



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

G.169

(06/99)

SÉRIE G: SYSTÈMES ET SUPPORTS DE
TRANSMISSION, SYSTÈMES ET RÉSEAUX
NUMÉRIQUES

Connexions et circuits téléphoniques internationaux –
Dispositifs associés aux circuits téléphoniques à grande
distance

**Dispositifs de commande automatique de
niveau**

Recommandation UIT-T G.169

(Antérieurement Recommandation du CCITT)

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE G

SYSTÈMES ET SUPPORTS DE TRANSMISSION, SYSTÈMES ET RÉSEAUX NUMÉRIQUES

CONNEXIONS ET CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX	G.100–G.199
Définitions générales	G.100–G.109
Généralités sur la qualité de transmission d'une connexion téléphonique internationale complète	G.110–G.119
Caractéristiques générales des systèmes nationaux participant à des connexions internationales	G.120–G.129
Caractéristiques générales d'une chaîne 4 fils formée par des circuits internationaux et leurs prolongements nationaux	G.130–G.139
Caractéristiques générales d'une chaîne 4 fils de circuits internationaux; transit international	G.140–G.149
Caractéristiques générales des circuits téléphoniques internationaux et des circuits nationaux de prolongement	G.150–G.159
Dispositifs associés aux circuits téléphoniques à grande distance	G.160–G.169
Aspects liés au plan de transmission dans les connexions et circuits spéciaux utilisant le réseau de communication téléphonique international	G.170–G.179
Protection et rétablissement des systèmes de transmission	G.180–G.189
Outils logiciels pour systèmes de transmission	G.190–G.199
SYSTÈMES INTERNATIONAUX ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS	
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES COMMUNES À TOUS LES SYSTÈMES ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS	G.200–G.299
CARACTÉRISTIQUES INDIVIDUELLES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX À COURANTS PORTEURS SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.300–G.399
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX HERTZIENS OU À SATELLITES ET INTERCONNEXION AVEC LES SYSTÈMES SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.400–G.449
COORDINATION DE LA RADIOTÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SUR LIGNES	G.450–G.499
EQUIPEMENTS DE TEST	
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	
SYSTÈMES DE TRANSMISSION NUMÉRIQUES	
EQUIPEMENTS TERMINAUX	G.700–G.799
RÉSEAUX NUMÉRIQUES	G.800–G.899
SECTIONS NUMÉRIQUES ET SYSTÈMES DE LIGNES NUMÉRIQUES	G.900–G.999

Pour plus de détails, voir la Liste des Recommandations de l'UIT-T.

RECOMMANDATION UIT-T G.169

DISPOSITIFS DE COMMANDE AUTOMATIQUE DE NIVEAU

Résumé

La présente Recommandation s'applique aux essais de dispositifs de commande automatique de niveau (ALC, *automatic level control*) conçus pour une utilisation dans des équipements numériques installés dans un réseau numérique. Elle **ne s'applique pas** à des dispositifs de commande de niveau installés chez l'abonné, à des dispositifs qui fonctionnent dans le domaine analogique ou à tout moyen de commande de niveau fixe au sein du réseau pouvant appartenir à un plan général de transmission du réseau.

Le domaine d'application de la présente Recommandation est la définition de certaines contraintes de performance pour des dispositifs ALC de réseau et la définition, lorsque cela est adéquat, d'essais de laboratoire qui peuvent être effectués sur un dispositif ALC pour vérifier que ces contraintes sont respectées.

Un dispositif de commande qui satisfait à toutes les contraintes et qui passe tous les essais de la présente Recommandation doit assurer (mais ne garantit pas) que le niveau de performance globale de réseau préexistant (par exemple, pour la transmission de la parole, de données en bande vocale et d'autres signaux en bande vocale ou pour le RNIS, etc.) n'est pas dégradé lorsque le dispositif de commande ALC est installé dans le réseau.

La présente Recommandation décrit également les caractéristiques des dispositifs de commande ALC et indique quelles sont les caractéristiques importantes pour la fourniture d'une performance acceptable dans le réseau. La présente Recommandation analyse également des problèmes liés à l'interaction de dispositifs de commande ALC avec d'autres équipements du réseau ou de l'abonné.

La présente Recommandation **ne définit pas** d'algorithme normalisé.

La présente Recommandation **ne définit pas** de règles de planification, de modalités de mise en place ou de niveau cible pour les dispositifs de commande ALC.

Source

La Recommandation UIT-T G.169, élaborée par la Commission d'études 15 (1997-2000) de l'UIT-T, a été approuvée le 22 juin 1999 selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

AVANT-PROPOS

L'UIT (Union internationale des télécommunications) est une institution spécialisée des Nations Unies dans le domaine des télécommunications. L'UIT-T (Secteur de la normalisation des télécommunications) est un organe permanent de l'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.

Dans certains secteurs des technologies de l'information qui correspondent à la sphère de compétence de l'UIT-T, les normes nécessaires se préparent en collaboration avec l'ISO et la CEI.

NOTE

Dans la présente Recommandation, le terme *exploitation reconnue (ER)* désigne tout particulier, toute entreprise, toute société ou tout organisme public qui exploite un service de correspondance publique. Les termes *Administration*, *ER* et *correspondance publique* sont définis dans la *Constitution de l'UIT (Genève, 1992)*.

DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

L'UIT attire l'attention sur la possibilité que l'application ou la mise en œuvre de la présente Recommandation puisse donner lieu à l'utilisation d'un droit de propriété intellectuelle. L'UIT ne prend pas position en ce qui concerne l'existence, la validité ou l'applicabilité des droits de propriété intellectuelle, qu'ils soient revendiqués par un Membre de l'UIT ou par une tierce partie étrangère à la procédure d'élaboration des Recommandations.

A la date d'approbation de la présente Recommandation, l'UIT n'avait pas été avisée de l'existence d'une propriété intellectuelle protégée par des brevets à acquérir pour mettre en œuvre la présente Recommandation. Toutefois, comme il ne s'agit peut-être pas de renseignements les plus récents, il est vivement recommandé aux responsables de la mise en œuvre de consulter la base de données des brevets du TSB.

© UIT 1999

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	Domaine d'application	1
2	Références normatives	1
3	Termes et définitions	2
4	Abréviations et acronymes.....	3
5	Caractéristiques des dispositifs de commande ALC.....	4
5.1	Généralités	4
5.2	Caractéristiques des dispositifs ALC	4
5.3	Fonctionnement en tandem.....	4
5.4	Performances concernant le retard.....	4
6	Signaux d'essai.....	5
6.1	Signal d'essai pour les vérifications de niveau et de gain	5
6.2	Bruit de circuit électrique.....	6
6.3	Bruit d'environnement.....	6
7	Essais	6
7.1	Stabilité	7
	7.1.1 Réseaux sans limitation d'écho préexistante.....	7
	7.1.2 Réseaux avec limitation d'écho.....	8
7.2	Echo	9
7.3	Tolérance vis-à-vis du bruit	12
7.4	Tonalités de signalisation.....	14
	7.4.1 Essais DTMF	14
7.5	Transmission de données en bande vocale et télécopie	17
	7.5.1 Caractéristiques du désactiveur	18
	7.5.2 Essais confirmant le fonctionnement correct pour les données en bande vocale et de télécopie lorsqu'un dispositif de commande ALC n'est pas désactivé par la tonalité à 2100 Hz.....	19
	Annexe A – Conseils pour la mesure de niveaux de signal dans les réseaux	22
	Appendice I – Conseils pour la conception d'algorithmes de commande automatique de niveau (ALC) et pour leur emplacement au sein du RTPC	23
I.1	Introduction.....	23
I.2	Analyse	24
I.3	Remarques concernant la commande ALC.....	24

	Page
I.3.1 Localisation de la commande ALC	24
I.3.2 Algorithmes et facteurs subjectifs	25
I.3.3 Problèmes relatifs aux équipements	26
I.3.4 Echo	27
I.3.5 Stabilité de la boucle.....	27
Appendice II – Considérations relatives à la mise en place de la commande ALC.....	28
II.1 Localisation de la commande ALC.....	28
II.2 Fonctionnement en tandem.....	29

Recommandation G.169

DISPOSITIFS DE COMMANDE AUTOMATIQUE DE NIVEAU

(Genève, 1999)

1 Domaine d'application

La présente Recommandation s'applique aux essais de dispositifs de commande automatique de niveau (ALC) conçus pour une utilisation dans un équipement situé dans le réseau.

Un dispositif de commande ALC est défini comme étant toute fonction de traitement de signal située sur le trajet de transmission numérique qui ajuste automatiquement le niveau d'un signal pour atteindre une valeur prédéterminée. Les dispositifs qui modifient la réponse de fréquence ou le contenu spectral d'un signal d'une manière affectant le niveau général du système sont également définis comme des dispositifs de commande ALC aux fins de la présente Recommandation.

La présente Recommandation ne s'applique pas à des dispositifs de commande de niveau situés chez l'abonné, à des dispositifs qui fonctionnent dans le domaine analogique ou à tout moyen de commande de niveau fixe au sein du réseau pouvant faire partie d'un plan général de transmission du réseau.

Le domaine d'application de la présente Recommandation est la définition de certaines contraintes de performance pour des dispositifs de commande ALC du réseau et la définition, lorsque cela est adéquat, d'essais de laboratoire pouvant être effectués sur un dispositif de commande ALC pour vérifier si ces contraintes sont respectées.

Un dispositif de commande ALC qui satisfait à toutes les contraintes et qui passe tous les essais de la présente Recommandation doit assurer (mais ne garantira pas) que le niveau préexistant de performance générale du réseau (par exemple, la transmission de la parole, de données en bande vocale et d'autres signaux en bande vocale, le RNIS, etc.) n'est pas dégradé lorsque le dispositif de commande ALC est installé dans le réseau.

La présente Recommandation décrit également les caractéristiques des dispositifs de commande ALC et indique quelles sont les caractéristiques importantes pour la fourniture d'une performance acceptable dans le réseau. La présente Recommandation analyse également des problèmes liés à l'interaction de dispositifs de commande ALC avec d'autres équipements du réseau ou de l'abonné.

La présente Recommandation **ne définit pas** d'algorithme normalisé.

La présente Recommandation **ne définit pas** de règles de planification, de modalités de mise en place ou de niveau cible pour les dispositifs de commande ALC. Ces informations peuvent être trouvées dans des Recommandations qui sont actuellement en cours d'élaboration par la Commission d'études 12 de l'UIT-T.

2 Références normatives

La présente Recommandation se réfère à certaines dispositions des Recommandations UIT-T et textes suivants qui, de ce fait, en sont partie intégrante. Les versions indiquées étaient en vigueur au moment de la publication de la présente Recommandation. Toute Recommandation ou tout texte étant sujet à révision, les utilisateurs de la présente Recommandation sont invités à se reporter, si possible, aux versions les plus récentes des références normatives suivantes. La liste des Recommandations de l'UIT-T en vigueur est régulièrement publiée.

- [1] Recommandation UIT-T P.56 (1993), *Mesure objective du niveau vocal actif.*
- [2] Recommandation UIT-T G.122 (1993), *Influence des systèmes nationaux sur la stabilité et l'écho pour la personne qui parle dans les connexions internationales.*
- [3] Recommandation CCITT G.164 (1988), *Suppresseurs d'écho.*
- [4] Recommandation UIT-T G.165 (1993), *Annuleurs d'écho.*
- [5] Recommandation UIT-T V.8 (1998), *Procédures de démarrage des sessions de transmission de données sur le réseau téléphonique public commuté.*
- [6] Recommandation UIT-T V.25 (1996), *Équipement de réponse automatique et procédures générales pour équipement d'appel automatique en mode parallèle sur le réseau téléphonique général commuté, y compris les procédures de neutralisation des dispositifs de réduction d'écho lorsque les appels sont établis aussi bien d'une manière manuelle que d'une manière automatique.*
- [7] Recommandation UIT-T T.30 (1996), *Procédures pour la transmission de documents par télécopie sur le réseau téléphonique général commuté.*
- [8] Recommandation UIT-T T.4 (1996), *Normalisation des télécopieurs du groupe 3 pour la transmission de documents.*
- [9] Recommandation UIT-T G.168 (1997), *Annuleurs d'écho pour les réseaux numériques.*
- [10] Recommandation UIT-T P.561 (1996), *Dispositif de mesure en service et sans intrusion – Mesures pour les services vocaux.*
- [11] Recommandation UIT-T P.501 (1996), *Signaux d'essai à utiliser en téléphonométrie.*
- [12] Recommandation CCITT Q.24 (1988), *Réception des signaux multifréquences émis par clavier.*

3 Termes et définitions

La présente Recommandation définit les termes suivants:

3.1 dispositif de commande ALC: fonction de traitement de signal, située sur le trajet de transmission numérique, qui ajuste automatiquement le niveau d'un signal pour atteindre une valeur prédéterminée. Les dispositifs qui modifient la réponse de fréquence ou le contenu spectral d'un signal d'une manière affectant le niveau général du système sont également définis comme des dispositifs de commande ALC aux fins de la présente Recommandation. Un dispositif de commande ALC est conçu pour traiter des signaux dans l'une des directions de transmission. Se référer à la Figure 1.

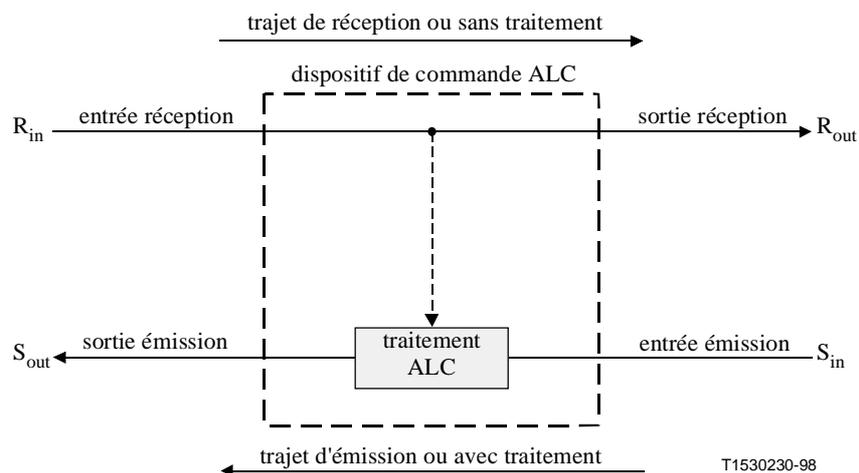


Figure 1/G.169 – Diagramme schématique d'un dispositif de commande ALC

3.2 dispositif de commande ALC désactivé: dispositif de commande ALC qui a été placé de manière forcée dans un mode de fonctionnement à 64 kbit/s avec intégrité de la séquence de bits, quel que soit le moyen utilisé.

3.3 annuleur d'écho: dispositif situé dans la partie à 4 fils d'un circuit utilisé pour réduire l'écho du côté proche, présent sur le trajet d'émission, en soustrayant une estimation de cet écho à l'écho du côté proche.

3.4 dispositif ALC bidirectionnel: dispositif de commande ALC conçu pour traiter des signaux dans les deux directions de transmission.

3.5 annuleur d'écho bidirectionnel: annuleur d'écho conçu pour annuler les échos dans les deux directions (c'est-à-dire les échos du côté proche et du côté distant).

3.6 tests de laboratoire: tests pouvant être effectués dans un laboratoire ou dans tout environnement dans lequel le dispositif de commande ALC n'est pas installé et n'est donc pas en service.

3.7 niveau cible: niveau du signal d'entrée, pour un type de signal donné, pour lequel un dispositif de commande ALC actif (activé) passera au gain unité. Le niveau du dispositif de commande ALC sera ajusté en direction du niveau cible pour d'autres niveaux du signal à l'entrée. [Il convient de noter que pour certains dispositifs de commande ALC, le niveau cible peut être différent selon le type de signal, le niveau cible pour la parole peut, par exemple être différent du niveau cible pour une tonalité. Le traitement des signaux de niveau supérieur au niveau cible peut être différent du traitement des signaux qui sont en dessous de ce niveau. Un dispositif de commande ALC évolué peut, en principe, fournir plus d'un niveau cible en fonction du signal transmis (par exemple pour la parole, les données et les tonalités DTMF).]

4 Abréviations et acronymes

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

ALC	commande automatique de niveau (<i>automatic level control</i>)
A/D	convertisseur analogique-numérique (<i>analogue-to-digital converter</i>)
CSS	signal source composite (<i>composite source signal</i>)
D/A	convertisseur numérique-analogique (<i>digital-to-analogue converter</i>)

DCME	équipement de multiplication de circuit numérique (<i>digital circuit multiplication equipment</i>)
DTMF	multifréquence bitonalités (<i>dual-tone multi-frequency</i>)
ERL	affaiblissement d'adaptation pour l'écho (<i>echo return loss</i>)
RNIS	réseau numérique à intégration de services

5 Caractéristiques des dispositifs de commande ALC

5.1 Généralités

La présente Recommandation s'applique aux essais de dispositifs de commande automatique de niveau (ALC) installés dans un équipement basé dans le réseau. Un dispositif de commande ALC est défini comme étant toute fonction de traitement de signal située sur le trajet de transmission numérique qui adapte automatiquement le niveau d'un signal pour atteindre une valeur prédéterminée. Les dispositifs qui modifient la réponse de fréquence ou le contenu spectral d'un signal d'une manière affectant le niveau général du système sont également définis comme des dispositifs de commande ALC aux fins de la présente Recommandation.

5.2 Caractéristiques des dispositifs ALC

Les dispositifs ALC installés dans le réseau doivent posséder les caractéristiques suivantes:

- 1) introduction d'un gain ou d'un affaiblissement limité dans le circuit de manière à maintenir le niveau d'un appel à une valeur prédéterminée;
- 2) maintien de la stabilité d'une connexion à un instant quelconque (pendant l'établissement de l'appel ou pendant la durée de l'appel), dans des situations faisant intervenir ou non une limitation d'écho associé;
- 3) maintien d'un fonctionnement correct pendant des transmissions de télécopie et de données en bande vocale;
- 4) fonctionnement correct en présence de niveaux réalistes de bruit d'arrière-plan et de bruit de circuit (par exemple, dans des réseaux mobiles);
- 5) fonctionnement correct en présence d'écho;
- 6) absence d'interférences avec le fonctionnement correct des tonalités de signalisation utilisées dans le réseau;
- 7) mode de fonctionnement fournissant une séquence d'intégrité à 64 kbit/s en cas de désactivation.

5.3 Fonctionnement en tandem

Des problèmes substantiels se posent au sujet du fonctionnement en tandem de dispositifs de commande ALC. Tous les dispositifs de commande ALC mis en tandem doivent pouvoir être désactivés. Les méthodes de désactivation des dispositifs de commande ALC en tandem et les essais permettant de s'assurer de leur fonctionnement correct appellent une étude ultérieure.

5.4 Performances concernant le retard

Le retard introduit sur le trajet de traitement et sur le trajet sans traitement d'un dispositif de commande ALC doit être réduit au minimum. Dans le cas de dispositifs de commande ALC utilisés dans des réseaux qui ne contiennent pas d'annuleurs d'écho, le retard sur le trajet de traitement doit être réduit au minimum et ne doit pas dépasser 1 ms. Le délai sur le trajet sans traitement du

dispositif de commande ALC n'excédera pas 250 μ s pour le verrouillage de l'interface de trame. Il en résulte qu'aucun retard supplémentaire ou incrémental ne sera ajouté sur la direction sans traitement de la fonction ALC.

Les contraintes précédentes concernant le traitement ALC ne s'appliquent pas pour des dispositifs de commande ALC utilisés dans des réseaux qui contiennent des annuleurs d'écho. Ceci permet une souplesse dans la conception d'algorithmes qui peuvent réaliser des fonctions autres que la commande ALC de base, mais restent soumis à la présente Recommandation. La performance de l'algorithme du point de vue du retard doit être indiquée clairement dans un tel cas. Le délai sur le trajet sans traitement du dispositif de commande ALC n'excédera pas 250 μ s pour le verrouillage de l'interface de trame. Il en résulte qu'aucun retard supplémentaire ou incrémental ne sera ajouté sur la direction sans traitement de la fonction ALC. Il est rappelé aux concepteurs que le retard sur le trajet de traitement de tous les dispositifs de ce type doit être réduit au minimum.

6 Signaux d'essai

6.1 Signal d'essai pour les vérifications de niveau et de gain

Les dispositifs de commande ALC conçus pour réagir à des signaux de parole ne réagissent pas nécessairement de la même manière à d'autres types de signal. La parole ne constitue toutefois pas un signal d'essai commode pour des mesures de niveau et de gain en raison des variations naturelles de niveau qu'elle comporte. Un signal de bruit peut également ne pas être adéquat parce que le dispositif de commande ALC peut éventuellement effectuer une discrimination envers de tels signaux.

Un signal d'essai sinusoïdal constitue probablement le signal d'essai le plus commode pour des mesures de niveau et de gain, mais il est nécessaire de prendre des précautions pour que le dispositif de commande ALC soumis à l'essai réagisse normalement à la fréquence du signal sinusoïdal choisi. Certains dispositifs de commande ALC peuvent, par exemple, réagir à des fréquences données en rétablissant un gain unité ou en désactivant le dispositif de commande ALC.

Par ailleurs, certains modèles de dispositif de commande ALC n'effectuent pas de changements de gain en présence d'un signal permanent. Il est nécessaire de fournir dans un tel cas un moyen permettant d'effectuer une modulation hachée du signal d'essai pour permettre la modification du gain puis de revenir à un mode de signal continu pour faire les mesures de niveau ou de gain. Les références de niveau de signal figurant dans la présente Recommandation portent sur la partie "active" du signal d'essai dans le cas d'une modulation hachée (ce qui signifie que les mesures sont faites sur le signal non haché).

Il est possible, pour certains modèles de dispositif de commande ALC, que le niveau cible (tel qu'il est défini dans le paragraphe 3) soit différent en fonction des caractéristiques du signal appliqué, c'est-à-dire que le niveau cible pour un signal de parole peut différer dans la pratique du niveau cible pour une tonalité. Ceci n'interdit pas d'utiliser pour un tel dispositif de commande ALC un signal sinusoïdal pour les essais décrits dans le paragraphe 7.

Il est nécessaire de choisir un signal adéquat en référence aux spécifications du dispositif de commande ALC soumis à l'essai. Dans la plupart des cas, un ensemble de sinusoïdes (par exemple à 204 Hz, 304 Hz, 504 Hz, 1004 Hz, 1804 Hz et 2804 Hz) fournit des signaux d'essai convenables, avec si nécessaire, une modulation hachée active pendant une seconde et inactive pendant une seconde.

Un dispositif de commande ALC évolué peut utiliser en principe plusieurs niveaux cible en fonction du signal transmis. Un tel dispositif de commande ALC peut avoir la faculté d'effectuer une discrimination entre divers types de signaux, tels que la parole, les données ou des tonalités DTMF. Il est nécessaire dans un tel cas, pour des essais de performance du dispositif de commande ALC

avec un signal de parole, que le signal d'essai sélectionné soit reconnu par le dispositif de commande comme étant effectivement de la parole.

Etant donné que des signaux de tonalité peuvent se révéler inappropriés ou insuffisants pour un dispositif de commande ALC d'un modèle particulier, l'utilisation d'un signal de bruit avec une bande limitée a été prise en considération, ainsi que l'utilisation du signal source composite (CSS, *composite source signal*) défini dans la Recommandation P.501 [11]. Il est possible d'utiliser en dernier recours un signal d'essai constitué d'une parole préenregistrée en conjonction avec des installations de mesure telles que celles définies dans la Recommandation P.56 [1]. L'utilisation de la parole rendra toutefois difficile la réalisation de certains essais.

6.2 Bruit de circuit électrique

Le bruit de circuit électrique doit être émulé, lorsque cela est nécessaire pour les essais, par un bruit gaussien blanc continu limité par la source à la bande de 0 à 3,4 kHz. Les références au niveau de ce signal d'essai de bruit concernent le niveau moyen de puissance du signal avec une mesure "plate" (c'est-à-dire sans pondération psophométrique). Le niveau, le type et la structure temporelle de ce signal d'essai appellent une étude ultérieure.

6.3 Bruit d'environnement

Le bruit d'environnement doit être émulé, lorsque cela est nécessaire pour les essais, par un bruit gaussien blanc continu limité par la source à la bande de 0 à 800 Hz avec une modulation hachée active pendant une seconde et inactive pendant une seconde. Les références de niveau de signal figurant dans la présente Recommandation portent sur la partie "active" du signal d'essai de bruit, équivalente à la puissance moyenne du signal non modulé avec une mesure "plate" (c'est-à-dire sans pondération psophométrique). Le niveau, le type et la structure temporelle de ce signal d'essai appellent une étude ultérieure.

7 Essais

Il est nécessaire, pour une grande partie des essais suivants, de vérifier à de nombreuses reprises le gain du dispositif de commande ALC pour déterminer si une modification de gain s'est produite. On suppose dans les procédures d'essai que le dispositif de commande ALC n'a pas de fonction permettant d'interroger la valeur du gain à des instants arbitraires. Si un dispositif de commande ALC possède une telle fonction, il est alors possible de simplifier les modalités des essais ci-dessous, ce qui peut éventuellement conduire à des résultats plus précis.

Les essais concernent des dispositifs de commande ALC installés dans des réseaux numériques et nécessitent donc l'injection et la mesure de signaux sur des circuits numériques. Ceci implique l'utilisation d'équipements d'essai numériques ou des convertisseurs analogique-numérique (A/D, *analogue-to-digital*) et numérique-analogique (D/A, *digital-to-analogue*) appropriés.

Le dispositif de commande ALC soumis à l'essai peut, dans certains cas, être intégré dans un autre équipement réseau tel qu'un annuleur d'écho ou avoir besoin de fonctionner avec un tel équipement, ce qui implique de disposer de la capacité d'injecter et de superviser un signal d'essai dans un flux binaire multiplexé au débit primaire. Dans le cas de la présence d'annuleurs d'écho, il sera nécessaire d'assurer que ces équipements ont complètement terminé leur cycle de convergence avant d'effectuer l'un quelconque des essais ci-après. Il est recommandé d'injecter à cet effet dans le circuit d'essai un signal de bruit blanc à un niveau approximatif de -10 dBm₀. Le signal de bruit doit d'abord être appliqué dans l'une des directions de transmission pendant une durée minimale de 10 secondes sans signal dans la direction inverse, après quoi il sera ensuite supprimé et appliqué dans la direction de transmission inverse pendant une durée minimale de 10 secondes.

Un dispositif de commande ALC fait évoluer le réglage du niveau d'un signal vers un niveau cible. Le niveau cible pourra en général être choisi par l'utilisateur à l'intérieur d'un certain domaine. Dans des réseaux où les objectifs d'équivalents SLR et RLR sont respectivement de 8 dB et de 2 dB (c'est-à-dire à la moitié des objectifs spécifiés pour ces équivalents dans la Recommandation G.121), le niveau cible souhaité pour un signal de parole est égal à -19 dBm0. Ce niveau se base sur la relation approximative entre l'équivalent SLR et le niveau de parole présenté dans la Recommandation G.115. Pour certains équipements, le niveau cible sera fonction du signal à l'entrée (par exemple, le niveau cible pour un signal de parole peut être différent du niveau cible pour une tonalité). Dans les procédures d'essais qui suivent, une référence à un "niveau cible" s'applique au niveau cible adéquat pour le signal d'essai utilisé (c'est-à-dire, le niveau du signal d'essai à l'entrée du dispositif de commande ALC qui fait évoluer l'équipement en direction du gain unité).

On suppose, pour les essais, que le même niveau cible est utilisé pour tous les essais individuels. Le niveau cible sélectionné doit être réalisé par rapport aux objectifs de niveau du réseau, sachant que pour certains dispositifs de commande ALC, le niveau cible peut dépendre de la nature du signal d'essai. L'utilisation de niveaux cible non réalistes peut rendre certains essais non valides. Les essais de conformité d'un équipement doivent consigner le niveau cible utilisé et le type de signal concerné par ce niveau cible.

7.1 Stabilité

Les problèmes de stabilité du réseau sont traités dans la Recommandation G.122 [2]. Compte tenu de l'existence de circuits à 4 fils se terminant par des trajets à 2 fils, la pratique courante est de s'assurer qu'un affaiblissement total est toujours présent (dans la mesure du possible) sur la boucle à 4 fils. La stabilité est réalisée de cette manière même en cas de forte désadaptation d'impédance au niveau des unités de terminaison 2 fils/4 fils.

Les dispositifs de commande ALC peuvent introduire des gains importants qui risquent de réduire ou de supprimer la marge de stabilité d'une connexion, en particulier si la commande ALC est utilisée dans les deux directions de transmission. Le problème est encore plus aigu si la mise en cascade de systèmes ALC est autorisée. Le gain maximal introduit par des systèmes ALC doit être limité pour éviter une instabilité, en tenant compte des conditions les plus défavorables pour une connexion donnée.

Un équipement peut être mis en place selon deux scénarios de réseau distincts:

- a) des réseaux sans mesure de limitation d'écho préexistante;
- b) des réseaux avec limitation d'écho.

Les problèmes de stabilité liés à l'annulation d'écho complète ne sont pas traités dans le présent paragraphe, se référer au sous-paragraphe II.1.

7.1.1 Réseaux sans limitation d'écho préexistante

Les réseaux sans limitation d'écho seront en général des réseaux nationaux dans lesquels les délais de transmission maximaux seront faibles et ne justifient pas l'utilisation d'équipements de limitation d'écho. Les systèmes ALC seront rarement mis en place à court terme dans de tels réseaux car il est peu probable que des plates-formes de traitement de signal appropriées y soient installées, ce qui fait que la fourniture d'équipements ALC ne sera pas intéressante du point de vue économique. Il convient toutefois de ne pas négliger la possibilité de mise en place de systèmes ALC dans le futur.

Il est possible qu'un dispositif de commande ALC contienne une annulation d'écho intégrée, auquel cas les problèmes de stabilité sont ceux analysés au 7.1.2 "Réseaux avec limitation d'écho".

Il est recommandé, si le dispositif de commande ALC ne contient pas d'annulation d'écho, que le gain maximal que le système ALC est autorisé à introduire dans un réseau sans limitation d'écho soit

limité afin de satisfaire aux prescriptions de la Recommandation G.122 [2]. Ceci implique dans certains réseaux nationaux que l'opérateur du réseau garantisse que le gain maximal introduit par un dispositif de commande ALC n'excède pas 0 dB. Ceci est probablement le cas lorsque les Administrations ont déjà effectué une compensation pour l'atténuation sur les lignes locales longues en réduisant les atténuations introduites par les compléments de ligne R et T¹.

7.1.2 Réseaux avec limitation d'écho

Les connexions internationales et les réseaux nationaux des grands pays utilisent en général des dispositifs de limitation d'écho pour réduire le niveau des signaux d'écho réfléchis. On suppose, dans l'analyse du gain et de la stabilité du dispositif de commande ALC qui suit, que le dispositif de commande ALC est installé sur le trajet de transmission en un point situé après un dispositif de limitation d'écho (c'est-à-dire à l'extérieur du trajet d'écho). On suppose en outre que le dispositif de limitation d'écho est un annuleur d'écho [4] et [9].

Il ne faut pas supposer que la discussion qui suit reste valable si le dispositif de limitation d'écho est un supprimeur d'écho, parce que ce dernier fournit une valeur d'atténuation très inférieure pour la réduction de l'écho dans des situations avec deux locuteurs. Il est possible qu'un supprimeur ne fournisse aucune atténuation d'écho dans certaines conditions de niveaux d'émission et de réception définies dans la Recommandation G.164 [3]. Il est recommandé, en conséquence, que les réseaux avec supprimeurs d'écho soient considérés comme ne fournissant aucune marge supplémentaire contre les instabilités. Il s'ensuit que le gain maximal du dispositif de commande ALC est analysé au 7.1.1 "Réseaux sans limitation d'écho préexistante".

Une fois qu'il a totalement convergé, un annuleur d'écho réduira considérablement le signal d'écho réfléchi qui arrive à un accès d'entrée du côté d'émission (S_{in} , *send in port*). Comme la stabilité d'une boucle fermée est fonction de la somme des gains et des atténuations que rencontre un signal circulant sur la boucle, l'atténuation d'écho fournie par un annuleur d'écho peut accroître de manière significative la marge de stabilité de la boucle. D'une manière usuelle, la stabilité de la boucle ne dépend toutefois pas de l'atténuation d'écho fournie par un annuleur d'écho.

La stabilité de la boucle peut être analysée pour une connexion avec annulation d'écho aux deux extrémités de la liaison et un dispositif de commande ALC unique installé sur le trajet avec suppression d'écho dans chacune des directions de transmission. Dans ce scénario, le gain maximal d'un dispositif de commande ALC qui ne provoque pas d'instabilité peut être égal à la plus petite valeur d'atténuation d'écho à l'intérieur de la largeur de bande téléphonique réalisée dans la pratique par un annuleur d'écho. Il ne faut toutefois pas négliger la stabilité au début d'un appel, avant que l'annuleur d'écho n'ait eu le temps de converger. Il est recommandé, compte tenu de ce problème, que le gain du dispositif de commande ALC soit, d'une manière idéale, remis au gain unité au début d'un appel. D'autres valeurs de gain initial peuvent être autorisées, mais cette valeur ne doit en aucun cas être supérieure à +4 dB. Par ailleurs, le gain du dispositif de commande ALC ne doit pas croître à un rythme supérieur à 10 dB/s. (Compte tenu du fait que certains dispositifs de commande ALC implémentent des modifications de gain par palier, le rythme de modification du gain doit tenir compte de l'accroissement maximal du gain admissible dans l'équipement sur une durée d'une seconde, cet intervalle contenant le premier réglage du gain survenant après une réinitialisation de l'équipement.)

¹ Le complément de ligne R représente l'atténuation de transmission entre le point à 0 dB_r dans le décodeur numérique-analogique et le côté à 2 fils de l'unité de terminaison 2 fils/4 fils. Le complément de ligne T représente de même l'atténuation de transmission entre le côté à 2 fils de l'unité de terminaison 2 fils/4 fils et le point à 0 dB_r, point du convertisseur analogique-numérique.

Si l'on tient compte des indications ci-dessus concernant la réinitialisation et le rythme de modification du gain du dispositif de commande ALC, il est recommandé que le gain maximal d'un dispositif de commande ALC sur une connexion avec annulation d'écho ne soit pas supérieur à +15 dB.

7.2 Echo

Si des précautions adéquates ne sont pas prises, un dispositif de commande ALC peut manifester une tendance intempestive à ajuster son gain en réaction au niveau des signaux d'écho. Ceci se manifeste en particulier si la commande automatique de niveau est utilisée sur des circuits sans annulation d'écho et avec des délais courts pour lesquels le gain peut s'ajuster sur le signal réfléchi même si ce dernier n'est pas audible sous la forme d'un écho.

La conception pratique du dispositif de commande ALC peut inclure un seuil de niveau fixe ou adaptatif en dessous duquel un signal ne provoquera aucune réaction de gain de l'équipement. Lorsqu'elle est utilisée avec une annulation d'écho, une telle conception sera probablement efficace pour éliminer les modifications de gain ALC en réaction au signal résiduel d'écho. D'autres précautions peuvent être nécessaires sur une connexion sans annulation d'écho pour éviter que le gain ALC ne réagisse aux signaux d'écho.

Il peut exister d'autres types de dispositif de commande ALC qui ne font pas appel à des seuils de niveau mais utilisent un traitement de signal pour faire la distinction entre les signaux de parole et les autres signaux. On peut de cette manière permettre au gain ALC de s'ajuster sur le niveau du signal mais pas sur celui du bruit. Une conception de ce type peut avoir une forte tendance à s'ajuster en réaction à des signaux d'écho si d'autres précautions ne sont pas prises, en particulier en cas d'utilisation sur une connexion sans annulation d'écho.

L'analyse précédente indique que sur une connexion sans annulation d'écho un fonctionnement satisfaisant du dispositif de commande ALC nécessite un procédé permettant d'identifier les signaux d'écho. Ceci implique que le dispositif de commande ALC utilisé sur une telle connexion devra être connecté à la fois sur le trajet d'émission et le trajet de réception.

L'un des deux essais décrits ci-dessous doit être effectué pour vérifier la performance correcte d'un dispositif de commande ALC par rapport aux signaux d'écho. L'essai A s'applique à un dispositif de commande ALC installé sur une connexion sans limitation d'écho et l'essai B à un dispositif utilisé sur une connexion avec limitation d'écho (y compris dans le cas d'un dispositif de commande ALC intégré dans un annuleur d'écho).

Essai A (pour des connexions sans limitation d'écho)

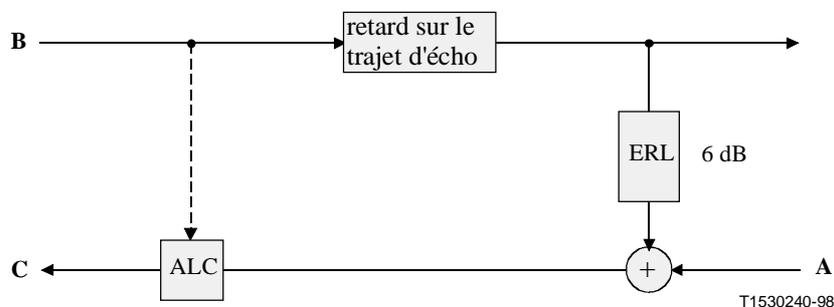


Figure 2/G.169 – Configuration de circuit pour "l'essai A" – Robustesse du dispositif de commande ALC pour des connexions sans limitation d'écho

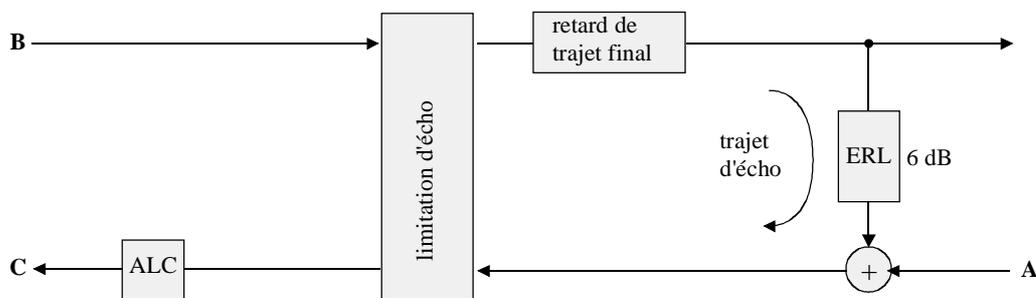
- 1) connecter le dispositif de commande ALC dans un circuit d'émulation d'une partie de connexion contenant le retard attendu sur le trajet d'écho dans le cas le plus défavorable qui apporte une contribution au signal arrivant à l'accès d'entrée du dispositif de commande ALC. La Figure 2 représente un circuit d'essai de base. Une valeur d'affaiblissement d'adaptation pour l'écho (ERL, *echo return loss*) de 6 dB est choisie afin de représenter le cas le plus défavorable des conditions d'écho;
- 2) appliquer un signal d'essai (avec, si nécessaire une modulation hachée, se référer au paragraphe 6) au point A de la Figure 2, avec un niveau de -2 dBm₀. Ce niveau est suffisamment élevé pour garantir que le gain du dispositif de commande ALC passe à sa valeur minimale (ou au voisinage de cette valeur);
- 3) mesurer le niveau du signal au point C de la Figure 2 et en déduire la valeur du gain du dispositif de commande ALC;
- 4) supprimer le signal d'essai au point A. Appliquer un signal d'essai au point B de la Figure 2 avec le niveau cible spécifié ou prépositionné du dispositif de commande ALC soumis à l'essai. A noter qu'avec certains dispositifs de commande ALC, le niveau cible peut être différent selon les types de signaux;
- 5) le signal d'essai au point B doit être interrompu fréquemment (ou soumis à une modulation hachée à environ 0,5 Hz). Vérifier à nouveau le gain du dispositif de commande ALC après 2 minutes en mesurant le niveau du signal au point C. On peut supposer que le niveau du signal à l'entrée du dispositif de commande ALC se situe à 6 dB en dessous du niveau du signal d'essai au point B.

Le gain du dispositif de commande ALC doit se trouver à cette étape à moins de 1 dB de la valeur notée lors de l'étape 3;

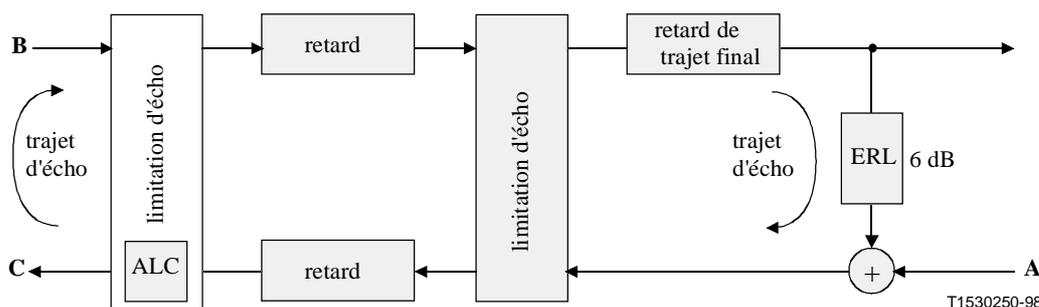
- 6) supprimer le signal d'essai au point B;
- 7) appliquer un signal d'essai (avec une modulation hachée si nécessaire, se référer au paragraphe 6) au point A à un niveau de 8 dB en dessous du niveau cible du dispositif de commande ALC. Ceci garantira que le dispositif de commande ALC passera au gain unité (ou à un gain supérieur si le dispositif de commande ALC est autorisé à introduire du gain);
- 8) répéter l'étape 3;
- 9) supprimer le signal d'essai au point A. Appliquer un signal d'essai au point B avec un niveau de -2 dBm₀;
- 10) répéter l'étape 5. Le gain mesuré doit se trouver à moins de 1 dB de la valeur notée lors de l'étape 8;
- 11) on doit considérer que le dispositif de commande ALC n'a pas passé l'essai si son gain noté lors des étapes 5 et 10 a changé de plus de 1 dB.

Essai B (pour des connexions avec limitation d'écho)

La procédure d'essai suivante doit être utilisée lorsqu'on a l'intention d'utiliser un dispositif de commande ALC dans un réseau avec limitation d'écho (suppresseurs d'écho ou annuleurs d'écho), y compris dans le cas où un dispositif de commande ALC est intégré dans un annuleur d'écho. La procédure d'essai est valable si le dispositif de commande ALC est installé sur le trajet d'émission d'une connexion [circuit d'essai représenté par la Figure 3 a)] ou sur le trajet de réception [circuit d'essai représenté par la Figure 3 b)]. Dans l'un ou l'autre cas toutefois, le dispositif de commande ALC soumis à l'essai doit être l'unique dispositif de commande ALC actif. S'il n'est pas possible d'éviter la présence d'autres dispositifs de commande ALC dans la configuration d'essai [par exemple, dans le cas de dispositifs de commande ALC intégrés dans le dispositif de limitation d'écho de la Figure 3 a) ou de la Figure 3 b) et qui ne sont pas soumis à l'essai], ces derniers doivent alors être désactivés pour effectuer l'essai.



a) dispositif de commande ALC installé sur le trajet d'émission d'une connexion avec limitation d'écho



b) dispositif de commande ALC installé sur le trajet de réception d'une connexion avec limitation d'écho

NOTE – L'équipement ALC peut être intégré dans l'équipement de limitation d'écho.

Figure 3/G.169 – Configurations de circuit pour "l'essai B" – Robustesse du dispositif de commande ALC pour des connexions avec limitation d'écho

Il sera normalement impossible, lorsqu'on traite des signaux d'écho, de mesurer le gain d'un dispositif de commande ALC intégré dans le trajet d'émission d'un annuleur d'écho, parce qu'il est peu probable que l'accès à l'entrée du dispositif de commande ALC soit disponible. Il est en tout cas difficile de mesurer le gain d'un dispositif de commande ALC lorsque le niveau du signal d'écho à l'entrée est considérablement réduit par un dispositif de limitation d'écho. La procédure suivante tente de contourner ces problèmes en se limitant à l'observation des niveaux de sortie du dispositif de commande ALC lorsque le signal qui le traverse n'est pas atténué par le dispositif de limitation d'écho.

NOTE – Si le dispositif de limitation d'écho est un annuleur d'écho, il sera alors nécessaire au départ, de le faire converger totalement en appliquant un signal de bruit au point B (se référer au paragraphe 7).

- 1) connecter le dispositif de commande ALC dans un circuit d'émulation d'une partie de connexion contenant le trajet d'écho qui apporte une contribution au signal arrivant à l'accès d'entrée du dispositif de commande ALC. La Figure 3 a) représente un circuit d'essai de base pour un dispositif de commande ALC installé sur le trajet d'émission d'une connexion; la Figure 3 b) représente le cas de l'installation du dispositif de commande ALC sur le trajet de réception. Les points d'essais mentionnés ci-dessous sont repérés par les lettres A, B et C dans les figures. Une valeur d'affaiblissement d'adaptation pour l'écho (ERL, *echo return loss*) de 6 dB est choisie afin de représenter le cas le plus défavorable des conditions d'écho;
- 2) appliquer un signal d'essai (avec une modulation hachée si nécessaire, se référer au paragraphe 6) au point A du circuit d'essai, avec un niveau de -2 dBm0. Ce niveau est

suffisamment élevé pour garantir que le gain du dispositif de commande ALC passe à sa valeur minimale (ou au voisinage de cette valeur);

- 3) afficher en temps réel (par exemple au moyen d'un oscilloscope) le signal analogique au point C du circuit d'essai et noter l'amplitude du signal affiché. (Il est possible d'utiliser d'autres moyens d'enregistrement du niveau du signal, mais la méthode utilisée doit également pouvoir s'appliquer lors de l'étape 5);
- 4) supprimer le signal d'essai au point A et l'appliquer au point B avec le même niveau. Le signal d'essai au point B doit être interrompu fréquemment (ou soumis à une modulation hachée à environ 0,5 Hz);
- 5) supprimer le signal d'essai au point B après 1 minute et l'appliquer à nouveau au point A. Noter immédiatement l'amplitude du signal affiché au moment où il atteint le point C ou faire une mesure dans les 100 ms. (La méthode de mesure du niveau doit être identique à celle utilisée lors de l'étape 3.) Le but est de déterminer si le gain du dispositif de commande ALC a varié durant l'étape 4;
- 6) on doit considérer que le dispositif de commande ALC n'a pas passé l'essai si l'amplitude observée lors de l'étape 5 dépasse de plus de 12% celle notée lors de l'étape 3 (ou si la différence de mesure de niveau est supérieure à 1 dB).

7.3 Tolérance vis-à-vis du bruit

Les systèmes de commande automatique de niveau sont conçus pour ajuster les signaux de parole vers un niveau optimal. Il se peut qu'une tendance indésirable se manifeste pendant les silences pour ajuster le gain en réponse au bruit d'arrière-plan. Il est de ce fait nécessaire d'effectuer des essais pour indiquer la robustesse de la commande de niveau dans le cas le plus défavorable de rapport signal sur bruit attendu sur le réseau.

Le bruit en arrière-plan sera une combinaison de bruit d'environnement reçu par le microphone du combiné et de bruit de circuit électrique, ce dernier étant particulièrement significatif lorsque des circuits analogiques interviennent dans la connexion. Ces deux sources de bruit ont selon toute vraisemblance des caractéristiques très différentes. Le bruit de circuit électrique tend par nature à avoir une largeur de bande importante et un niveau relativement constant pour une moyenne prise sur un intervalle supérieur à quelques centaines de millisecondes. La nature du bruit d'environnement dépend naturellement de ce dernier, mais son niveau est souvent fluctuant et ses caractéristiques spectrales sont souvent voisines de celles de la parole. Le bruit peut souvent contenir des signaux de parole provenant d'autres conversations au voisinage du téléphone. Les bruits du véhicule constituent une contribution majeure dans l'environnement mobile et les niveaux de bruit peuvent être très élevés.

Un dispositif de commande ALC conçu pour une utilisation dans des réseaux de télécommunication doit être en mesure d'effectuer une discrimination entre le signal souhaité et le bruit. Le paragraphe précédent indique clairement que le bruit d'environnement peut probablement poser plus de problèmes pour un dispositif de commande ALC que le bruit de circuit électrique. Deux essais distincts sont présentés ci-dessous afin de tenir compte de ce fait. L'essai A est conçu principalement pour vérifier la robustesse du dispositif de commande ALC en présence de bruit de circuit électrique. L'essai B fournit quelques mesures de confiance dans le cas de bruits d'environnement. L'essai concernant les bruits d'environnement nécessite une robustesse vis-à-vis des bruits pour des rapports signal sur bruit égaux ou supérieurs à 23 dB. Il s'agit de prescriptions minimales de performance et on peut espérer que les constructeurs pourront trouver des procédés permettant de fournir des niveaux de performances plus élevés.

Le niveau, le type et la structure temporelle des sources de bruit pour les essais A et B appellent une étude ultérieure.

Essai A (robustesse en présence de bruit de circuit)

- 1) connecter le dispositif de commande ALC (ou l'équipement qui le contient) à un circuit d'essai adéquat permettant d'appliquer des signaux d'essai à l'entrée du dispositif et de superviser les signaux en entrée et en sortie. [Le circuit utilisé pour l'essai d'écho (Figure 2, Figures 3 a), 3 b) selon le cas) également être utilisé, mais aucun signal ne doit être appliqué au point B et la valeur de l'affaiblissement ERL doit être infinie.];
- 2) appliquer un signal d'essai (avec une modulation hachée si nécessaire, se référer au paragraphe 6) à l'entrée du dispositif de commande ALC (ou de l'équipement qui le contient) avec un niveau de -5 dBm0. Ce niveau est suffisamment élevé pour garantir que le gain du dispositif de commande ALC passe à sa valeur minimale (ou au voisinage de cette valeur);
- 3) mesurer le niveau du signal à la sortie du dispositif de commande ALC et en déduire la valeur du gain de ce dispositif;
- 4) remplacer le signal d'essai à l'entrée du dispositif de commande ALC par un signal Gaussien continu de bruit blanc (largeur de bande limitée à 0 à 3,4 kHz) avec un niveau de -40 dBm0;
- 5) vérifier à nouveau le gain du dispositif de commande ALC après au moins 10 secondes en mesurant le niveau du signal de bruit à la sortie du dispositif;
- 6) compte tenu des incertitudes de mesure, le gain du dispositif de commande ALC lors de l'étape 5 ne doit pas s'écarter de plus de 1 dB de la valeur notée lors de l'étape 3. On doit considérer que le dispositif de commande ALC n'a pas passé l'essai si son gain a augmenté de manière significative par rapport à la valeur notée lors de l'étape 3.

Essai B (robustesse en présence de bruit d'environnement)

Cet essai est comparable à l'essai A, mais avec un signal de bruit de nature différente. Le signal d'essai de bruit adopté traduit le fait qu'il peut être difficile pour un dispositif de commande ALC de rejeter un bruit d'environnement.

Le signal d'essai de bruit se constitue d'un signal gaussien de bruit blanc limité à la bande de fréquences 0-800 Hz avec une modulation hachée active pendant une seconde et inactive pendant une seconde. Les références de niveau de signal d'essai de bruit portent sur la partie "active " du signal (équivalente à la puissance moyenne du signal non modulé).

- 1) connecter le dispositif de commande ALC (ou l'équipement qui le contient) à un circuit d'essai adéquat permettant d'appliquer des signaux d'essai à l'entrée du dispositif et de superviser les signaux en entrée et en sortie. [Le circuit utilisé pour l'essai d'écho (Figure 2, Figures 3 a), 3 b) selon le cas) peut être utilisé si on le désire, mais aucun signal ne doit être appliqué au point B et la valeur de l'affaiblissement ERL doit être infinie.];
- 2) appliquer un signal d'essai (avec une modulation hachée si nécessaire, se référer au paragraphe 6) à l'entrée du dispositif de commande ALC (ou de l'équipement qui le contient), avec un niveau de -5 dBm0. Ce niveau est suffisamment élevé pour garantir que le gain du dispositif de commande ALC passe à sa valeur minimale (ou au voisinage de cette valeur);
- 3) mesurer le niveau du signal à la sortie du dispositif de commande ALC et en déduire la valeur du gain du dispositif de commande ALC;
- 4) remplacer le signal d'essai à l'entrée du dispositif de commande ALC par un signal d'essai de bruit tel qu'il est défini précédemment, avec un niveau de -28 dBm0 (en l'absence de modulation);
- 5) vérifier à nouveau le gain du dispositif de commande ALC après au moins 20 secondes en mesurant le niveau du signal de bruit à la sortie du dispositif (en l'absence de modulation);

- 6) compte tenu des incertitudes de mesure, le gain du dispositif de commande ALC lors de l'étape 5 ne doit pas s'écarter de plus de 1 dB de la valeur notée lors de l'étape 3. On doit considérer que le dispositif de commande ALC n'a pas passé l'essai si son gain a augmenté de manière significative par rapport à la valeur notée lors de l'étape 3.

7.4 Tonalités de signalisation

Un système ALC ne doit pas interférer avec le fonctionnement correct des tonalités de signalisation utilisées dans le réseau. La commande de niveau peut, par exemple, être désactivée (fixée à un gain unité) jusqu'à l'établissement de la liaison dans le cas de tonalités utilisées pour établir une connexion. Dans le cas de signaux de tonalité DTMF, il sera nécessaire de vérifier que la commande de niveau n'affecte pas la fiabilité de leur détection.

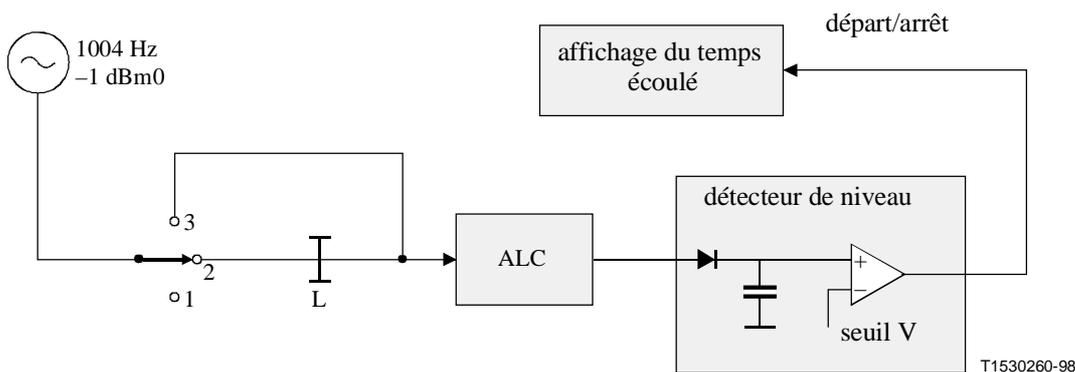
7.4.1 Essais DTMF

Un dispositif de commande ALC usuel ne sera probablement pas en mesure de faire la différence entre des signaux de parole et des signaux DTMF, ce qui fait qu'il est possible que des réglages de gain soient effectués au cours de la transmission d'une signalisation DTMF. La précision de la détection DTMF peut dépendre non seulement du dispositif de commande ALC, mais également du détecteur DTMF particulier.

Méthode 1

On suppose un dispositif de commande ALC traitant des tonalités DTMF dans le domaine $-23 \text{ dBm0} \leq \text{niveau cible} \leq -5 \text{ dBm0}$. Dans ces conditions, les détecteurs DTMF toléreront en général des modifications de gain introduites par un dispositif de commande ALC, à condition que le rythme de variation du gain durant la transmission d'une tonalité soit suffisamment faible. Un essai adéquat du rythme maximal de variation du gain est esquissé ci-dessous et le circuit d'essai est présenté dans la Figure 4.

NOTE 1 – L'essai décrit utilise un équipement de détection et de mesure auquel est appliqué un signal analogique. Toutefois, pour les signaux numériques, on utilise un équipement d'essai équivalent avec logiciel.



- NOTE – i) atténuateur $L = -[1 + \text{niveau cible (dBm0)}] \text{ dB}$;
 ii) le seuil V est positionné de manière à ce que le compteur de temps écoulé s'arrête lorsque le niveau de sortie du dispositif ALC passe en dessous de -4 dBm0 .

Figure 4/G.169 – Configuration pour la mesure du rythme de variation du gain du dispositif de commande ALC

NOTE 2 – Certains dispositifs de commande ALC fonctionnent en faisant subir au gain des changements instantanés par paliers importants, alors que d'autres introduisent des diminutions par palier dans les situations de surcharge. L'essai suivant n'est pas valable dans de tels cas. On peut toutefois admettre que ce

type de comportement du gain n'affectera pas la précision de la détection des tonalités DTMF si les variations par palier sont autorisées uniquement pendant les pauses de transmission du signal ou tout au début d'une rafale de signaux.

- 1) connecter une logique externe de détection de niveau de seuil à la sortie du dispositif de commande ALC. Cette logique doit être configurée pour commander le démarrage et l'arrêt d'un compteur de temps écoulé. Pour un signal croissant à la sortie du dispositif de commande ALC, le compteur doit démarrer lorsque le niveau se trouve à l'intérieur de l'intervalle -4 dBm0 à -2 dBm0. Pour un niveau de signal décroissant, le compteur doit s'arrêter lorsque le niveau atteint exactement -4 dBm0;
- 2) appliquer une tonalité d'essai de 1004 Hz à l'entrée du dispositif de commande ALC avec le niveau cible spécifié ou prédéterminé. A noter qu'avec certains dispositifs de commande ALC, le niveau cible peut être différent selon les types de signaux. Laisser le temps suffisant pour que le gain du dispositif de commande ALC puisse atteindre l'unité. (Il peut être nécessaire, pour certains dispositifs de commande ALC, de déconnecter et de connecter la tonalité d'essai un certain nombre de fois pour garantir que le gain a atteint l'unité);
- 3) confirmer que le gain du dispositif de commande ALC est égal à l'unité en supervisant les niveaux d'entrée et de sortie du dispositif;
- 4) faire passer de manière instantanée le niveau du signal d'entrée du dispositif de commande ALC à -1 dBm0, ce qui doit déclencher automatiquement le compteur de temps écoulé;
- 5) le compteur de temps écoulé doit s'arrêter automatiquement lorsque le niveau du signal de sortie du dispositif de commande ALC est passé de -1 dBm0 à -4 dBm0, c'est-à-dire lorsque le gain du dispositif de commande ALC a décré de 3 dB. Il est possible de déterminer le rythme de variation du gain, exprimé en dB/s. Cette valeur sera approximativement égale au rythme maximal de variation du gain du dispositif de commande ALC;
- 6) on considère que le dispositif de commande ALC a passé l'essai si le rythme de variation du calculé est inférieur à 10 dB/s.

Méthode 2

La procédure suivante doit s'appliquer si la méthode d'essai 1 n'est pas adéquate pour un dispositif de commande ALC donné, si le dispositif n'a pas passé l'essai selon la méthode 1 ou si les résultats n'apportent pas de conclusion.

Le choix du détecteur de la fréquence DTMF doit avoir une influence sur le pourcentage d'échecs de détection pour tout essai de vérification de la précision de détection DTMF en présence d'un dispositif de commande ALC. L'essai suivant contourne ce problème; il est basé sur les performances de détection DTMF avec et sans présence du dispositif de commande ALC dans le circuit. Il n'est donc pas nécessaire de spécifier un détecteur DTMF normalisé pour l'essai.

L'essai nécessite un moyen d'envoi d'une séquence de caractères DTMF à l'entrée du circuit d'essai (par exemple une séquence stockée sur une bande audio numérique ou dans un fichier PC). Un détecteur DTMF adéquat est également nécessaire (pouvant être basé sur un PC pour des raisons de commodité), ainsi qu'un moyen d'enregistrement du pourcentage d'erreurs de détection de caractères dans la séquence DTMF d'essai restituée. La deuxième phase des essais nécessite une source de bruit. La Figure 5 représente la configuration d'essais de base.

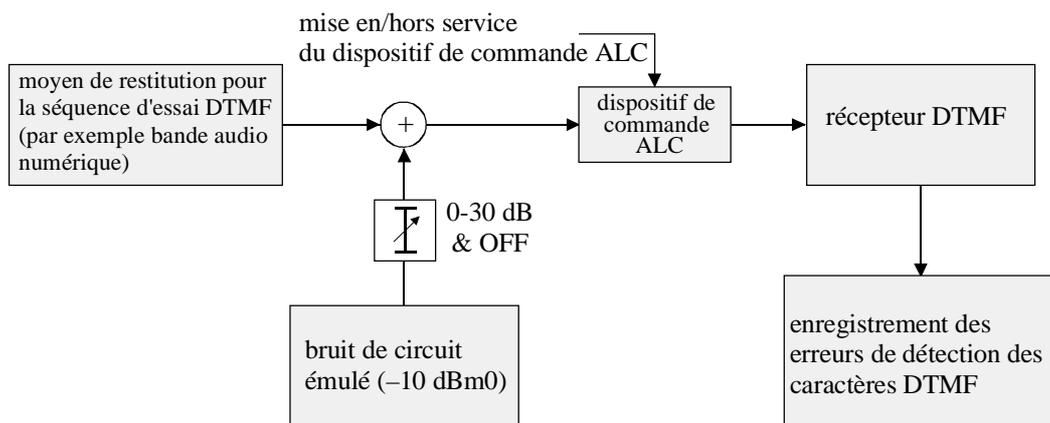
La séquence DTMF doit se constituer de 256 signaux DTMF différents, se présentant sous la forme de 16 ensembles de 16 caractères DTMF (0..9,#,*,A,B,C,D). Chaque ensemble est émis avec les décalages de fréquence spécifiés par le Tableau 1. Les niveaux de restitution des fréquences discrètes qui constituent les tonalités duales doivent être comme spécifié par le Tableau 1. Chaque caractère DTMF doit avoir une durée de 50 ms avec un intervalle entre caractères de 100 ms. L'intervalle entre

chaque ensemble doit être de 1 seconde et les 16 ensembles de caractères doivent être restitués sous la forme d'une séquence continue de 256 caractères.

Tableau 1/G.169 – Séquences d'essai DTMF

N° d'ensemble	Décalage de fréquence (%) (fréq. basse)	Décalage de fréquence (%) (fréq. haute)	Niveau (dBm0) (fréq. basse)	Niveau (dBm0) (fréq. haute)
1	0	0	0	0
2	0	0	-18	-18
3	1,5	1,5	-10	-10
4	-1,5	-1,5	-10	-10
5	0	0	-12	-18
6	0	0	-14	-10
7	1,5	1,5	-14	-20
8	-1,5	1,5	-14	-20
9	1,5	-1,5	-6	-12
10	-1,5	-1,5	-6	-12
11	0	0	-12	-18
12	0	0	-14	-10
13	1,5	1,5	-10	-6
14	-1,5	1,5	-10	-6
15	1,5	-1,5	-18	-14
16	-1,5	-1,5	-18	-14

L'Annexe A/Q.24 [12] indique que certaines Administrations exigent que les récepteurs DTMF tolèrent des niveaux de puissance pour les fréquences pouvant aller jusqu'à 0 dBm.



T1530270-98

Figure 5/G.169 – Configuration de circuit pour la vérification de l'influence du dispositif de commande ALC sur la performance de la détection DTMF

- 1) le dispositif de commande ALC étant désactivé, restituer la séquence d'essai DTMF sur le circuit d'essai. Noter le pourcentage de défaillances de détection et d'erreurs de détection;
- 2) répéter l'étape 1 un nombre suffisant de fois pour déterminer de manière satisfaisante la performance normale de la détection DTMF;
- 3) répéter les étapes 1 et 2 avec le dispositif de commande ALC activé. On considère que le dispositif de commande ALC dégrade la transmission des signaux DTMF si la performance de détection avec le dispositif de commande ALC est notablement inférieure;
- 4) continuer comme suit si les étapes précédentes n'indiquent pas de différence notable dans la précision de la détection DTMF entre les deux opérations;
- 5) injecter un bruit de circuit émulé dans le circuit d'essai à l'entrée du dispositif de commande ALC;
- 6) en partant d'un niveau de bruit approprié (par exemple -40 dBm0) répéter l'étape 1 un nombre suffisant de fois en incrémentant le niveau de bruit de circuit à chaque cycle jusqu'à atteindre un pourcentage de l'ordre de 5% pour les défaillances de détection DTMF;
- 7) répéter les étapes 1 à 3 en conservant le niveau de bruit injecté lors de l'étape 6;
- 8) si les étapes précédentes indiquent que le dispositif de commande ALC ne provoque pas de problème pour la transmission DTMF, faire alors une confirmation finale en répétant la totalité du processus précédent avec un niveau atténué de 6 dB pour la séquence d'essai DTMF à l'entrée du dispositif de commande ALC.

7.5 Transmission de données en bande vocale et télécopie

Un système ALC conçu pour améliorer la transmission de la parole ne doit pas introduire de dégradation pour d'autres services de télécommunication tels que les données en bande vocale et la télécopie. Un dispositif de commande ALC doit en conséquence être conçu pour se désactiver automatiquement lorsque la tonalité à 2100 Hz qui précède les communications de modem des séries V est détectée (avec ou sans inversions de phase ou modulation d'amplitude associée). Le sous-paragraphe 7.5.1 décrit un désactiveur qui convient pour les dispositifs de commande ALC fonctionnant dans la direction aller d'une transmission de données en bande vocale ou de télécopie; la reconnaissance de la tonalité à 2100 Hz implique que le dispositif est connecté sur les trajets aller et retour. Le désactiveur de tonalité d'un dispositif de commande ALC doit en conséquence être conçu pour fonctionner avec des tonalités qui sont présentes sur l'une ou l'autre des directions de transmission.

Il est également possible de prendre en considération des méthodes plus évoluées de détection de transmission de données en bande vocale et de télécopie pour la désactivation des dispositifs de commande ALC. Toutefois, si elles sont implémentées, ces méthodes doivent être considérées comme venant compléter des caractéristiques fondamentales du désactiveur de tonalité décrites au 7.5.1.

Un dispositif désactivé doit fournir l'intégrité de séquence de bits pendant la totalité de l'appel de données en bande vocale ou de télécopie. Il est important, dans le dernier cas, que le dispositif de commande ALC reste désactivé pendant la totalité de la transmission d'un document comportant des pages multiples, c'est-à-dire qu'il ne doit pas avoir tendance à se réactiver pendant les interruptions entre pages ou au cours d'autres pauses dans la transmission de télécopie.

Il est en outre recommandé, du fait qu'une faible proportion des appels de données en bande vocale et de télécopie peut ne pas être précédée d'une tonalité de réponse à 2100 Hz, qu'un dispositif de commande ALC ne dégrade pas ces types de transmissions dans les situations normales du réseau; les situations extrêmes peuvent être exclues des essais de vérification à condition que les prescriptions soient satisfaites pour la désactivation par la tonalité à 2100 Hz.

7.5.1 Caractéristiques du désactiveur

Le présent sous-paragraphe traite de la spécification d'un désactiveur de dispositif de commande ALC piloté par la réception d'une tonalité de réponse à 2100 Hz. Un désactiveur a pour but de mettre hors service le dispositif de commande ALC pendant la totalité de la durée des transmissions de télécopie et de données.

Les prescriptions pour un désactiveur de tonalité pour dispositif de commande ALC sont sous beaucoup de rapports les mêmes que pour un désactiveur pour un supprimeur d'écho ou pour un annuleur d'écho. Le paragraphe qui suit résume brièvement les différences principales entre les deux.

Les caractéristiques prescrites pour un désactiveur de tonalité pour supprimeur d'écho sont données dans la Recommandation G.164 [3]. Les caractéristiques prescrites pour un désactiveur de tonalité pour annuleur d'écho sont données dans les Recommandations G.165 [4] et G.168 [9]. La désactivation d'un annuleur d'écho nécessite que le désactiveur de tonalité G.165/G.168 détecte une tonalité à 2100 Hz avec des inversions périodiques de phase (conformément à la spécification de la Recommandation V.25 [6]). Le désactiveur de tonalité G.164 implémentera la détection d'une tonalité à 2100 Hz avec ou sans inversion de phase. Les autres caractéristiques requises pour les deux types de désactiveur de dispositif de limitation d'écho sont très voisines. Le désactiveur G.165/G.168 est soumis à la prescription supplémentaire de ne pas se déclencher de manière incorrecte pour des signaux de données; (cette prescription n'est pas pertinente pour un désactiveur de tonalité pour dispositif de commande ALC). En outre, en comparaison avec le désactiveur G.164, le besoin de détecter des inversions de phase de la tonalité à 2100 Hz a conduit à un accroissement de la durée maximale autorisée avant le début du fonctionnement du désactiveur G.165/G.168 en réponse à la tonalité de désactivation.

Les conditions nécessaires pour l'abandon de l'état désactivé, une fois qu'il a été atteint, sont les mêmes que pour les spécifications G.164 et G.165/G.168. La libération est basée sur le fait que le niveau de signal dans les deux directions de transmission devient inférieur à un seuil pendant une durée spécifiée (le "temps de libération"). Le temps de libération est égal à 250 ± 150 ms; la limite inférieure est fixée afin d'éviter une libération intempestive en cas de disparition de courte durée du signal et la limite supérieure afin de minimiser la perturbation en cas d'activation accidentelle du désactiveur par la parole.

Un désactiveur de tonalité pour dispositif de commande ALC doit désactiver le dispositif pour tous les appels de télécopie et de données. Le désactiveur de tonalité doit répondre de ce fait à une tonalité à 2100 Hz avec ou sans inversion de phase. Le désactiveur de tonalité G.164 convient à ce point de vue, mais pas le désactiveur G.165/G.168. Un désactiveur de tonalité pour dispositif de commande ALC doit également réagir à une tonalité à 2100 Hz avec modulation d'amplitude (telle qu'elle est définie dans la Recommandation V.8 [5]).

Une prescription importante pour un désactiveur de tonalité pour dispositif de commande ALC est l'obligation de maintenir le dispositif dans l'état désactivé pendant la totalité des transmissions de télécopie et de données. Le temps de libération spécifié pour les désactiveurs de limitation d'écho est insuffisant à cet égard, car le dispositif de commande ALC aurait une forte tendance à se réactiver pendant les pauses d'une transmission de télécopie (par exemple, pendant les interruptions entre pages). La durée de libération minimale recommandée pour un désactiveur de tonalité pour dispositif de commande ALC égale 3450 ms afin de satisfaire à la prescription de maintien de l'état désactivé pendant toute la durée d'une transmission de télécopie². Un temps de libération élevé n'est toutefois pas souhaitable dans le cas où le désactiveur est déclenché accidentellement par la parole, de sorte

² La Recommandation T.30 [7] indique que des silences de durée $3 \text{ s} \pm 15\%$ sont autorisés après l'établissement d'un appel de télécopie et la même durée est autorisée à la suite d'une demande de "répétition". Il existe en pratique diverses situations qui peuvent conduire à une pause de longue durée.

L'équipement d'essai pour les données en bande vocale doit être configuré pour fonctionner en mode avec réponse automatique, conformément aux prescriptions de la Recommandation V.25 [6].

L'équipement d'essai pour la télécopie doit être configuré de manière à appliquer les procédures définies dans la Recommandation T.30 [7] en sélectionnant les options T.30 suivantes:

- fonctionnement automatique pour les stations appelante et appelée;
- la station appelante émet à destination de la station appelée (méthode de fonctionnement 4-T de la Recommandation T.30);
- utilisation de la signalisation décimale codée binaire à 300 bit/s (plutôt que de la signalisation par tonalités);
- utilisation des temporisations normalisées pour la signalisation décimale codée binaire;
- le mode optionnel de correction d'erreurs défini dans l'Annexe A/T.4 [8] ne doit pas être utilisé (tout comme les procédures associées décrites dans l'Annexe A/T.30).

Pour les concepteurs d'équipements d'essai G.169 entièrement automatiques, il est reconnu que la stricte conformité à la commande d'appel T.30 peut être inutilement restrictive. Pour ces équipements, la stricte conformité aux procédures T.30 peut ne pas être nécessaire, mais l'essai doit continuer de se fonder sur le principe de la comparaison des performances de transmission en télécopie avec et sans le dispositif de commande ALC.

Le dispositif de commande ALC doit subir des essais dans des conditions qui reproduisent le type de connexion sur laquelle il sera utilisé. Le circuit d'essai doit fournir une émulation des fonctionnalités de principe d'une connexion englobant les retards appropriés au type de connexion (par exemple: internationale ou par satellite). L'affaiblissement d'adaptation pour l'écho (ERL) doit être de 6 dB ou meilleur dans les deux directions de transmission. Le dispositif de commande ALC doit être installé au point souhaité sur la connexion émulée, dans la direction de la station appelante vers la station appelée. Dans le cas de la télécopie, il s'agit de la direction adoptée pour les essais de transmission de la télécopie. Dans le cas des données en bande vocale, il s'agit de la direction dans laquelle les caractéristiques de taux d'erreur doivent être supervisées.

Les références au niveau de transmission dans les procédures d'essai qui suivent concernent le niveau dans le sens de la station appelante vers la station appelée. Le niveau de transmission doit être obtenu au moyen d'une combinaison adéquate du niveau de l'équipement d'essai et des atténuations sur la connexion émulée, ces deux paramètres de commande pouvant varier dans des limites de fonctionnement réalistes afin d'obtenir le niveau de transmission spécifié. Le niveau dans le sens de transmission inverse n'est pas spécifié, mais il doit être réalisé de manière naturelle par la connexion émulée (configurée pour obtenir le niveau de transmission spécifié) et correspondre à un niveau de fonctionnement réaliste de l'équipement d'essai représentant la station appelée. Une contrainte supplémentaire pour l'émulation est que les niveaux de réception pour les stations appelante et appelée doivent être suffisants pour permettre un fonctionnement fiable de l'équipement d'essai de télécopie ou de données en bande vocale (en général, un niveau de réception minimal de -40 dBm peut convenir).

Procédure d'essai

Etant donné que le dispositif de commande ALC se désactivera en réaction à la tonalité de réponse à 2100 Hz, il est nécessaire de trouver, à des fins de comparaison, une méthode permettant d'éviter que cela ne se produise pour certaines des transmissions de télécopie et de données en bande vocale. Il se peut que le dispositif de commande ALC ait une fonctionnalité qui le force à ignorer la tonalité de réponse à 2100 Hz, faute de quoi il sera nécessaire de supprimer la tonalité de réponse à 2100 Hz dans les transmissions d'essai et de placer le dispositif de commande ALC dans l'état "activé" ou "désactivé" requis avant chaque transmission. Il sera également nécessaire d'assurer que des annuleurs d'écho éventuellement présents dans le circuit d'essai se trouvent dans l'état souhaité pour

les transmissions d'essais (il convient de noter que la nécessité éventuelle d'éliminer la tonalité de réponse constitue une modification des prescriptions de la Recommandation V.25 ou de la Recommandation T.30 pour une configuration de réponse automatique).

- 1) connecter un équipement propriétaire d'essai de données en bande vocale ou de télécopie (selon le cas) au circuit d'essai. L'équipement d'essai doit être configuré pour tenter de communiquer au débit de données le plus élevé utilisé communément dans le réseau, parce que les communications à haute vitesse sont plus sensibles aux perturbations que celles à basse vitesse;
- 2) prendre les dispositions nécessaires pour assurer que le dispositif de commande ALC sera désactivé (positionné sur un gain unité) pendant une télécopie ou une transmission de données (il peut être nécessaire de remplacer le dispositif de commande ALC par une connexion directe s'il ne possède pas de fonctionnalité de désactivation);
- 3) faire une télécopie ou une transmission de données sur la connexion avec un niveau de transmission déterminé en utilisant un fichier de référence. Dans le cas de transmissions de données en bande vocale, le transfert de données doit durer au moins 20 secondes avec le débit de connexion sélectionné. Dans le cas d'une transmission de télécopie, les données transférées doivent comporter au moins 3 pages, parce que les interruptions de page peuvent avoir une influence sur le fonctionnement du dispositif de commande ALC;
- 4) observer tout mode de repli dans le débit des données transmises par rapport au débit maximal sélectionné ainsi que toute autre perturbation dans la succession normale d'événements pour l'établissement des communications;
- 5) noter le résultat d'une mesure adéquate ou d'une indication des erreurs sur les données reçues;
- 6) prendre les dispositions nécessaires pour assurer que le dispositif de commande ALC ne sera pas désactivé par une tonalité de réponse à 2100 Hz au début d'une télécopie ou d'une transmission de données en bande vocale;
- 7) répéter les étapes 3, 4 et 5 en notant toute différence significative de performance ou de comportement par rapport à l'essai précédent;
- 8) répéter les étapes 2 à 7 un certain nombre de fois en choisissant différents niveaux de transmission pour l'étape 3. Le niveau doit varier dans le domaine de -8 dBm_0 à -22 dBm_0^3 ;
- 9) le dispositif de commande ALC doit être considéré comme n'ayant pas passé l'essai si pour l'un quelconque des niveaux de transmission essayés, la performance avec le dispositif de commande ALC est sensiblement moins bonne qu'avec le dispositif désactivé. En particulier tout repli pour le débit des données transmises est inacceptable.

³ Des mesures ont indiqué que les niveaux de réception d'environ 8% des télécopies internationales reçues au Royaume-Uni se trouvent à l'extérieur de cet intervalle. Si l'on estime qu'environ 5% des appels de télécopie ne sont pas précédés d'une tonalité adéquate de désactivation du dispositif de commande ALC, cet essai garantira qu'au moins 99,6% des appels ne subissent aucune dégradation du fait du dispositif de commande ALC.

ANNEXE A

Conseils pour la mesure de niveaux de signal dans les réseaux

Des mesures de niveau sont nécessaires pour vérifier que les niveaux de signal dans un réseau restent dans les limites d'un domaine acceptable. Il est nécessaire d'effectuer un grand nombre de mesures de signal dans un réseau pour obtenir une distribution des niveaux d'appels significative du point de vue statistique. La distribution indiquera si les niveaux d'appel ont une tendance à être trop élevés ou trop faibles, ou s'ils ont une dispersion inacceptable.

Les niveaux du signal de parole sont mesurés de préférence avec un instrument conforme à la Recommandation P.56 [1] qui spécifie une méthode de mesure du niveau quadratique moyen d'un signal pendant les périodes d'activité du signal. La limitation à des périodes d'activité du signal est particulièrement importante pour des signaux de parole parce qu'il existe des intervalles de silence dans la forme d'onde du signal de parole qui ont tendance à réduire le niveau à long terme. L'algorithme P.56 indique la manière de déterminer le niveau à partir duquel le signal de parole est considéré comme étant actif (en fonction de différents niveaux du locuteur et du bruit en arrière-plan) et calcule la valeur quadratique moyenne limitée à la période active. Bien qu'un instrument conforme à la Recommandation P.56 soit prévu principalement pour la mesure du niveau des signaux de parole, il peut également être utilisé pour la mesure du niveau de signaux de télécopie et de données en bande vocale, de tonalités de signalisation, etc.

Certaines Administrations utilisent des équipements automatiques (se référer à la Recommandation P.561 [10]) pour effectuer des mesures systématiques sur leurs réseaux. De telles mesures sont généralement conformes à la méthode P.56 ou adoptent des principes similaires pour la mesure du signal actif. L'utilisation d'équipements propriétaires automatiques réduit considérablement le travail nécessaire pour effectuer un grand nombre de mesures. Les mesures manuelles de niveau restent toutefois adéquates dans de nombreuses situations, en particulier pour des interventions de dépannage en raison de leur souplesse, de leur facilité de mise en place et de leurs coûts d'équipement réduits. Les paragraphes qui suivent se focalisent sur une technique de mesure manuelle simple, compte tenu du fait que les procédures d'installation et d'utilisation des équipements automatiques propres aux constructeurs seront bien définies par la documentation de ces derniers.

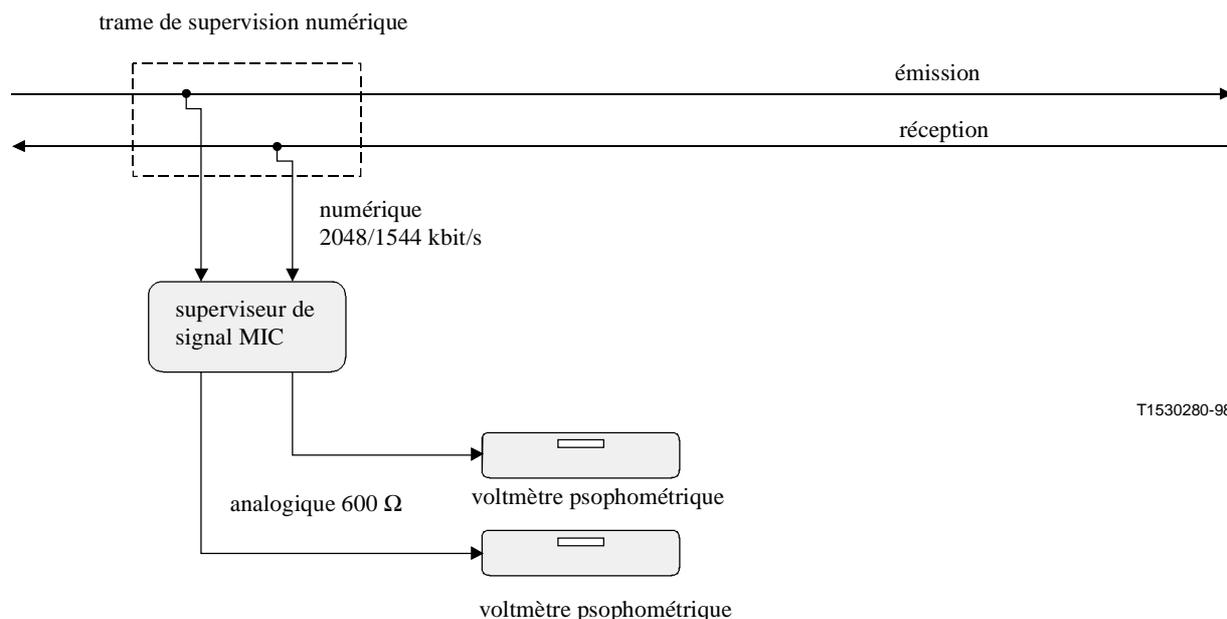
Un grand nombre d'instruments de mesure P.56 possèdent des sondes analogiques et sont donc limités à la mesure des signaux analogiques. Par contre, lors de mesures de niveau de signal au sein d'un réseau, il est préférable d'extraire le signal en un point numérique (probablement au niveau du multiplex à 2,048 Mbit/s ou à 1,544 Mbit/s) parce que le niveau en un tel point au sein du réseau est défini de manière claire. Il est nécessaire d'utiliser de ce fait un équipement propre au constructeur pour extraire le canal adéquat à partir d'un flux à 2,048 Mbit/s ou à 1,544 Mbit/s et d'effectuer une conversion analogique sur les signaux émis ou reçus.

La Figure A.1 donne un exemple de réalisation d'une mesure de signal de parole au sein d'un réseau. Un dispositif de supervision du signal propre au fournisseur est connecté aux points d'émission et de réception d'une trame de supervision numérique à 2 Mbit/s. Le canal adéquat est sélectionné et les signaux en émission et en réception sont convertis en signaux analogiques par l'équipement de supervision. L'impédance d'entrée des instruments P.56 est réglée à 600 ohms afin d'assurer que le gain de l'équipement de supervision est conforme à la spécification du fournisseur. Le gain de l'équipement de supervision sera généralement égal à 0 dB, ce qui fait que le niveau relatif du point de mesure analogique sera égal au niveau relatif du point de supervision numérique. L'instrument P.56 doit être positionné pour mesurer un niveau actif en dBm (sur 600 ohms).

NOTE 1 – Dans les réseaux internationaux, les signaux sont mesurés du côté international de l'annuleur d'écho, de manière à ce que les signaux d'écho n'aient pas d'influence sur les mesures effectuées. Des précautions sont nécessaires pour l'interprétation des résultats en l'absence d'annuleur d'écho.

L'appel concerné doit être supervisé au départ au moyen d'écouteurs lorsque les mesures sont faites, afin de déterminer s'il s'agit d'un appel de parole ou de données. La mesure est démarrée ensuite en activant l'instrument P.56, puis elle est arrêtée après une durée adéquate (valeur suggérée non inférieure à 20 secondes) et le résultat est noté.

NOTE 2 – Le processus peut être automatisé en partie en utilisant un PC comme contrôleur si l'équipement P.56 peut être commandé au moyen d'un bus GPIB. Il se peut également que l'équipement PC soit lui-même basé sur un PC et fournisse plus d'un canal de mesure. L'utilisation d'un tel équipement permet de noter automatiquement les résultats, mais la discrimination entre la parole et les données doit toujours être faite. Cette dernière opération se fait probablement de préférence comme précédemment par une supervision à l'aide d'écouteurs, de manière à ne pas compliquer la configuration de mesure.



T1530280-98

Figure A.1/G.169 – Mesure du niveau de la parole sur un réseau numérique

APPENDICE I

Conseils pour la conception d'algorithmes de commande automatique de niveau (ALC) et pour leur emplacement au sein du RTPC

I.1 Introduction

La commande des niveaux de la parole dans les réseaux téléphoniques est importante pour le confort de l'auditeur ainsi que pour assurer un fonctionnement optimal des équipements réseau. Les constructeurs d'équipements de traitement de signal utilisés dans le réseau (par exemple, d'annuleurs d'écho) élaborent des algorithmes de commande automatique de niveau (ALC, *automatic level control*) qu'ils proposent en option aux opérateurs de réseau. Le présent appendice analyse certains problèmes liés à la conception et au fonctionnement d'algorithmes ALC et fournit des conseils utiles aux concepteurs de tels algorithmes ainsi qu'aux personnes qui planifient le réseau et souhaitent introduire des algorithmes ALC dans le RTPC.

I.2 Analyse

La commande des niveaux de la parole est importante en téléphonie pour les deux raisons principales suivantes. En premier lieu, les usagers préfèrent tout simplement que la parole ait un niveau de confort permettant la meilleure compréhension. Ce "niveau préféré" sera évidemment différent selon les personnes; il dépendra également dans une certaine mesure du niveau du bruit ambiant. Il est toutefois possible de choisir un niveau d'écoute qui procure un confort pour la plupart des personnes ayant une audition normale.

La deuxième raison de l'importance des niveaux de la parole est liée aux performances des équipements. Tout dispositif actif, tel qu'un amplificateur ou un codeur/décodeur de parole, possède un domaine dynamique au sein duquel il fonctionne conformément à la spécification; les performances peuvent se dégrader rapidement en dehors de ce domaine et conduire à des bruits et à des distorsions de divers types. Il en résulte qu'il est important de maintenir les niveaux de la parole à l'intérieur du domaine dynamique spécifié pour l'équipement.

La stratégie traditionnelle des fournisseurs de télécommunication a généralement consisté à imposer des spécifications strictes pour les équipements et les réseaux, de sorte que les niveaux de signal se trouvent dans un domaine acceptable pour la grande majorité des appels. La numérisation des réseaux a aidé à atteindre ces objectifs. Les attentes des clients ont toutefois augmenté et d'autres facteurs tels que la libéralisation et la concurrence ont contribué à rendre difficile une gestion adéquate des niveaux. Les communications internationales se sont accrues considérablement ces derniers temps et l'opérateur d'un réseau n'a pas d'influence directe sur les réseaux distants. L'opérateur du réseau doit prendre en compte un nombre croissant de téléphones mobiles mains-libres et l'ensemble de ces facteurs fait qu'il y aura toujours un faible pourcentage de locuteurs très bruyants ou très calmes.

Le niveau d'audition préféré peut être réglé en principe par une commande de volume sur le téléphone mais, pour des raisons historiques, peu de téléphones sont dotés d'une commande de volume, même de nos jours. Une telle solution traiterait uniquement les problèmes de niveau d'audition et n'assurerait pas que les équipements réseau reçoivent le niveau adéquat. Ce dernier problème nécessite le réglage du niveau en un point en amont dans le réseau. Ceci suggère qu'une certaine forme de commande automatique de niveau (ALC, *automatic level control*) soit installée en un point en amont dans le réseau afin de superviser en permanence le niveau transmis et de régler le gain en conséquence. Une telle solution n'a rien de nouveau dans d'autres domaines, par exemple pour les étages haute fréquence des récepteurs radio ou pour la commande de microphone des magnétophones. Ces procédés ont toutefois leurs limites et leurs inconvénients: un ingénieur du son rejettera souvent la commande automatique de niveau en faveur d'une commande manuelle éprouvée et fiable. Le réseau téléphonique doit traiter une gamme étendue de signaux et de services et il sera nécessaire de garantir qu'un système de commande ALC ne dégrade pas dans certains cas la performance de certains signaux particuliers au lieu de les améliorer.

I.3 Remarques concernant la commande ALC

Avant d'introduire une nouvelle technologie dans le réseau, les opérateurs de télécommunication doivent s'assurer qu'elle n'a pas d'effet négatif sur toute caractéristique du service existant. Le présent sous-paragraphe traite de l'emplacement de la commande ALC et soulève un certain nombre de problèmes objectifs et subjectifs de performance.

I.3.1 Localisation de la commande ALC

Si une commande ALC est introduite, elle doit être installée en un point situé en amont dans le trajet de transmission, de sorte que tous les équipements réseau qui suivent puissent bénéficier de l'optimisation de niveau. La commande ALC doit être installée au niveau du premier point à 4 fils de l'itinéraire de transmission pour apporter le bénéfice maximal en prenant en compte les variations de

niveau provoquées par l'intensité du locuteur, la distance entre la bouche et le combiné, les caractéristiques du téléphone et l'affaiblissement sur la ligne locale. La commande ALC précède dans ce cas tous les équipements actifs sur le trajet à 4 fils. D'une manière idéale, la commande ALC devrait même précéder la conversion du signal dans le format numérique à 64 kbit/s; elle peut en conséquence être conçue de manière à éviter l'écrêtage des pics des signaux de niveau élevé et minimiser les détériorations du signal provenant du bruit de quantification introduit par le réglage du niveau. Il est toutefois probable que les coûts de l'installation d'une commande ALC à cet emplacement seront prohibitifs si l'on envisage une introduction rapide et à grande échelle. La mise en place de la commande ALC seule en d'autres points du réseau national sera probablement également non viable du point de vue économique, à moins que la demande de services et de fonctionnalités évolués ne conduise à l'introduction généralisée d'une capacité de traitement de signal à usage banalisé.

Le bilan économique est plus favorable en ce qui concerne la fourniture spécifique de la commande ALC pour des circuits internationaux, en particulier s'il est possible d'utiliser, comme plate-forme pour l'implémentation, des équipements de traitement de signal existants (par exemple, des annuleurs d'écho). Le dispositif de commande ALC est localisé sur le trajet de transmission au niveau du centre de commutation international, de sorte que tous les équipements actifs sur le trajet international bénéficieront de la commande de niveau, alors que toute partie nationale de la connexion n'en bénéficie pas.

I.3.2 Algorithmes et facteurs subjectifs

Lorsque la commande ALC est installée après la conversion au format numérique à 64 kbit/s, comme c'est le cas pour le centre de commutation international, tout écrêtage de pic sur un signal de parole de niveau élevé est conservé, même si le signal est atténué par la commande ALC. Cette distorsion provenant de l'écrêtage peut même devenir subjectivement plus gênante à un niveau d'écoute plus faible. Tout réglage de niveau dégradera également dans une certaine mesure le rapport signal sur bruit de quantification et ceci pourra contrecarrer l'amélioration subjective résultant de l'optimisation du niveau.

Dans le cas particulier de signaux de parole à très faible niveau pour lesquels le rapport signal sur bruit de quantification est déjà faible par rapport à un signal normal en raison des caractéristiques des lois A et μ du codage MIC, le bruit de quantification peut devenir subjectivement plus gênant lorsque le signal a été amplifié par la commande ALC. Cette situation est comparable à celle d'un locuteur calme avec un bruit d'environnement important en arrière-plan, par exemple dans un bureau bruyant ou en cas d'utilisation d'un téléphone mobile dans un véhicule bruyant. L'amplification de la parole rend le bruit en arrière-plan moins tolérable.

Un autre problème crucial posé par un bruit important en arrière-plan est d'éviter que la commande ALC interprète à tort ce bruit comme de la parole et l'amplifie au niveau d'écoute normal pour la parole. Un tel comportement est évidemment désastreux pour l'appel car il provoque de fortes oscillations du gain déclenchées par la parole et ses pauses. Les niveaux de bruit très élevés qui peuvent se manifester dans l'environnement mobile, les caractéristiques spectrales et la variabilité de ce bruit font qu'il est difficile de garantir un fonctionnement infaillible de la commande ALC.

Un autre facteur subjectif concerne les effets de la commande ALC sur les caractéristiques dynamiques de la parole et l'effet qui en résulte sur une conversation. Une personne peut, par exemple, exprimer des sentiments de colère, d'excitation ou de regret en haussant ou baissant la voix, mais ces modifications de niveau peuvent être totalement annulées par la commande ALC. Les choix de la caractéristique de gain de la commande ALC et d'une constante de temps dans le processus de commande ALC doivent donc être faits avec beaucoup de soin afin de minimiser l'impact subjectif de cet effet intempestif. Une constante de temps trop faible peut conduire à une perte d'emphase sur les mots et les phrases et peut également provoquer un effet de pulsation sur le niveau de parole

provoqué par le réglage du gain qui peut être décalé avec l'énergie de la parole. Une constante de temps longue est donc préférable, mais augmentera le temps nécessaire pour l'adaptation du niveau par exemple lors du passage du combiné à l'écoute amplifiée ou au début d'une nouvelle communication.

Le temps nécessaire pour ajuster le gain au moment du démarrage d'un nouvel appel est particulièrement important et il convient d'apporter la preuve que l'algorithme de commande ALC fournit satisfaction à cet égard. Si l'appel précédent était très calme, la commande ALC se sera adaptée pour fournir éventuellement son gain maximal. Si le nouvel appel est par contre très bruyant, la combinaison d'un niveau et d'un gain élevés créera un choc acoustique désagréable pour l'auditeur. Le niveau de signal désagréablement élevé persistera jusqu'à ce que la commande ALC ait procédé au réglage de gain adéquat. Dans le cas inverse d'un appel à bas niveau faisant suite à un appel à haut niveau, la combinaison d'un niveau faible et d'un gain faible rendra pratiquement inaudibles les premières secondes de communication. L'auditeur peut même estimer que l'appel a échoué et raccrocher.

L'erreur de gain élevée qui peut exister au départ d'un nouvel appel suggère la mise en œuvre d'une certaine forme de réglage de gain rapide ou par échelon lorsqu'un besoin correspondant est détecté. La stratégie de détection nécessite une conception prudente afin d'éviter de procéder à des modifications intempestives de gain pendant une conversation normale. Les besoins d'une décision rapide mais très fiable sont toutefois contradictoires. Il sera particulièrement difficile, par exemple, de détecter rapidement un besoin d'un accroissement du gain par échelon, parce que la décision doit être basée sur la détection d'un faible niveau de la parole, ce qui implique une mesure sur un intervalle de temps appréciable. Une décision rapide serait très peu fiable.

En ce qui concerne les problèmes subjectifs, il reste un sacrifice final que les usagers doivent être prêts à faire pour tirer avantage de l'introduction de la commande ALC. Un auditeur dans un environnement bruyant ou légèrement malentendant qui demande au locuteur de parler plus fort n'en tirera que peu de bénéfices, ou aucun, parce que la commande ALC compensera rapidement la réaction éventuelle du locuteur.

I.3.3 Problèmes relatifs aux équipements

Il a déjà été mentionné qu'un signal de niveau faible avec un mauvais rapport signal sur bruit peut être subjectivement moins acceptable une fois qu'il a été amplifié par la commande ALC. Un tel signal amplifié peut également poser des problèmes pour un équipement de multiplication de circuit numérique (DCME, *digital circuit multiplication equipment*). L'un des traitements faits par l'équipement DCME est l'interpolation numérique de la parole (DSI, *digital speech interpolation*), ce qui rend nécessaire l'utilisation d'un détecteur d'activité de la voix (VAD, *voice activity detector*) pour détecter la présence de la parole sur les jonctions d'arrivée. Si le détecteur VAD utilise des seuils simples de niveau (comme c'est le cas de l'exemple de détecteur VAD donné pour l'équipement DCME dans la Recommandation G.763), le signal amplifié avec son faible niveau signal sur bruit peut être interprété à tort comme une activité continue de la parole et peut affecter le taux de multiplication de canal de l'équipement DCME. Il en résulte que, si la performance des équipements réseau est souvent améliorée par l'utilisation de la commande ALC, il existe des situations spéciales dans lesquelles le contraire peut être le cas.

Les explications précédentes se sont focalisées sur le fonctionnement de la commande ALC avec des signaux de parole. Une partie significative du trafic résulte toutefois d'appels de données en bande vocale et de télécopie. La nature de ces signaux varie en fonction des procédés de modulation spécifiques et les signaux peuvent être continus ou hachés comme c'est le cas du signal de réponse dans la direction de retour pour un appel de télécopie. Le niveau moyen optimal de tels signaux peut être différent de celui de la parole. Le réseau doit en outre transporter fidèlement les tonalités de signalisation. Il convient d'apporter la preuve que l'algorithme de commande ALC et ses constantes

de temps ne perturbent pas ou ne dégradent pas de telles transmissions. En variante, il est nécessaire de fournir un moyen permettant de désactiver automatiquement la commande ALC pendant la transmission de tels signaux.

I.3.4 Echo

Du fait que la commande ALC est installée sur la boucle à 4 fils, des signaux d'écho intempestifs seront présents, résultant principalement des réflexions à l'interface 2 fils à 4 fils. L'ajustement du gain de la commande ALC sur le signal d'écho aurait un effet désastreux sur l'appel. Des mesures doivent donc être prises pour éviter que la commande ALC ne réagisse aux signaux d'écho. Il est possible, dans le réseau international, d'installer la commande ALC sur le trajet de transmission après l'annuleur d'écho, ce qui réduit la probabilité que la commande ALC réagisse à tout signal d'écho résiduel. Si la commande ALC est installée avant l'annuleur d'écho (ou sur une liaison sans annuleur d'écho), la robustesse vis-à-vis de l'écho imposera une complexité supplémentaire dans l'algorithme de commande ALC et nécessitera la supervision du niveau du signal aussi bien sur le trajet de réception que sur le trajet d'émission. Dans le cas où la commande ALC se trouve dans le trajet de queue d'un annuleur d'écho, la performance de l'annuleur sera affectée, à moins que sa vitesse d'adaptation soit au moins aussi grande que celle de la commande ALC. La solution la plus élégante et la plus économique pour fournir une commande ALC insensible aux échos est de la concevoir comme une partie intégrante de l'annuleur d'écho. Les problèmes de vitesse d'adaptation seraient résolus et la capacité de supervision des deux directions serait fournie de manière intrinsèque.

I.3.5 Stabilité de la boucle

La commande ALC sera localisée dans la boucle de transmission à 4 fils, indépendamment de son utilisation dans le réseau national ou international. Ceci signifie que le gain maximal qu'elle peut introduire doit être limité afin de préserver la stabilité de la boucle. Il sera nécessaire de confirmer que la stabilité de la boucle est garantie même avec le gain ALC maximal et les conditions de boucle les plus défavorables.

Le problème de stabilité de la boucle soulève une question importante concernant la possibilité de rencontrer des systèmes ALC en cascade. Le critère de stabilité de la boucle peut être transgressé si deux systèmes ALC en cascade sont chacun à leur gain maximal. Les planificateurs de réseau doivent garantir qu'on ne rencontrera jamais deux systèmes ALC en cascade, faute de quoi une fonctionnalité doit être fournie pour mettre hors service tous les systèmes ALC autres que le premier rencontré dans la liaison.

Il ne faut pas négliger le fait que la commande ALC peut souvent être installée dans les deux directions de transmission. Lorsque des systèmes ALC d'émission et de réception sont présents sur la même extrémité de la liaison de transmission (par exemple, au sein d'un annuleur d'écho), il peut être alors avantageux de limiter le dispositif ALC récepteur à une fonction d'atténuation de manière à ce qu'il ne puisse introduire aucun gain. Ceci permet au dispositif ALC émetteur de fournir le gain maximal compatible avec la stabilité de la boucle. Cette valeur maximale doit toutefois être divisée par deux s'il est possible qu'un dispositif de commande ALC puisse exister sur le trajet de transmission à l'autre extrémité de la liaison (c'est-à-dire un système de commande ALC équilibré fournissant des bénéfices égaux dans les deux directions de transmission). Le facteur essentiel à considérer est le gain total introduit dans la boucle à 4 fils.

Considérations relatives à la mise en place de la commande ALC

II.1 Localisation de la commande ALC

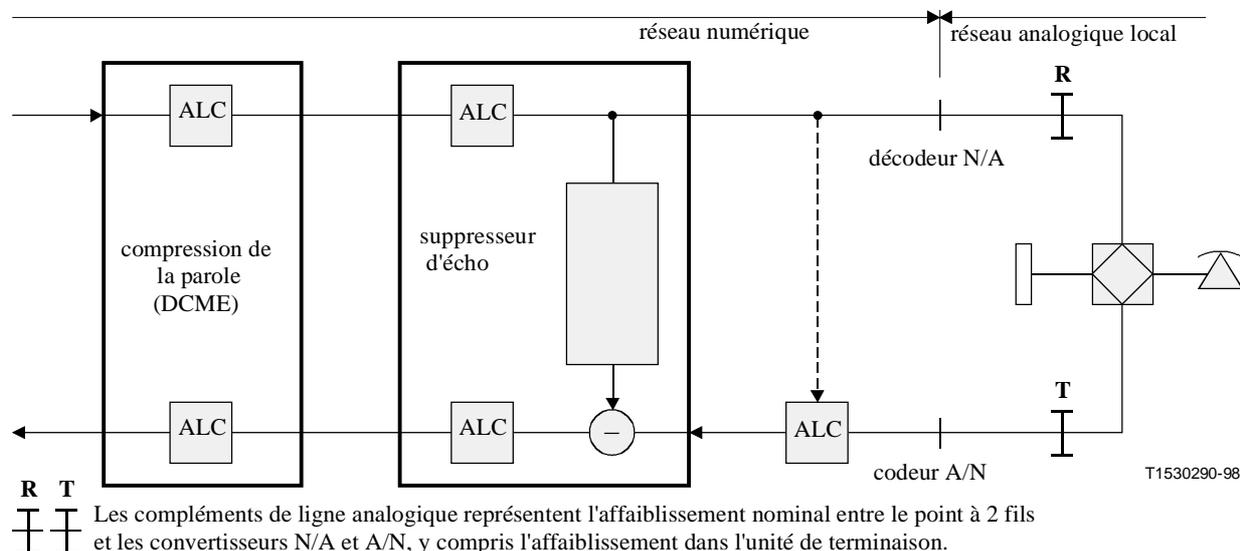


Figure II.1/G.169 – Diagramme simplifié du réseau de transmission indiquant les emplacements possibles pour les dispositifs de commande ALC

La Figure II.1 indique les emplacements usuels possibles pour l'installation de dispositifs de commande ALC dans un réseau. Le diagramme représente l'une des extrémités d'une connexion, les équipements de commande ALC pouvant également être installés d'une manière symétrique à l'autre extrémité de la liaison. Ceci n'implique toutefois pas qu'on ait l'intention d'installer des dispositifs de commande ALC à tous ces emplacements. L'utilisation de dispositifs de commande ALC peut évidemment provoquer des problèmes de stabilité (se référer au 7.1) et des dispositifs de commande ALC en cascade peuvent introduire des pénalités de performance pour la fonction de commande de niveau.

Ces pénalités se produisent dans le dernier cas parce que le rythme de modification du gain perçu par l'auditeur sera augmenté si des dispositifs de commande ALC sont rencontrés en cascade; des dépassements de gain peuvent également se manifester. En outre, si le premier dispositif de commande ALC rencontré introduit du gain, l'amplification du bruit de circuit et du bruit en arrière-plan peut avoir une influence défavorable sur le fonctionnement des dispositifs de commande ALC suivants sur la connexion. Il s'ensuit que si un dispositif de commande ALC est installé sur le trajet d'émission d'une connexion, il est recommandé que tout dispositif de commande ALC situé sur le trajet de réception à l'autre extrémité de la liaison soit désactivé.

En général, les bénéfices potentiels de performance pour les équipements réseau sont plus importants si un dispositif de commande ALC est installé plus en amont sur une liaison. Il peut toutefois être avantageux du point de vue économique d'intégrer le dispositif de commande ALC dans un annuleur d'écho [4] et [9]. Il est préférable, lorsque le choix est possible, d'installer un dispositif de commande ALC sur le trajet d'émission d'une connexion plutôt que sur le trajet de réception, parce que les équipements intermédiaires peuvent alors tirer profit de la régulation plus stricte des niveaux. Il est concevable en principe d'installer un dispositif de commande ALC sur l'itinéraire de réception, après l'annuleur d'écho. Un tel choix est toutefois improbable parce que l'annuleur d'écho lui-même ne tirerait aucun bénéfice de la commande de niveau.

Compte tenu des problèmes de stabilité analysés dans le 7.1, il peut être possible d'utiliser des dispositifs de commande ALC sur des connexions avec des supprimeurs d'écho (au lieu d'annuleurs d'écho). Les essais de performance décrits dans le texte principal de la présente Recommandation doivent être effectués avec le dispositif de limitation d'écho adéquat installé dans le circuit d'essai.

Il peut être possible d'installer un dispositif de commande ALC dans la direction d'émission d'un réseau national, en tenant compte des problèmes de stabilité analysés dans le 7.1 et de l'attention devant être apportée à la performance d'écho des dispositifs de commande analysée dans le 7.2. Les délais de transmission sont trop courts dans la plupart de ces réseaux pour justifier l'utilisation de dispositifs de limitation d'écho pour des appels nationaux. Si le dispositif de commande ALC dans le réseau national ne possède pas d'annuleur d'écho intégré, il peut être interdit pour des raisons de stabilité que le gain introduit par le dispositif de commande ALC soit aussi important que dans le réseau international (se référer au 7.1, Stabilité).

Si une Administration fait le choix d'installer des dispositifs de commande ALC dans son réseau national, ceci crée une possibilité de mise en cascade avec d'autres dispositifs de commande ALC dans le réseau international. L'utilisation de dispositifs de commande ALC en cascade (en tandem) n'est pas souhaitable pour les raisons indiquées ci-dessus.

En outre, pour une connexion internationale, le dispositif de commande ALC du réseau national peut se trouver dans le trajet de queue d'un annuleur d'écho. Ceci peut affecter les performances de l'annuleur d'écho en raison des modifications de gain introduites dans le trajet d'écho. Dans le cas utilisant des annuleurs d'écho complets, si le dispositif de commande ALC n'est pas intégré dans la conception de l'annuleur d'écho, il n'y a pas d'autre possibilité que celle qui consiste à placer le dispositif de commande ALC dans le trajet de queue de l'annuleur. L'utilisation de dispositifs de commande ALC dans des réseaux incorporant des annuleurs d'écho complets appelle une étude ultérieure.

II.2 Fonctionnement en tandem

Des problèmes importants se posent pour le fonctionnement en tandem de dispositifs de commande ALC. Il est nécessaire que l'implémentation des dispositifs de commande ALC se fasse de manière à interdire leur mise en tandem, à moins qu'ils ne possèdent une fonctionnalité permettant de les désactiver pour éviter le fonctionnement en tandem.

SERIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série B	Moyens d'expression: définitions, symboles, classification
Série C	Statistiques générales des télécommunications
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	RGT et maintenance des réseaux: systèmes de transmission, de télégraphie, de télécopie, circuits téléphoniques et circuits loués internationaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux pour données et communication entre systèmes ouverts
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information et protocole Internet
Série Z	Langages et aspects informatiques généraux des systèmes de télécommunication