



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

Supplément 31

(série G)

(03/93)

**SYSTÈMES ET SUPPORTS DE TRANSMISSION
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES
NATIONAUX FAISANT PARTIE DE CONNEXIONS
INTERNATIONALES**

**PRINCIPES DE DÉTERMINATION
D'UNE STRATÉGIE DE L'IMPÉDANCE
POUR LE RÉSEAU LOCAL**

**Supplément 31 aux
Recommandations UIT-T de la série G**

(Antérieurement «Recommandations 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 que les Commissions d'études de l'UIT-T doivent examiner et à propos desquels elles doivent émettre des Recommandations.

Le supplément 31 aux Recommandations UIT-T de la série G, élaboré par la Commission d'études XII (1988-1993) de l'UIT-T, a été approuvé par la CMNT (Helsinki, 1-12 mars 1993).

NOTES

1 Suite au processus de réforme entrepris au sein de l'Union internationale des télécommunications (UIT), le CCITT n'existe plus depuis le 28 février 1993. Il est remplacé par le Secteur de la normalisation des télécommunications de l'UIT (UIT-T) créé le 1^{er} mars 1993. De même, le CCIR et l'IFRB ont été remplacés par le Secteur des radiocommunications.

Afin de ne pas retarder la publication de la présente Recommandation, aucun changement n'a été apporté aux mentions contenant les sigles CCITT, CCIR et IFRB ou aux entités qui leur sont associées, comme «Assemblée plénière», «Secrétariat», etc. Les futures éditions de la présente Recommandation adopteront la terminologie appropriée reflétant la nouvelle structure de l'UIT.

2 Dans la présente Recommandation, le terme «Administration» désigne indifféremment une administration de télécommunication ou une exploitation reconnue.

© UIT 1994

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

Page

1	Introduction	1
2	Structure	1
3	Impédances pertinentes.....	1
3.1	Équipement d'abonné et de réseau	1
3.2	Principales impédances	2
4	Influence des impédances sur les principaux paramètres de transmission	3
4.1	Considérations générales.....	3
4.2	Affaiblissements d'effet local (STMR et LSTR)	3
4.3	Echo pour la personne qui parle.....	4
4.4	Stabilité	4
4.5	Echo pour la personne qui écoute	5
4.6	Distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence	5
5	Description préliminaire d'une méthode permettant de déterminer les valeurs des principales impédances.....	5
5.1	Champ d'application.....	5
5.2	Câblage analogique à 2 fils	6
5.3	Transmission numérique locale	7
5.4	Situations d'interfonctionnement analogique/numérique	7

PRINCIPES DE DÉTERMINATION D'UNE STRATÉGIE DE L'IMPÉDANCE POUR LE RÉSEAU LOCAL

(Helsinki, 1993)

(Cité dans les Recommandations de la série G)

1 Introduction

Le présent Supplément donne des renseignements généraux et des directives permettant de définir une méthode de planification cohérente des impédances dans le réseau local. Il est évident que l'impédance influe de plus en plus sur la qualité de transmission de bout en bout, car elle peut modifier un grand nombre de paramètres de transmission; il faut donc récapituler les principaux problèmes d'impédance relatifs à la partie locale d'une connexion globale.

Il ressort des diverses contributions précédemment fournies au CCITT qu'il est très peu probable qu'un seul ensemble d'impédances réponde aux besoins de la planification de tous les réseaux; l'objet du présent supplément n'est donc pas de définir un ensemble homogène de valeurs mais de recenser les problèmes généraux et de donner suffisamment d'indications aux responsables de la planification de la transmission pour leur permettre d'adopter la solution la mieux adaptée à leur réseau local tout en se conformant aux objectifs de qualité globale de la transmission fixés par le CCITT.

Dans le présent Supplément, on entend par «réseau local» tous les équipements d'abonné et de réseau nécessaires à l'établissement du trajet de transmission entre le point de référence acoustique au poste téléphonique de l'abonné et le premier point numérique à 4 fils dans la chaîne de circuits nationale et internationale à 4 fils. Le réseau local englobe donc toutes les parties analogiques de la connexion pour lesquelles l'impédance peut avoir une influence.

2 Structure

Le supplément comprend trois grandes parties:

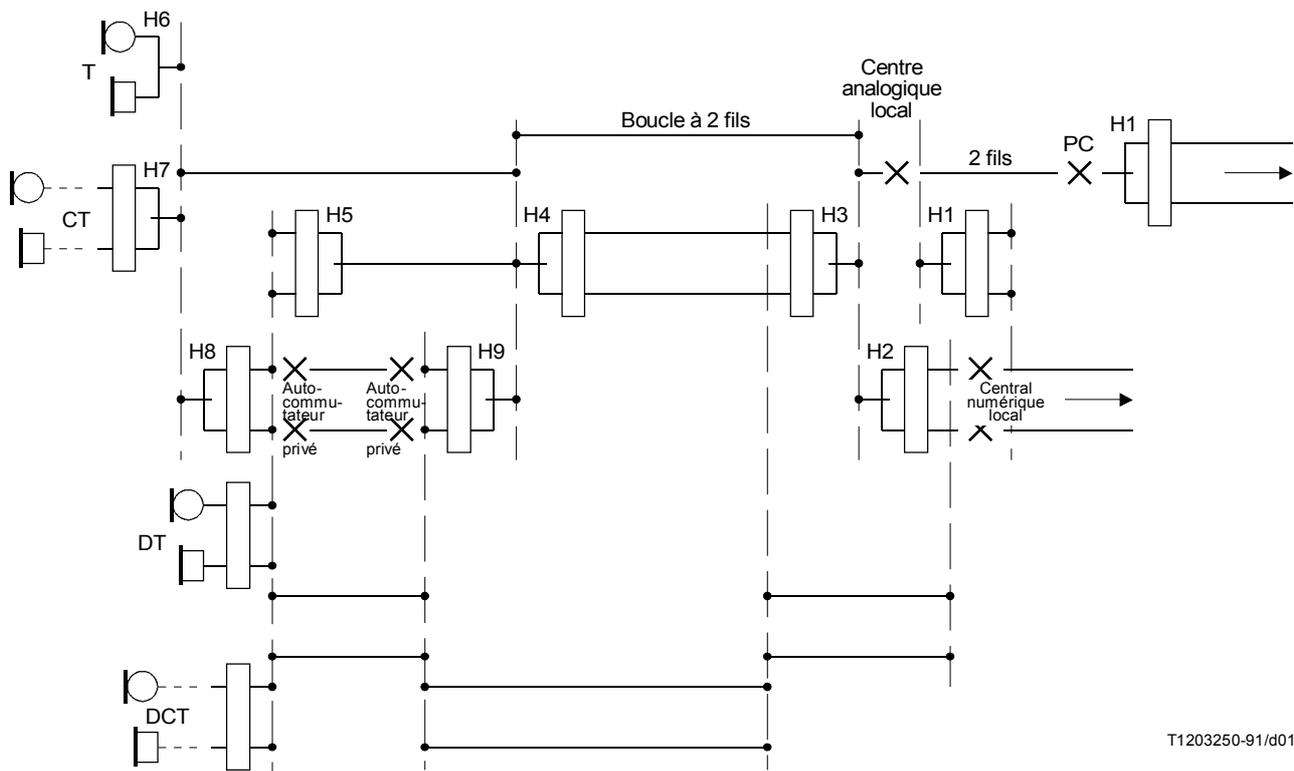
- description des éléments pertinents du réseau (par exemple, commutateur numérique local) et des principales impédances connexes (par exemple, impédances d'entrée et d'équilibrage);
- indications concernant l'influence des impédances sur les principaux paramètres de la planification de la transmission, par exemple l'équivalent pour la sonie, l'écho et la stabilité. Dans cet article, on procédera à une évaluation quantitative de la contribution de certaines impédances à ces paramètres et on identifiera les Recommandations en vigueur qui se rapportent à des objectifs de qualité spécifiques;
- présentation d'une procédure qu'il est recommandé d'adopter pour pouvoir choisir un ensemble homogène d'impédances applicables à un nouveau réseau local ou pour améliorer un réseau existant;

3 Impédances pertinentes

3.1 Equipement d'abonné et de réseau

On pourrait de toute évidence utiliser de nombreuses combinaisons d'équipements d'abonné et de réseau pour avoir accès à la chaîne de circuits nationale à 4 fils. Parmi les équipements d'usager, on peut citer les postes téléphoniques fixes ou sans cordon (analogiques ou numériques), les autocommutateurs privés analogiques ou numériques et les lignes louées d'interconnexion. En outre, il est important de tenir compte des équipements terminaux autres que téléphoniques tels que les modems de données en bande vocale, car l'écho peut avoir une incidence défavorable sur la qualité de ces dispositifs. Les équipements de réseau comprennent la boucle locale (analogique ou numérique), les centres analogiques ou numériques et leurs jonctions d'interconnexion.

S'il est difficile de représenter chaque combinaison d'équipements, on peut en revanche indiquer les combinaisons les plus sensibles aux problèmes d'impédance. La Figure 1 montre les équipements d'abonné et de réseau types, y compris les possibilités d'interconnexion permettant d'accéder à la chaîne à 4 fils dans le cas d'équipements d'abonné et de réseau courants. Cette figure représente, à titre d'exemple, un poste téléphonique à 2 fils relié à la chaîne nationale à 4 fils par l'intermédiaire de deux autocommutateurs privés, une ligne locale à 4 fils, un centre analogique local et un équipement de multiplexage MIC. Elle présente également les unités de conversion 2 fils/4 fils (appelées également hybrides dans la suite) qui influent sur la planification de l'impédance.



T1203250-91/d01

- T Poste téléphonique à deux fils relié à un autocommutateur privé ou à une boucle locale
- CT Poste téléphonique numérique sans cordon relié à un autocommutateur privé ou à une boucle locale
- DT Poste téléphonique numérique relié à un autocommutateur privé ou à une boucle locale numérique
- DCT Poste téléphonique sans cordon relié à un autocommutateur privé ou à une boucle locale numérique
- H1→H9 Unités de conversion 2 fils/4 fils
- PC Centre primaire
- H1 Chaîne à 4 fils d'arrivée de l'équipement de multiplexage MIC
- H2 Interface à 2 fils sur le centre numérique local (DLE)
- H3 Equipement multiplex de transmission de la ligne locale (extrémité du centre)
- H4 Equipement multiplex éloigné
- H5 Interface à 2 fils pour DT et DCT
- H6 et H7 Interface à 2 fils pour T et CT
- H8 Interface du circuit de prolongement à 2 fils de l'autocommutateur privé
- H9 Interface de la boucle locale à 2 fils de l'autocommutateur privé

FIGURE 1

Interconnexions du réseau local

3.2 Principales impédances

D'après la Figure 1, les impédances principales sont les suivantes:

- impédances d'entrée et d'équilibrage des diverses unités de conversion 2 fils/4 fils (H1 à H9);
- impédances associées aux sections en câble à 2 fils (par exemple, boucle locale à 2 fils);
- la «transparence d'impédance» des commutateurs à 2 fils (par exemple, centre analogique local);
- l'impédance des équipements terminaux d'utilisateur à 1 accès, par exemple, postes téléphoniques ou modems de données.

Il faut tenir compte de toutes ces impédances lorsqu'on étudie les principaux paramètres de planification de la transmission.

4 Influence des impédances sur les principaux paramètres de transmission

4.1 Considérations générales

Le présent paragraphe examine chaque impédance (ou groupe d'impédances) tour à tour et son influence sur les principaux paramètres de transmission. Les paramètres à prendre en compte sont les suivants:

- affaiblissements d'effet local (STMR, LSTR);
- écho pour la personne qui parle;
- affaiblissement de stabilité;
- écho pour la personne qui écoute;
- distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence.

L'objet de cette partie est de fournir:

- une référence permettant d'identifier les effets d'une impédance quelconque sur la qualité de transmission globale;
- les données de base permettant de proposer une méthode logique de planification de l'impédance dans l'article 5.

4.2 Affaiblissements d'effet local (STMR et LSTR)

Les définitions et les objectifs pour le STMR et le LSTR sont présentés dans l'Annexe A/G.111. On admettra implicitement ici que le STMR s'applique aux temps de propagation aller-retour allant jusqu'à 3 ms; pour des temps de propagation plus longs, on utilisera la méthode de l'écho pour la personne qui parle. Pour illustrer comment l'adaptation d'impédance peut permettre d'atteindre les objectifs visés, le mieux est de reprendre les expressions ci-dessous extraites de l'Annexe A/G.111.

$$\text{STMR} = \text{SLR}(\text{poste}) + \text{RLR}(\text{poste}) + A_m - 1$$

où A_m est fonction des impédances d'entrée et d'équilibrage d'effet local du poste téléphonique et de l'impédance présentée au poste téléphonique.

D'après la Figure 1, les principales impédances qui influent sur la valeur de A_m et sur les caractéristiques de l'effet local sont les suivantes:

- impédances d'équilibrage des hybrides téléphoniques H5, H6 et H7;
- impédance d'équilibrage de l'autocommutateur hybride H9;
- impédance d'équilibrage de l'équipement multiplex de transmission de la ligne locale;
- impédance d'entrée des hybrides H1, H2, H4 et H8;
- impédance d'image des sections de câble à 2 fils.

De cette liste, on peut tirer les conclusions provisoires suivantes:

- les impédances d'équilibrage des parties hybrides des trajets d'effet local (H3, H5, H6, H7 et H9) auront des effets similaires sur les valeurs de l'effet local et doivent être prises conjointement en considération;
- les impédances d'entrée des hybrides H1, H2, H4 et H8, c'est-à-dire celles qui ont une influence importante sur l'impédance présentée à l'appareil téléphonique doivent être prises conjointement en considération;
- on obtiendra la qualité optimale si les impédances énumérées en a) ont des valeurs similaires aux impédances énumérées en b).

Il est à noter qu'il existe à la fois une limite supérieure et une limite inférieure de l'effet local qui ne sont pas très différentes l'une de l'autre. Le respect de ces limites pour toutes les longueurs de ligne constitue un problème par rapport à la stratégie d'impédance qui diffère selon qu'on utilise des téléphones régulés ou non régulés. Dans le cas de postes téléphoniques non régulés, le SLR et le RLR restent constants dans l'équation (1), de sorte que A_m (et par suite l'impédance vue par le poste téléphonique) reste pratiquement constante, indépendamment de la longueur de ligne. Dans le cas de postes téléphoniques régulés, le SLR et le RLR augmentent tous deux pour des lignes courtes, de sorte que A_m doit diminuer en conséquence. Cela signifie que l'impédance du commutateur peut être, et sera, considérablement différente de l'impédance image de la ligne.

4.3 Echo pour la personne qui parle

Les facteurs qui régissent l'écho pour la personne qui parle et son effet sur l'opinion des usagers sont examinés dans le Supplément 2/G.131 – Echo pour la personne qui parle sur les connexions internationales. Ce supplément montre que l'équivalent global pour la sonie du trajet d'écho de la personne qui parle pour les connexions avec des points à 2 fils est fortement influencé par l'affaiblissement d'équilibrage d'écho à la réception. L'affaiblissement d'équilibrage d'écho est une moyenne pondérée des divers affaiblissements d'équilibrage d'écho aux fréquences de la gamme de 300 à 3400 Hz (voir la Recommandation G.122).

L'affaiblissement d'équilibrage d'écho est fonction des diverses impédances de la connexion dont il faut tenir compte dans toute stratégie en matière d'écho. L'Annexe B/G.122 montre que, dans le cas où le circuit de prolongement national comprend une section à 2 fils, l'affaiblissement d'écho est fonction des impédances d'équilibrage de l'hybride qui termine la chaîne nationale et internationale à 4 fils et de l'impédance présentée à cet hybride, c'est-à-dire de l'effet combiné des impédances du réseau local.

D'après la Figure 1, les principales impédances qui influent sur les caractéristiques de l'écho pour la personne qui parle sont les suivantes:

- impédance d'équilibrage des hybrides qui peuvent terminer la chaîne de circuits à 4 fils;
- impédance d'entrée des hybrides reliés aux sections à 2 fils de la connexion;
- impédance d'image des sections de câble à 2 fils.

De cette liste, on peut tirer les conclusions suivantes:

- a) les impédances d'équilibrage des hybrides «faisant face» au trajet d'écho auront des effets similaires sur le trajet d'effet local d'affaiblissement d'équilibrage pour l'écho et doivent être prises conjointement en considération;
- b) les impédances d'entrée des hybrides pertinents reliés à la section à 2 fils doivent être prises conjointement en considération;
- c) on obtiendra la qualité optimale si les impédances énumérées en a) ont des valeurs similaires aux impédances énumérées en b).

4.4 Stabilité

4.4.1 Phases de la communication

La stabilité des connexions qui comprennent des sections à 2 et à 4 fils est importante aussi bien pendant la phase d'établissement (et de libération) de l'appel que pendant la phase de conversation. Dans les deux cas, la valeur à prendre en considération est l'affaiblissement le plus faible du trajet a-t-b dans la gamme de fréquences de 0 à 4 kHz indiquée sur la Figure 1/G.122. Comme indiqué dans la Recommandation G.122, l'affaiblissement de d'équilibrage des hybrides pertinents est un facteur clé pour déterminer l'affaiblissement le plus faible du trajet a-t-b qu'on appelle généralement «affaiblissement d'équilibrage pour la stabilité», la valeur la plus faible dans la gamme de fréquences de 0 à 4 kHz.

Cependant, les conditions de terminaison pour les 2 phases ne sont pas égales; elles doivent donc être traitées séparément comme indiqué dans la Recommandation G.122.

4.4.2 Affaiblissement d'équilibrage pour la stabilité d'une connexion établie

Une comparaison des 4.3 et 4.4 montre que l'affaiblissement d'équilibrage pour l'écho (EBRL) et l'affaiblissement d'équilibrage pour stabilité (SBRL) d'une connexion établie sont calculés tous deux à partir des mêmes données, c'est-à-dire des affaiblissements d'équilibrage aux fréquences dans la gamme de 0 à 4 kHz, sauf que l'EBRL est une moyenne pondérée des affaiblissements d'équilibrage dans la gamme de 300 à 3400 Hz et que le SBRL est la valeur la plus faible de l'affaiblissement d'équilibrage dans la gamme de 0 à 4000 Hz.

Les impédances qui sont importantes pour déterminer l'écho pour la personne qui parle (et l'EBRL) sont également les impédances essentielles qui permettent de déterminer le SBRL d'une connexion établie; les conclusions du 4.3 s'appliquent donc à cet égard.

4.4.3 Affaiblissement d'équilibrage pour la stabilité pendant les phases d'établissement et de libération de l'appel

Pour les phases d'établissement et de libération de l'appel, l'équipement terminal de l'utilisateur et l'équipement de réseau ne présentent pas nécessairement les mêmes impédances que dans des conditions de conversation. Lorsqu'on ne connaît pas ces impédances, il est fréquent d'admettre implicitement les impédances terminales les plus défavorables (circuit ouvert et court-circuit) et d'évaluer le SBRL. Dans ces conditions, l'impédance d'entrée des hybrides pertinents est également importante car le facteur de défaut d'adaptation peut contribuer largement à l'affaiblissement d'équilibrage.

Il faut cependant reconnaître que le SBRL n'est qu'un des facteurs qui influent sur la stabilité et qu'il ne faut pas le traiter isolément. Par exemple, il se peut qu'un commutateur numérique ne relie pas les deux sens de transmission avant la réception du signal de réponse de l'abonné appelé; il n'y aura donc pas de trajet pour permettre aux oscillations de se former. Ces aspects sont examinés dans la Recommandation G.122.

4.5 Echo pour la personne qui écoute

Les usagers du service téléphonique peuvent éventuellement constater la présence d'un écho à la réception qui se présente sous la forme d'un «son caverneux» et risque d'être gênant. Cette situation peut apparaître lorsque des commutateurs numériques (y compris des commutateurs privés) à 4 fils sont installés avec un affaiblissement de transmission faible pour assurer l'interfonctionnement avec des câblages à 2 fils existants.

L'écho à la réception pour les usagers du service téléphonique est déterminé par les affaiblissements d'équilibrage des hybrides pertinents d'une manière similaire à l'écho pour la personne qui parle. Les mêmes impédances déterminent donc la contribution à l'écho pour la personne qui parle et à l'écho pour la personne qui écoute et il existe des relations d'impédance similaires, comme indiqué dans la section 4.3. En général, il est vrai que les valeurs d'EBRL acceptables pour la téléphonie assureront des caractéristiques d'écho acceptables à la réception pour les usagers du service téléphonique (voir 4.1/G.126).

Cependant, comme indiqué dans la Recommandation G.126, l'écho à la réception tend à avoir un effet plus sensible sur la transmission de données dans la bande vocale où les signaux à double réflexion risquent d'augmenter les taux d'erreur sur les bits. La suite du présent paragraphe est donc axée sur l'écho à la réception dans la mesure où il influe sur les données dans la bande vocale.

Dans beaucoup de cas, les données dans la bande vocale sont transmises sur le même réseau que le trafic téléphonique avec des impédances de réseau identiques. Cependant, il est possible que l'impédance des modems de données ne soit pas la même que l'impédance des appareils téléphoniques et on obtiendra donc des valeurs différentes pour l'affaiblissement d'équilibrage. La Recommandation G.126 indique également que les fréquences dans la gamme de 500 à 2500 Hz sont extrêmement importantes pour les services de modems et que les affaiblissements d'équilibrage doivent être calculés dans cette gamme.

Les conclusions relatives aux impédances de réseau indiquées dans 4.3 s'appliquent également à l'écho pour la personne qui écoute lorsque le modem est connecté à la ligne locale à 2 fils par l'intermédiaire d'un hybride qui remplace le poste téléphonique hybride H6 par exemple.

4.6 Distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence

L'effet de la distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence (distorsion d'affaiblissement) sur la qualité de transmission téléphonique est décrit dans l'Annexe B/P.11. La distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence doit être prise en considération dans une stratégie en matière d'impédance car le défaut d'adaptation d'impédance aux interfaces à bande vocale entre les équipements peut introduire une distorsion supplémentaire. D'après la Figure 1, les principales impédances sont les suivantes:

- impédance d'entrée de tous les hybrides (H1-H9);
- impédance d'image des sections de câble à 2 fils.

5 Description préliminaire d'une méthode permettant de déterminer les valeurs des principales impédances

5.1 Champ d'application

Il est peu probable qu'un planificateur de la transmission ait à travailler sur un réseau totalement nouveau, c'est-à-dire sans devoir tenir compte des contraintes imposées par les équipements existants.

Pour élaborer une stratégie en matière d'impédance, il faudra le plus souvent étudier une situation existante et formuler ensuite des recommandations qui s'appliqueront à plus long terme à l'évolution de la transmission et de la commutation numérique entre des câblages locaux à 2 fils.

Dans le présent paragraphe, on a adopté la méthode par étapes suivantes, à savoir:

- formuler des propositions relatives aux impédances d'équipement d'utilisateur et de réseau pour le cas à long terme d'équipements terminaux d'abonné (sauf les commutateurs privés) comprenant des boucles analogiques à 2 fils reliées à des commutateurs numériques locaux;
- examiner les besoins concernant les équipements de transmission dans les réseaux numériques locaux;
- proposer une solution pour faire face à toutes les situations provisoires d'interfonctionnement analogique-numérique appelées finalement à disparaître dans de nombreux réseaux.

5.2 Câblage analogique à 2 fils

Il est apparemment peu probable, pour des raisons économiques, que les bases actuelles des installations en boucle locale évoluent considérablement à moyen terme. Il se peut qu'on utilise de plus en plus les accès à fibres optiques mais ce sont les installations à 2 fils qui exerceront probablement l'influence la plus importante sur les impédances.

Pour toute analyse des impédances, il est nécessaire de connaître le réseau local me de calcul de la transmission capable de calculer les valeurs de l'affaiblissement d'équilibrage et des équivalents pertià l'étude. Plusieurs pays ont adopté la solution qui consiste à prendre un échantillon représentatif des lignes locales et à déterminer la composition détaillée du câblage en examinant les registres ou en effectuant des mesures. Les informations sur le câblage doivent se présenter sous une forme telles qu'elles puissent être utilisées par un programmés pour la sonie. Le supplément 3/P.11 donne des exemples de tels programmes.

Les étapes suivantes sont suggérées pour obtenir des valeurs d'impédance provisoires.

NOTE – Les impédances associées à chaque hybride sont indiquées à l'aide des symboles suivants:

Z_{B6} représente l'impédance d'équilibrage du poste téléphonique hybride H6;

Z_{I2} représente l'impédance d'entrée du centre hybride H2.

Étape 1 – Déterminer les valeurs de Z_{B6} et Z_{I2} pour répondre aux objectifs de STMR

On peut estimer une valeur pour Z_{B6} en étudiant un échantillon des lignes plus longues qui forment la base de données des lignes locales. Z_{B6} doit être suffisamment adapté à ces lignes pour donner des valeurs acceptables de STMR et de LSTR. Pour ces lignes plus longues, le choix de Z_{I2} est moins important.

En utilisant cette valeur provisoire de Z_{B6} , on peut étudier les caractéristiques de STMR pour des lignes plus courtes. On obtiendra ainsi une valeur provisoire de Z_{I2} .

Une attention particulière doit être accordée au type du poste téléphonique utilisé (régulé ou non régulé) comme on l'a mentionné au 4.2 ci-dessus.

Étape 2 – Déterminer les valeurs de Z_{I6} et Z_{B2} nécessaires pour répondre aux objectifs d'écho et de stabilité

D'après l'article 4, il existe plusieurs critères pour répondre aux objectifs d'écho et de stabilité. Il est probable qu'une méthode itérative sera nécessaire pour trouver une solution qui réponde à tous les besoins. Comme point de départ, on peut calculer une valeur de Z_{B2} qui donne des affaiblissements d'équilibrage d'écho acceptables pour des boucles locales courtes, moyennes et longues. Cependant, il se peut qu'une seule valeur de Z_{B2} ne convienne pas et qu'il faille adopter une gamme de valeurs pour différentes catégories de boucles locales. Cela dépendra également de la valeur de départ admise implicitement pour Z_{I6} , d'où la nécessité d'une méthode itérative. Une telle méthode convient bien en général aux techniques d'analyse par ordinateur.

L'article 4 indique que l'on peut obtenir des caractéristiques d'écho optimales lorsque Z_{I6} et Z_{B2} sont égaux. Il faut donc recalculer les affaiblissements d'écho en fonction de cette hypothèse et comparer les résultats. Si l'on observe une amélioration, on pourra alors adopter la nouvelle valeur de Z_{I6} .

Étape 3 – Effet de l'équipement de données dans la bande vocale

Les étapes 1 et 2 ont maintenant permis d'obtenir des valeurs provisoires pour les impédances d'entrée et d'équilibrage de l'appareil téléphonique et du commutateur numérique local qui répondent approximativement aux critères d'effet local, d'écho et de stabilité. Il faut maintenant effectuer de nouveaux calculs pour vérifier l'effet sur la stabilité et sur l'écho à la réception en utilisant des impédances de modem appropriées. Il peut être également nécessaire de revoir les étapes 1 et 2 s'il s'avère difficile de répondre aux objectifs de stabilité et d'écho à la réception.

Étape 4 – Application des valeurs calculées aux autres équipements

Les étapes ci-dessus doivent, à titre de compromis, permettre d'obtenir, pour les appareils téléphoniques, les modems de données et les commutateurs numériques locaux, un ensemble d'impédances qui répondent aux objectifs définis dans l'article 4 pour les principaux paramètres de réseau. Cependant, les valeurs sont également appropriées pour d'autres équipements. Par exemple:

- l'impédance d'entrée des postes téléphoniques Z_{16} est également applicable à l'impédance d'entrée des interfaces des postes téléphoniques numériques et sans cordon Z_{15} et Z_{17} ;
- de même, l'impédance d'équilibrage des postes téléphoniques Z_{B6} pourrait être utilisée comme impédance d'équilibrage Z_{B5} ou Z_{B7} . Cependant, il convient de noter que, dans ce cas, les appareils sans cordon qui introduisent des temps de transmission supérieurs à quelques ms peuvent exiger une réduction supplémentaire de l'impédance car l'«effet local» tendra à être perçu comme un écho par la personne qui parle.

5.3 Transmission numérique locale

Le présent paragraphe traite du cas où la modernisation du réseau a prolongé la chaîne à 4 fils jusqu'à un point situé à l'intérieur ou au voisinage des locaux de l'utilisateur. L'utilisateur dispose alors d'une interface à 2 fils utilisant un multiplexeur éloigné ou d'une interface numérique fonctionnant au débit primaire ou au débit de base. D'après la Figure 1, les principales interfaces sont les suivantes:

- H4, multiplexeur éloigné comprenant l'interface à 2 fils avec les locaux de l'utilisateur;
- H8, interface de l'autocommutateur privé comprenant le point à 2 fils pour la connexion du circuit de prolongement de l'autocommutateur.

Ces interfaces ont des positions similaires dans le plan de transmission car elles terminent toutes deux la chaîne nationale et internationale de circuits à 4 fils et apporteront dans certains cas l'unique contribution à l'affaiblissement global pour la stabilité et l'écho d'une connexion. Les impédances adoptées pour H4 et H8 doivent donc être basées sur les impédances H2 établies dans 5.2. Cependant, étant donné que la boucle à 2 fils associée à H4 et H8 sera probablement courte, le choix devra se porter sur toute option de ligne courte retenue pour H2.

Les impédances H4 et H8 basées sur ces critères doivent permettre d'obtenir des caractéristiques d'effet local acceptables et des valeurs acceptables pour les affaiblissements d'écho et de stabilité.

5.4 Situations d'interfonctionnement analogique/numérique

Les hybrides de la Figure 1 qui n'ont pas été traités sont ceux qui assurent des fonctions d'interfonctionnement qui tendront à disparaître avec l'évolution des réseaux. Cependant, pour la plupart des Administrations, ils représentent une grande partie des installations de base et doivent être pris en considération pour la planification de l'impédance. Il s'agit des équipements suivants dont chacun doit être étudié à tour de rôle:

- H9 – interface de la boucle locale à 2 fils de l'autocommutateur privé.

Z_{B9} influence l'effet local constaté par les usagers de l'autocommutateur. Selon les principes énoncés dans 4.2, Z_{B9} doit avoir des valeurs similaires aux valeurs de l'impédance d'équilibrage du poste téléphonique Z_{B6} . L'impédance présentée au réseau public Z_{19} doit avoir des valeurs similaires aux valeurs de l'impédance d'entrée du poste téléphonique Z_{16} .

