGURE 6/G.117

## 4.2 Réseaux à deux accès

On applique, dans ces réseaux, des principes semblables à ceux qui ont été décrits pour les réseaux à un seul accès, mais les signaux peuvent maintenant être transférés d'un accès à l'autre. Les deux accès sont désignés par les indices 1/1' pour un côté et 2/2' pour l'autre côté et font l'objet des mesures suivantes:

- des mesures dans lesquelles l'excitation et la réponse ont lieu du même côté du réseau; ces mesures sont déjà définies pour un réseau à un seul accès; elles sont désignées par l'indice 1/1' ou 2/2' selon le cas;
- des mesures dans lesquelles l'excitation et la réponse ont lieu des deux côtés du réseau. La désignation contient le mot transfert et le symbole deux indices, dont l'ordre indique le sens de transmission.

### 4.2.1 Coefficient (affaiblissement d'adaptation) de réflexion transversale (voir la Figure 7)



$$\text{coefficient de réflexion transversale du côté } 1/1' = \rho_1 = \frac{Z - Z_{T1}}{Z + Z_{T1}} = \frac{2V_{R1}}{E_{T1}}$$

et

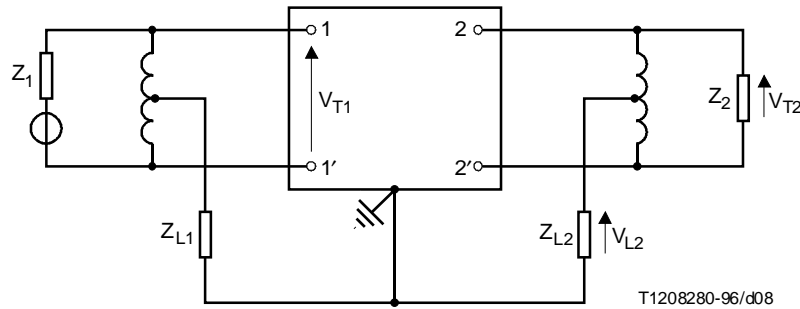
$$\text{affaiblissement d'adaptation transversale du côté } 1/1' \text{ (TRL}_1\text{)} = 20 \log_{10} \left| \frac{1}{\rho_1} \right| = 20 \log_{10} \left| \frac{E_{T1}}{2V_{R1}} \right| \text{ dB}$$

de même du côté 2/2' (TRL<sub>2</sub>).

NOTE -  $Z_{T1}$  est l'impédance que présente le côté 1/1' quand le côté 2/2' est terminé par un pont de mesure comme le montre la figure.

FIGURE 7/G.117

**4.2.2 Rapport (affaiblissement) de transfert transversal et rapport (affaiblissement) de transfert de conversion** (voir la Figure 8)



rapport de transfert transversal de 1 vers 2 =  $g_{12} = \frac{V_{T2}}{V_{T1}}$

et

affaiblissement de transfert transversal de 1 vers 2 ( $TTL_{12}$ ) =  $20 \log_{10} \left| \frac{1}{g_{12}} \right| = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{T1}}{V_{T2}} \right|$  dB

rapport de transfert de conversion transversale de 1 vers 2 =  $t_{12} = \frac{V_{L2}}{V_{T1}}$

et

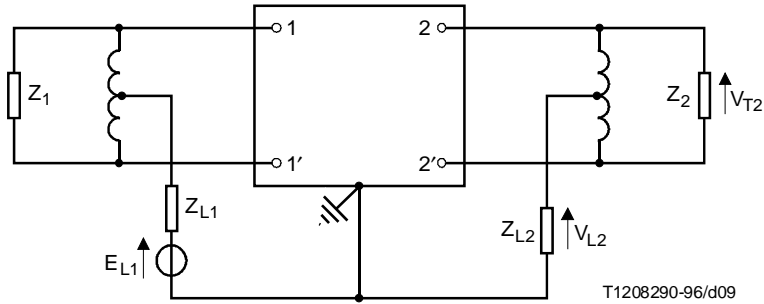
affaiblissement de transfert de conversion transversale de 1 vers 2 ( $TCTL_{12}$ ) =  $20 \log_{10} \left| \frac{1}{t_{12}} \right| = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{T1}}{V_{L2}} \right|$  dB

L'intervention de 1 et 2 donne la définition pour les rapports de transfert de l'affaiblissement de conversion transversale/longitudinale dans l'autre sens de la transmission.

NOTE –  $Z_1$  et  $Z_2$  sont les impédances terminales connectées respectivement à l'accès d'entrée et/ou de sortie de l'élément soumis aux essais.  $Z_1$  et  $Z_2$  sont généralement égales à l'impédance nominale de l'accès auquel elles sont connectées, à 25% près. Si l'on effectue les mesures à des accès d'entrée à impédance élevée, il convient de connecter une impédance supplémentaire  $Z_1$  à l'accès d'entrée 1/1'. Les impédances longitudinales  $Z_{L1}$  et  $Z_{L2}$  sont nominalement égales à  $Z_1/4$  et  $Z_2/4$  respectivement. Cependant, l'on peut utiliser diverses valeurs, ce qui peut être nécessaire pour reproduire plus fidèlement les conditions de fonctionnement de l'élément soumis aux essais. Il faut alors spécifier la valeur de  $Z_{L1}$  ou  $Z_{L2}$  à l'aide de la Recommandation qui traite de l'élément en cours d'essai.

FIGURE 8/G.117

**4.2.3 Rapport (affaiblissement) de transfert longitudinal et rapport (affaiblissement) de transfert de conversion** (voir la Figure 9)



rapport de transfert longitudinal de 1 vers 2 =  $m_{12} = \frac{V_{L2}}{E_{L1}}$

et

affaiblissement de transfert longitudinal de 1 vers 2 (LTL<sub>12</sub>) =  $20 \log_{10} \left| \frac{1}{m_{12}} \right| = 20 \log_{10} \left| \frac{E_{L1}}{V_{L2}} \right|$  dB

rapport de transfert de conversion longitudinale de 1 vers 2 =  $h_{12} = \frac{V_{T2}}{E_{L1}}$

et

affaiblissement de transfert de conversion longitudinale de 1 vers 2 (LCTL<sub>12</sub>) =  $20 \log_{10} \left| \frac{1}{h_{12}} \right| = 20 \log_{10} \left| \frac{E_{L1}}{V_{T2}} \right|$  dB

En intervertissant les bornes 1/1' et 2/2' on obtient les définitions pour le rapport et l'affaiblissement de transfert LTL<sub>21</sub> et LCTL<sub>21</sub> dans l'autre sens de transmission.

**NOTES**

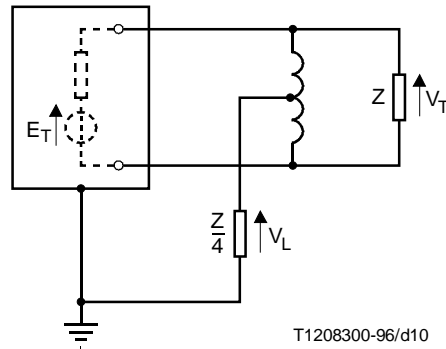
- 1 Cette mesure est désignée dans d'autres Recommandations sous le nom d'*asymétrie d'impédance par rapport à la terre*.
- 2 Il aurait été plus conforme à la théorie classique de définir les quantités en fonction de la moitié de la f.é.m. en circuit ouvert mais les Recommandations de l'UIT-T relatives aux paramètres de symétrie tenant compte d'une excitation longitudinale sont déjà exprimées par rapport à la f.é.m. en circuit ouvert. Il ne paraît pas nécessaire d'introduire un «écart» de 6 dB entre la pratique courante et ces nouvelles définitions.
- 3  $Z_1$  et  $Z_2$  sont les impédances connectées respectivement en parallèle aux accès d'entrée et de sortie de l'élément soumis aux essais.  $Z_1$  et  $Z_2$  se situent généralement dans une plage de  $\pm 25\%$  par rapport à l'impédance nominale de l'accès auquel elles sont connectées. Si l'on effectue les mesures à des accès d'entrée à impédance élevée, il faut connecter une impédance supplémentaire  $Z_1$  entre les accès 1/1'. Les valeurs nominales des impédances longitudinales  $Z_{L1}$  et  $Z_{L2}$  sont respectivement égales à  $Z_1/4$  ou  $Z_2/4$ . Toutefois l'on peut utiliser diverses valeurs. Ceci peut s'avérer nécessaire afin de reproduire fidèlement les conditions de fonctionnement de l'élément soumis aux essais. Il faut alors spécifier la valeur de  $Z_{L1}$  et/ou de  $Z_{L2}$  à l'aide de la Recommandation qui traite de l'élément soumis aux essais.

FIGURE 9/G.117

### 4.3 Générateurs de signaux

Outre les six mesures définies pour les réseaux à un seul accès, une mesure est nécessaire pour vérifier le volume des signaux parasites par rapport aux signaux utiles produits par le générateur sur le circuit auquel il est connecté. Il s'agit du:

#### 4.3.1 Rapport (affaiblissement) d'équilibre du signal de sortie (voir la Figure 10)



$$\text{rapport d'équilibre du signal de sortie, } b = \frac{V_L}{V_T}$$

et

$$\text{affaiblissement d'équilibre du signal de sortie (OSB)} = 20 \log_{10} \left| \frac{1}{b} \right| = 20 \log_{10} \left| \frac{V_T}{V_L} \right| \text{ dB}$$

#### NOTES

- 1 Cette mesure est une version généralisée des quantités désignées comme déséquilibre de la force électromotrice de sortie.
- 2 Cette mesure se rapporte aussi indirectement et d'une manière complexe aux coefficients de sensibilité définis en [2] pour l'induction électromagnétique et électrostatique, si l'on considère une paire en câble comme une source simultanée de signaux transversaux en corrélation avec des tensions longitudinales induites.
- 3 L'objet à mesurer fournit la source des signaux, et un générateur distinct n'est pas nécessaire.
- 4 La définition concerne particulièrement les générateurs de signaux transversaux (par exemple: oscillateurs de transmission), mais elle peut s'appliquer par extension à un générateur de signaux longitudinaux (par exemple: un système de signalisation basse fréquence utilisant le circuit fantôme mis à la terre). En pareil cas, le rapport peut être inversé de manière que l'expression en décibels conserve une valeur positive.
- 5 Les autres quantités (affaiblissement d'adaptation, affaiblissement de conversion longitudinale, affaiblissement d'impédance longitudinale et les tensions de sortie transversale et longitudinale sans corrélation) doivent être mesurées d'une manière sélective afin que les valeurs obtenues correspondent aux conditions de fonctionnement.

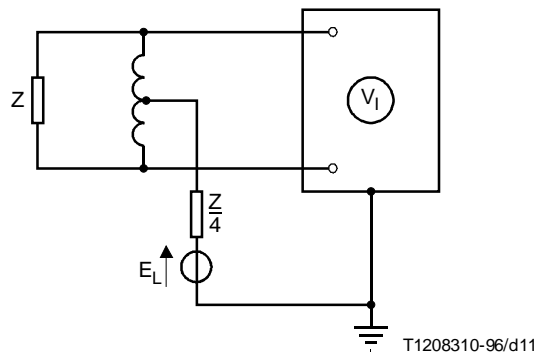
FIGURE 10/G.117

## 4.4 Récepteurs de signaux

Outre les six mesures déjà définies pour les réseaux à un seul accès, il faut prévoir des mesures supplémentaires pour vérifier la sensibilité des récepteurs de signaux aux signaux non désirés. Deux cas sont importants. Le premier concerne les récepteurs à réponse linéaire variant en fonction du niveau du signal utile, par exemple: l'indication d'un décibel/mètre. En pareil cas, les signaux parasites se traduisent par une *imprécision* des mesures.

Le deuxième cas concerne les récepteurs tels que les modems de données, les appareils de mesure du temps de propagation de groupe, et les récepteurs de signalisation, dont les signaux non désirés entraînent un *fonctionnement erroné* ou incorrect. Nous définissons alors ces deux mesures supplémentaires.

### 4.4.1 Rapport (affaiblissement) de perturbation longitudinale à l'entrée (voir la Figure 11)



$$\text{rapport de perturbation à l'entrée} = s = \frac{V_I}{E_L}$$

et

$$\text{affaiblissement de perturbation longitudinale à l'entrée} = 20 \log_{10} \left| \frac{1}{s} \right| = 20 \log_{10} \left| \frac{E_L}{V_I} \right| \text{ dB}$$

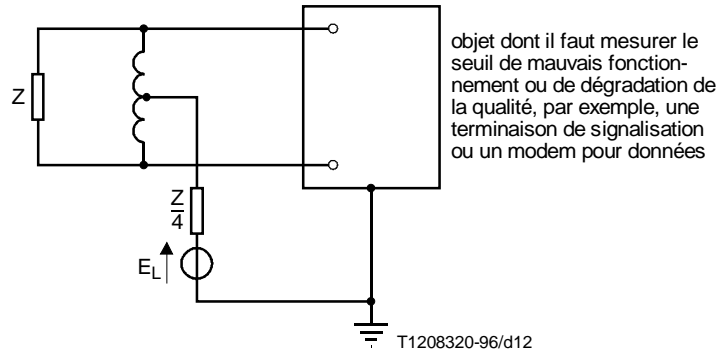
où  $V_I$  est la tension indiquée par l'appareil de mesure soumis aux essais.

#### NOTES

- 1 Il s'agit d'une version généralisée des quantités désignées comme rapport d'équilibre des signaux du récepteur (Recommandation O.41 [4]).
- 2 L'appareil de mesure fournit lui-même une des tensions requises par la définition.
- 3 Cette mesure s'apparente au *rapport d'affaiblissement dans le mode commun*, mais d'une manière complexe. En particulier, la différence n'est pas de 6 dB. Cela est dû au fait que pour mesurer le rapport d'élimination longitudinale les bornes transversales d'entrée sont mises en court-circuit et qu'ainsi aucun signal transversal ne peut engendrer un signal longitudinal supplémentaire, au moyen du déséquilibre de l'impédance d'entrée.
- 4 Ce concept peut être étendu aux récepteurs donnant une réponse linéaire aux signaux longitudinaux perturbés par des signaux transversaux. La désignation est alors: rapport (affaiblissement) de perturbation *transversale* à l'entrée, et il faut modifier la disposition des circuits.

FIGURE 11/G.117

#### 4.4.2 Tension (niveau) de seuil de perturbation longitudinale (voir la Figure 12)



tension de seuil de perturbation longitudinale =  $E_L$

et

$$\text{niveau de seuil de perturbation longitudinale} = 20 \log_{10} \left| \frac{E_L}{1 \text{ volt}} \right| \text{ dBV}$$

où  $E_L$  est la tension à partir de laquelle se produit un mauvais fonctionnement de l'appareil de mesure.

#### NOTES

- 1 L'on pourra utiliser des tensions de référence autres que 1 volt: 0,775 volt pour 1 mW à 600  $\Omega$  (avec la désignation dB [3]).
- 2 Il conviendra de définir le terme «mauvais fonctionnement» qui désigne l'importance de la dégradation de la qualité. Dans le cas d'un modem pour données, il pourra être défini en fonction du taux d'erreurs.
- 3 La tension de seuil peut être spécifiée comme une valeur efficace, ou comme une tension impulsive mesurée par un compteur d'impulsions, ou en fonction de sa forme d'onde (rectangulaire ou triangulaire, par exemple).
- 4 Ce concept peut être étendu aux signaux transversaux non désirés qui dégradent le fonctionnement des récepteurs longitudinaux, à condition d'apporter des modifications appropriées au circuit de mesure et à la désignation de la mesure.

FIGURE 12/G.117

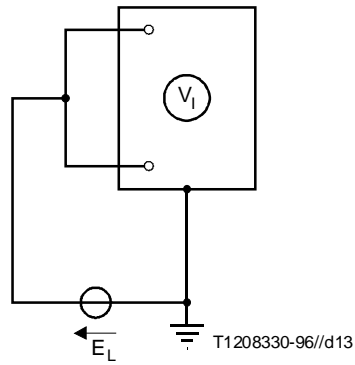
## 5 Autres définitions de mesure

### 5.1 Rapport d'élimination dans le mode commun

Cette quantité concerne les récepteurs de signaux; elle est mesurée conformément au principe indiqué dans la Figure 13, les bornes d'entrée étant en court-circuit puis alimentées ensemble.

Il est évident que cette mesure s'apparente un peu au rapport de perturbation longitudinale à l'entrée, mais vu l'absence de signal transversal (en raison du court-circuit) aucun mécanisme de conversion transversale/longitudinale n'intervient dans l'objet à mesurer. Il n'y a donc pas, en général, de relation simple entre les deux mesures, comme il ressort de l'illustration de la Figure 14 montrant un appareil de mesure dans lequel l'impédance d'entrée est dissymétrique et où les rapports de gain des deux moitiés de l'amplificateur différentiel sont également légèrement différents. Pour autant que la valeur de  $\epsilon$  soit comme dans la Figure 14 et que  $\Delta \ll 1$ , les divers paramètres d'équilibre sont ceux qui sont indiqués; cela suppose que le rapport d'élimination dans le mode commun n'est pas deux fois plus élevé que le rapport de perturbation longitudinale à l'entrée, autrement dit qu'il n'y a pas une différence de 6 dB entre les valeurs en décibels de ces deux rapports.





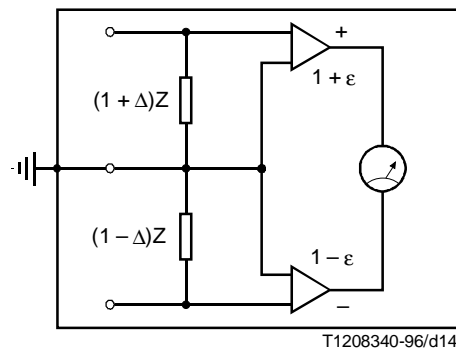
rapport d'élimination dans le mode commun =  $\left| \frac{E_L}{V_I} \right|$

et

élimination dans le mode commun =  $20 \log_{10} \left| \frac{E_L}{V_I} \right|$  dB

NOTE –  $V_I$  est la tension indiquée par l'appareil de mesure soumis aux essais.

FIGURE 13/G.117



rapport d'élimination dans le mode commun =  $2\varepsilon$

rapport de perturbation longitudinale à l'entrée =  $\varepsilon + \frac{\Delta}{2}$  ( $\varepsilon, \Delta \ll 1$ )

rapport d'impédance longitudinale =  $0,5$  ( $\Delta \ll 1$ )

rapport de conversion longitudinale =  $\frac{\Delta}{2}$  ( $\Delta \ll 1$ )

FIGURE 14/G.117

**Appareil de mesure faisant à la fois l'objet d'un déséquilibre passif et d'un déséquilibre interne actif**

## Annexe A

### Conversion des signaux longitudinaux en signaux transversaux au niveau des accès analogiques dans certains cas pratiques

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation)

#### A.1 Introduction

Les câbles de télécommunication doivent parfois traverser des zones soumises à des champs électromagnétiques de forte intensité, générateurs de perturbations, qui peuvent être à l'origine de signaux longitudinaux importants le long des câbles. En téléphonie vocale, la technique établie consiste à utiliser des câbles et des équipements bien symétriques, de sorte qu'il y ait suppression suffisante de la conversion des signaux longitudinaux en signaux transversaux. En général, les câbles ont un degré de symétrisation bien supérieur à ce qui peut être obtenu pour un équipement terminal. Le facteur dominant réside alors dans les propriétés du terminal, c'est-à-dire la symétrie par rapport à la terre de l'accès relié au câble.

Les propriétés de symétrie d'un accès d'équipement peuvent s'exprimer de plusieurs façons. Le paramètre le plus communément utilisé est l'affaiblissement de conversion longitudinale (LCL). La définition générale de l'affaiblissement LCL, donnée à l'article 2/G.117, s'applique en principe à tous les cas. Dans les spécifications d'équipements, l'affaiblissement LCL est toutefois le plus souvent compris comme une valeur obtenue dans le montage de mesure particulier représenté à la Figure 4, où l'impédance transversale de terminaison  $Z$  est une impédance purement résistive de 600 ohms et où l'impédance longitudinale de la source  $Z/4$  est une impédance purement résistive de 150 ohms.

L'avantage de cette dernière définition est que l'affaiblissement LCL est obtenu d'une manière bien définie et que sa valeur donne une indication générale sur la symétrie de l'accès par rapport à la terre. La configuration de la Figure 4 ne correspond toutefois pas tout à fait à une représentation de véritables cas pratiques:

- 1) aujourd'hui l'impédance transversale nominale de terminaison n'est pas toujours une impédance purement résistive de 600 ohms: elle peut être complexe, comme par exemple dans la Recommandation Q.522;
- 2) l'impédance longitudinale de la source n'est résistive que dans des cas exceptionnels: elle correspond plutôt à une capacité très élevée.

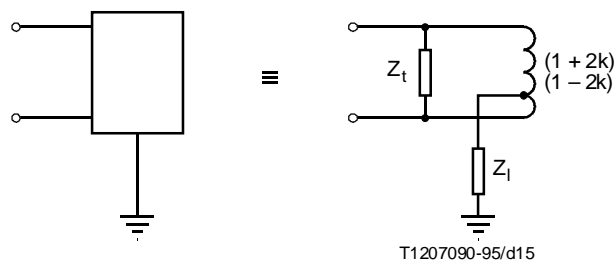
Si une analyse plus précise de la conversion longitudinale-transversale effective s'impose, on utilisera donc un montage spécial d'essai simulant les conditions réelles, ou on effectuera une analyse plus détaillée du circuit. Dans ce qui suit, une telle analyse sera effectuée afin d'illustrer la différence entre l'affaiblissement LCL mesuré et le facteur de conversion longitudinale effectif.

Pour distinguer les deux configurations, on désignera par  $LCL_m$  l'affaiblissement de conversion longitudinale mesuré avec le pont de mesure de 600/150 ohms, et par  $LCL_c$  l'affaiblissement de conversion longitudinale du circuit réel.

#### A.2 Calcul de l'affaiblissement de conversion longitudinale

Les propriétés de dissymétrie d'un accès d'équipement ou d'un accès réseau peuvent être décrites de plusieurs manières par des circuits équivalents. On utilisera ici celui de la Figure A.1, constitué d'une bobine idéale avec curseur, parce qu'un tel circuit conduit à des expressions simples. (Le facteur  $k$  est une mesure du degré de dissymétrie.)

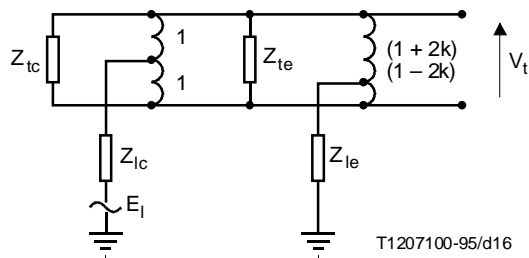
Ce type de circuit équivalent peut servir à la fois pour le circuit (câble ou pont de mesure) qui introduit la tension longitudinale, et pour le terminal, conformément à la Figure A.2. (On suppose que le câble et le pont de mesure sont parfaitement symétrisés.)



$Z_t$  impédance transversale  
 $Z_l$  impédance longitudinale  
 $k$  facteur de conversion transversale

FIGURE A.1/G.117

**Circuit équivalent de mesure de la dissymétrie par rapport à la terre au niveau d'un accès**



$Z_{te}, Z_{le}$  impédances longitudinale et transversale de l'équipement  
 $Z_{tc}, Z_{lc}$  impédances longitudinale et transversale du câble ou du pont de mesure

FIGURE A.2/G.117

**Circuit équivalent de mesure de la conversion de la tension longitudinale  $E_l$  en une tension transversale  $V_t$**

En utilisant le circuit équivalent on obtient dans le cas général l'expression suivante pour l'affaiblissement de conversion longitudinale  $LCL_c$ :

$$LCL_c = 20 \cdot \log \left| \frac{1}{k} \left\{ (Z_{lc} + Z_{le}) \cdot \left( \frac{1}{Z_{tc}} + \frac{1}{Z_{te}} \right) + k^2 \right\} \right| \text{ dB} \quad (\text{A-1})$$

A noter que cette équation est valable pour toutes les valeurs de  $k$ , c'est-à-dire même si l'accès est totalement dissymétrique. Toutefois, le terminal est généralement assez symétrique, c'est-à-dire que  $k$  est petit, de sorte qu'on peut simplifier l'équation A-1 en:

$$LCL_c = 20 \cdot \log \left| \frac{1}{k} (Z_{lc} + Z_{le}) \cdot \left( \frac{1}{Z_{tc}} + \frac{1}{Z_{te}} \right) \right| \text{ dB} \quad (\text{A-2})$$

Dans le montage de mesure de l'affaiblissement de conversion longitudinale, on a:

$$Z_{lc} = 150 \ \Omega; \quad Z_{tc} = 600 \ \Omega; \quad (\text{A-3})$$

de sorte que

$$LCL_m = 20 \cdot \log \left| \frac{1}{k} (150 + Z_{le}) \cdot \left( \frac{1}{600} + \frac{1}{Z_{te}} \right) \right| \text{ dB} \quad (\text{A-4})$$

### A.3 Différence pratique entre $LCL_c$ et $LCL_m$ : deux exemples

On suppose que le circuit perturbateur est une ligne d'abonné parfaitement symétrique, et que le terminal est l'accès analogique d'entrée d'un autocommutateur numérique. Le terminal a une faible dissymétrie par rapport à la terre.

L'impédance transversale  $Z_{te}$  de l'équipement est complexe, et peut être représentée par une résistance série de 275  $\Omega$  plus une combinaison parallèle d'une résistance de 780  $\Omega$  et d'une capacité de 150 nF. Cette impédance correspond assez bien à l'impédance transversale d'entrée du circuit en câble, de sorte que  $Z_{tc} = Z_{te}$ .

On suppose que l'équipement a une impédance longitudinale  $Z_{le}$  purement résistive de 300  $\Omega$ .

Dans le premier exemple, le câble est terminé par un poste téléphonique ayant une impédance longitudinale à la terre très élevée. L'impédance longitudinale d'entrée  $Z_{lc}$  du circuit, c'est-à-dire du câble, peut alors être représentée par une capacité  $C_s$  montée en série avec une faible résistance. On a choisi ici  $C_s = 500$  nF et  $R_s = 75$   $\Omega$ , valeurs typiques d'une ligne d'abonné.

Dans le second exemple, la ligne d'abonné est terminée par un équipement parfaitement symétrique, mais avec une impédance longitudinale très peu élevée par rapport à la terre. On peut alors considérer  $Z_{lc}$  comme une résistance pure trois fois supérieure à celle du premier exemple, par exemple, à savoir  $Z_{lc} = 225$   $\Omega$ .

Les Figures A.3 et A.4 montrent la différence ( $LCL_c - LCL_m$ ) dans les deux cas.

Premier exemple: forte impédance longitudinale par rapport à la terre à l'extrémité distante.

Second exemple: faible impédance longitudinale par rapport à la terre à l'extrémité distante.

### A.4 Analyse complémentaire de l'affaiblissement de conversion longitudinale

On a effectué une analyse plus complète des différences d'affaiblissement de conversion longitudinale (LCL) entre circuits LCL réels et montages d'essai LCL. Deux conclusions sont à relever:

- 1) la différence mesurée entre le montage d'essai et la valeur réelle de l'affaiblissement de conversion longitudinale est relativement indépendante de l'impédance du terminal d'entrée. Cette analyse s'applique donc à presque toutes les impédances d'entrée de commutateur concevables, y compris les valeurs de 600  $\Omega$  et de 900  $\Omega + 2,16$   $\mu\text{F}$ ;
- 2) la différence entre l'affaiblissement LCL réel et l'affaiblissement LCL mesuré sur le montage d'essai est compensée par les limites inférieures d'affaiblissement LCL aux fréquences les plus basses, comme indiqué dans la Recommandation O.553 qui prescrit un affaiblissement LCL minimal de 40 dB entre 300 Hz et 600 Hz ainsi que de 46 dB entre 600 Hz et 3400 Hz.

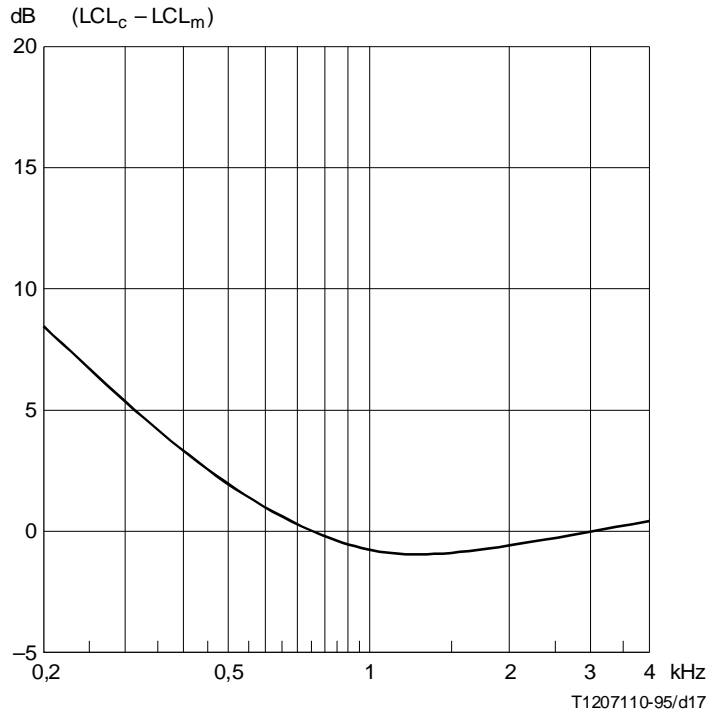


FIGURE A.3/G.117

**Différence entre l'affaiblissement de conversion longitudinale effectif  $LCL_c$  et la valeur  $LCL_m$  mesurée sur le pont de mesure normalisé**

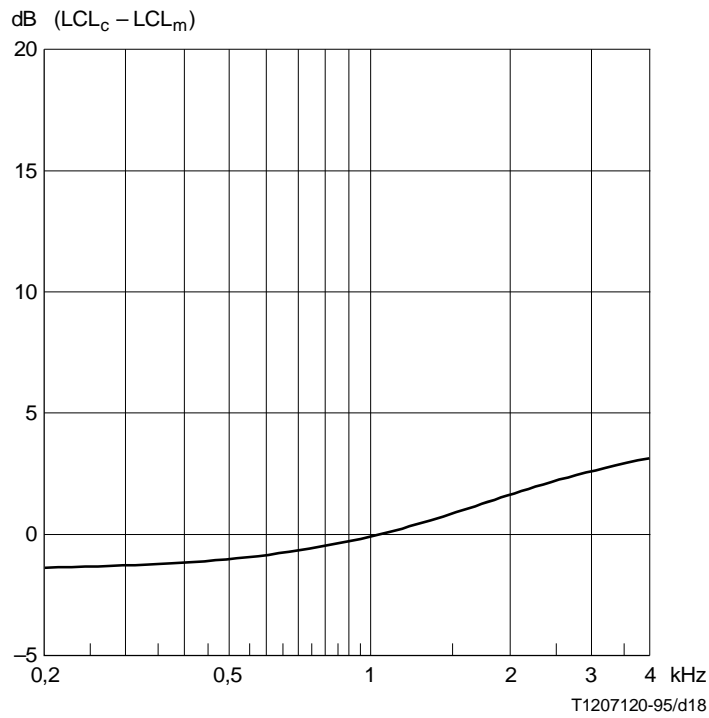


FIGURE A.4/G.117

**Différence entre l'affaiblissement de conversion longitudinale effectif  $LCL_c$  et la valeur  $LCL_m$  mesurée sur le pont de mesure normalisé**

## Références

- [1] Recommandation O.9 du CCITT (1988), *Montages à réaliser pour mesurer le degré de dissymétrie par rapport à la terre.*
- [2] CCITT *Directives concernant la protection des lignes de télécommunication contre les effets préjudiciables des lignes électriques* UIT, Genève, 1990.
- [3] Recommandation UIT-R V.574 (1990), *Emploi du décibel et du néper dans les télécommunications.*
- [4] Recommandation UIT-T O.41 (1994), *Psophomètre utilisé sur des circuits de type téléphonique.*