

Remplacée par une version plus récente



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

G.168

(04/97)

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

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

Annuleurs d'écho pour les réseaux numériques

Recommandation UIT-T G.168
Remplacée par une version plus récente

(Antérieurement Recommandation du CCITT)

Remplacée par une version plus récente

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 RADIODÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SUR LIGNES	G.450–G.499
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.

Remplacée par une version plus récente

RECOMMANDATION UIT-T G.168

ANNULEURS D'ÉCHO POUR LES RÉSEAUX NUMÉRIQUES

Source

La Recommandation UIT-T G.168, élaborée par la Commission d'études 15 (1997-2000) de l'UIT-T, a été approuvée le 8 avril 1997 selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

Remplacée par une version plus récente

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 de la technologie 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, l'expression "Administration" est utilisée pour désigner de façon abrégée aussi bien une administration de télécommunications qu'une exploitation reconnue.

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 avait/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 1997

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.

Remplacée par une version plus récente

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1	Introduction..... 1
1.1	Domaine d'application..... 1
1.2	Références normatives..... 2
1.3	Termes et définitions 4
1.3.1	écho acoustique..... 4
1.3.2	affaiblissement combiné (A_{COM}) 4
1.3.3	bruit de confort 5
1.3.4	écho composite 5
1.3.5	convergence 5
1.3.6	temps de convergence..... 5
1.3.7	annuleur d'écho..... 5
1.3.8	trajet d'écho..... 6
1.3.9	capacité en trajet d'écho (Δ)..... 6
1.3.10	retard de trajet d'écho (t_d) 6
1.3.11	affaiblissement d'adaptation pour l'écho (ERL) (A_{ECHO})..... 6
1.3.12	renforcement de l'affaiblissement d'adaptation pour l'écho (ERLE) (A_{CANC}) 7
1.3.13	écho électrique..... 7
1.3.14	côté distant..... 7
1.3.15	registre H 7
1.3.16	temps de fuite..... 7
1.3.17	côté local..... 8
1.3.18	processeur non linéaire (NLP)..... 8
1.3.19	affaiblissement de traitement non linéaire (A_{NLP}) 8
1.3.20	retard pur (t_r)..... 8
1.3.21	niveau d'écho résiduel (L_{RES})..... 9
1.3.22	niveau de retour d'écho (L_{RET})..... 9
1.4	Abréviations..... 9
2	Signaux d'essai..... 10
3	Caractéristiques des annuleurs d'écho 11
3.1	Généralités 11
3.2	Objet, fonctionnement et conditions de fonctionnement..... 11
3.3	Activation/neutralisation de l'extérieur..... 12
3.4	Essais et spécifications relatifs aux caractéristiques de fonctionnement quand des signaux d'entrée sont appliqués aux trajets d'émission et de réception 12
3.4.1	Caractéristiques de fonctionnement lors de la transmission..... 12
3.4.2	Caractéristiques de fonctionnement de l'annuleur d'écho..... 13

Remplacée par une version plus récente

Page

4	Caractéristiques d'un dispositif de neutralisation par tonalité d'annuleur d'écho	31
4.1	Généralités	31
4.2	Caractéristiques du dispositif de neutralisation	32
4.3	Caractéristiques de la bande de garde.....	32
4.4	Caractéristiques de la bande de maintien.....	32
4.5	Temps de réaction.....	33
4.6	Fausse détection dues à des courants vocaux	33
4.7	Fausse détection dues à des signaux de données	33
4.8	Temps de libération	33
4.9	Autres considérations.....	33
5	Processeurs non linéaires utilisés dans les annuleurs d'écho	34
5.1	Domaine d'application	34
5.2	Principes généraux et directives	34
5.2.1	Fonctions	34
5.2.2	Seuil de suppression	35
5.2.3	Contrôle d'activation du processeur non linéaire	35
5.2.4	Limites en fréquence des voies de commande	37
5.2.5	Affaiblissement des signaux en dessous du niveau du seuil	37
5.2.6	Essai du processeur non linéaire.....	37
Annexe A – Description d'un dispositif de neutralisation de référence par tonalité de l'annuleur d'écho		38
A.1	Généralités	38
A.2	Caractéristiques du dispositif de neutralisation	38
A.2.1	Détection de tonalité.....	38
A.2.2	Détection d'inversion de phase	38
A.3	Caractéristiques de la bande de garde.....	38
A.4	Caractéristiques de la bande de maintien.....	39
A.5	Temps de réaction.....	39
A.6	Fausse détection dues à des courants vocaux	39
A.7	Fausse détection dues à des signaux de données.....	39
A.8	Temps de libération	40
Annexe B – Description d'un processeur non linéaire de référence		40
B.1	Généralités	40
B.2	Seuil de suppression (T_{SUP})	41
B.3	Caractéristiques statiques du contrôle d'activation	41

Remplacée par une version plus récente

	Page
B.4	Caractéristiques dynamiques du contrôle d'activation..... 41
B.5	Limites de fréquence des voies de commande..... 43
B.6	Essais 43
Annexe C – Signaux de la source composite pour les essais des annuleurs d'écho de parole – Signaux, description et analyse..... 44	
C.1	Introduction..... 44
C.2	Signal de la source composite – Généralités 44
C.2.1	Description générale des différentes séquences 44
C.2.2	Calcul et analyse utilisant des signaux de la source composite..... 45
C.3	Signal de la source composite à bande limitée avec densité spectrale de puissance similaire à celle de la parole – Réalisation pratique pour les mesures des annuleurs d'écho 46
C.3.1	Signal de la source composite pour la simple parole 46
C.3.2	Signal de la source composite de bande limitée pour la simulation de double parole 50
C.4	Méthodes d'évaluation des caractéristiques de convergence des annuleurs d'écho de parole en utilisant le signal de la source composite..... 53
C.4.1	Evaluation dans le domaine des fréquences 53
C.4.2	Evaluation dans le domaine temporel..... 54
C.4.3	Calculs de niveau selon le niveau de parole active de P.56 54
Appendice I – Guide d'application des annuleurs d'écho..... 55	
I.1	Domaine d'application 55
I.2	Réduction d'écho sur le réseau RTPC..... 55
I.2.1	Plan de transmission sur le réseau RTPC 55
I.2.2	Suppresseurs d'écho..... 56
I.2.3	Annuleurs d'écho 58
I.2.4	Responsabilités des constructeurs de modems et des utilisateurs finaux 59
I.3	Règles d'application et contraintes de fonctionnement..... 59
I.3.1	Plan de transmission pour le réseau public..... 59
I.3.2	Considérations relatives aux retards 60
I.3.3	Prise en compte des possibilités de trajet d'écho et des caractéristiques de ce trajet 60
I.3.4	Plan de transmission sur le réseau privé incluant l'utilisateur final et le constructeur 61
I.4	Effet des annuleurs sur les services vocaux et les services de données..... 62
I.4.1	Interaction avec les données en bande vocale 62
I.4.2	Interaction entre la réduction d'écho et la transmission de télécopie 62

Remplacée par une version plus récente

	Page
I.5	Parole à haut niveau de signaux..... 64
I.5.1	Introduction 64
I.5.2	Détection de la double parole et détection d'activité..... 64
I.5.3	Effet des codeurs à faible débit..... 65
I.5.4	Effet d'un trajet d'écho non linéaire 65
I.5.5	Directives pour l'utilisation de R_{out} dans les annuleurs d'écho 65
I.6	Aspects relatifs aux évolutions de réseau et de service 66
I.6.1	Transparence des bits dans les annuleurs d'écho 66
I.6.2	Non-linéarités et effet de variation dans le temps sur le trajet d'écho 66
I.6.3	Compression vocale des annuleurs montés en cascade 66
I.6.4	Montage en cascade des annuleurs d'écho..... 67
I.6.5	Vitesse de convergence 69
I.6.6	Réduction d'écho acoustique et conditions d'environnement 69
I.6.7	Nouveau service à commutation de circuits 70
I.6.8	Bruit de confort..... 70
I.7	Aspects particuliers liés à la mise en réseau des équipements DCME/PCME..... 71
I.7.1	Interaction détaillée 71
I.7.2	Solutions possibles 72
I.8	Aspects concernant les caractéristiques de fonctionnement des annuleurs d'écho dans les conditions de la double parole 73
I.8.1	Introduction 73
I.8.2	Paramètres de double parole..... 74
I.8.3	Analyse des paramètres techniques ayant une influence sur les caractéristiques de fonctionnement dans les conditions de la double parole 74
I.8.4	Essais subjectifs..... 75

Remplacée par une version plus récente

Recommandation G.168

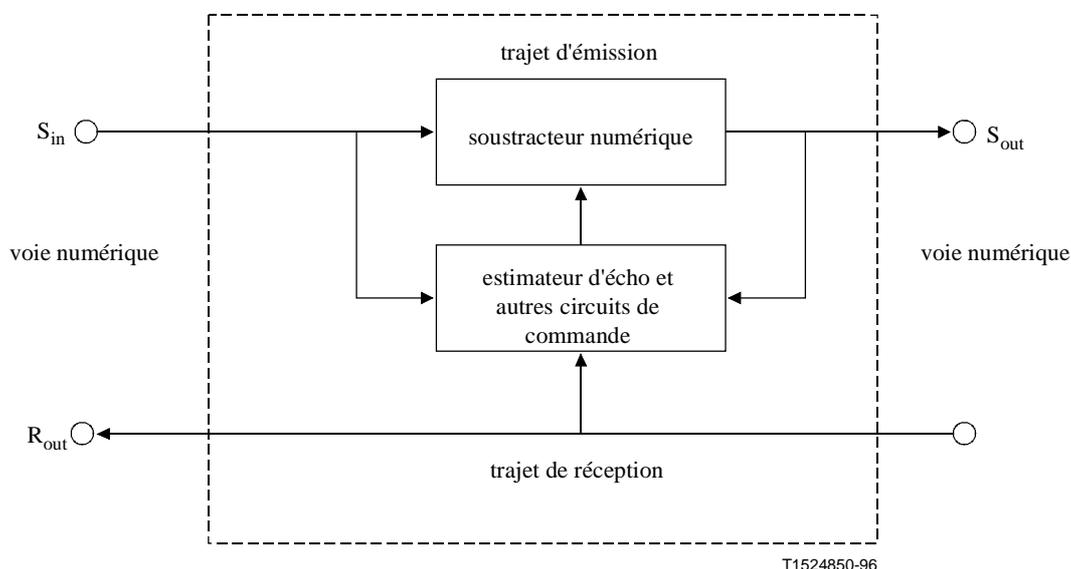
ANNULEURS D'ECHO POUR LES RÉSEAUX NUMÉRIQUES

(Genève, 1997)

1 Introduction

1.1 Domaine d'application

Les annuleurs d'écho sont des dispositifs commandés par la voix disposés dans la partie à quatre fils d'un circuit (il peut s'agir d'une section de circuit isolé ou d'une section de transmission d'un signal multiplexé) et ils sont utilisés pour réduire l'écho en soustrayant une estimation d'écho à l'écho du circuit. Ils peuvent être caractérisés par le fait que la section de transmission ou que la soustraction d'écho fait appel à des moyens analogiques ou numériques (voir la Figure 1).



NOTE – Du point de vue fonctionnel, un annuleur d'écho numérique (DEC, *digital echo canceller*) s'interface à 64 kbit/s. Cependant, 24 ou 30 annuleurs d'écho numériques peuvent par exemple être associés pour correspondre aux débits primaires de 1544 kbit/s ou de 2048 kbit/s de la hiérarchie numérique respectivement.

Figure 1/G.168 – Annuleur d'écho sur une section de transmission numérique utilisant la soustraction numérique

Remplacée par une version plus récente

La présente Recommandation est applicable à la conception d'annuleurs d'écho utilisant des techniques numériques et qui sont destinés à être utilisés dans des circuits pour lesquels le retard dépasse les limites spécifiées dans les Recommandations G.114 et G.131. Les annuleurs d'écho conçus selon la présente Recommandation sont compatibles entre eux, avec les annuleurs d'écho conçus selon la Recommandation G.165 et avec les supprimeurs d'écho conçus selon la Recommandation G.164. La compatibilité est définie au 1.4/G.164. Toute latitude est laissée pour l'étude des détails qui ne figurent pas dans ces spécifications. La présente Recommandation s'applique à la conception des annuleurs d'écho numériques et elle définit les essais qui permettront de s'assurer que la qualité de fonctionnement de l'annuleur d'écho est acceptable dans des utilisations de réseau plus variées que celles spécifiées dans la Recommandation G.165, telles que la transmission de signaux vocaux, des signaux de télécopie, des signaux résiduels d'écho acoustique et dans des réseaux mobiles.

La présente Recommandation ne s'applique pas à l'annulation d'écho des transformateurs actifs de deux fils/quatre fils ou des répéteurs à deux fils. La présente Recommandation ne s'applique pas non plus à l'annulation d'écho acoustique telle qu'elle est spécifiée dans la Recommandation G.167.

La présente Recommandation définit des essais objectifs devant permettre de s'assurer (et non garantir) qu'un niveau minimal de qualité de fonctionnement est atteint lorsqu'ils sont installés dans le réseau. Un annuleur d'écho satisfaisant ces essais ne devrait pas endommager les équipements, ni entraîner une baisse de qualité de transmission des signaux et des services en bande vocale en dessous de limites acceptables. Ces essais sont effectués en laboratoire et ne sont pas conçus pour l'exploitation. Par ailleurs, ce sont des essais objectifs qui ne remplacent ni n'éliminent les essais subjectifs devant être réalisés pour mesurer la qualité perçue des annuleurs d'écho. Les annuleurs d'écho étant des dispositifs complexes comportant de nombreux paramètres, la corrélation entre ces paramètres et leurs interactions en vue d'améliorer la qualité subjective d'un annuleur d'écho ne peuvent pas être spécifiées à ce jour. De ce fait, bien que la présente Recommandation ne spécifie ni n'implique de critères de choix, elle contient des directives et les Administrations conservent toute liberté pour spécifier un ensemble de critères dans la procédure de choix des équipements. Cet ensemble de critères peut comprendre certains seuils ou l'ensemble de ces seuils, voire tous les essais prévus dans la présente Recommandation.

1.2 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 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.

- Recommandation UIT-T G.114 (1996), *Temps de transmission dans un sens.*
- 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.*
- Recommandation UIT-T G.131 (1996), *Réduction de l'écho pour le locuteur.*
- Recommandation G.164 du CCITT (1988), *Supprimeurs d'écho.*
- Recommandation UIT-T G.165 (1993), *Annuleurs d'écho.*
- Recommandation UIT-T G.167 (1993), *Dispositifs pour la réduction de l'écho acoustique.*
- Recommandation G.223 du CCITT (1984), *Hypothèses pour le calcul du bruit sur les circuits fictifs de référence pour la téléphonie.*

Remplacée par une version plus récente

- Recommandation G.229 du CCITT (1984), *Modulation non désirée et gigue de phase.*
- Recommandation G.711 du CCITT (1988), *Modulation par impulsions et codage (MIC) des fréquences vocales.*
- Recommandation UIT-T G.712 (1996), *Caractéristiques de qualité de transmission des canaux MIC.*
- Recommandation UIT-T G.726 (1990), *Modulation par impulsions et codage différentiel adaptatif (MICDA) à 40, 32, 24, 16 kbit/s.*
- Recommandation H.12 du CCITT (1984), *Caractéristiques des circuits loués du type téléphonique.*
- Recommandation H.51 du CCITT (1988), *Niveaux de puissance pour la transmission de données sur des circuits téléphoniques.*
- Recommandation UIT-T M.1050 (1993), *Réglage d'un circuit international loué de point à point.*
- Recommandation UIT-T P.310 (1996), *Caractéristiques de transmission pour téléphones numériques dans la bande téléphonique (300 - 3400 Hz).*
- Recommandation UIT-T P.50 (1993), *Voix artificielle.*
- Recommandation UIT-T P.56 (1993), *Mesure objective du niveau vocal actif.*
- Recommandation UIT-T P.800 (1996), *Méthodes d'évaluation subjective de la qualité de transmission.*
- Recommandation UIT-T P.501 (1996), *Signaux d'essai à utiliser en téléphonométrie.*
- Recommandation UIT-T Q.141 (1993), *Code des signaux de ligne.*
- Recommandation Q.271 du CCITT (1988), *Considérations générales.*
- Recommandation UIT-T Q.552 (1996), *Caractéristiques de transmission aux interfaces analogiques 2 fils d'un commutateur numérique.*
- Recommandation Q.724 du CCITT (1988), *Procédures de signalisation.*
- Recommandation UIT-T T.30 (1996), *Procédures pour la transmission de documents par télécopie sur le réseau téléphonique général commuté.*
- Recommandation V.2 du CCITT (1988), *Niveaux de puissance pour la transmission de données sur des circuits téléphoniques.*
- Recommandation UIT-T V.8 (1994), *Procédure de démarrage des sessions de transmission de données sur le réseau téléphonique général commuté.*
- Recommandation UIT-T V.21 (1984), *Modem à 300 bit/s duplex normalisé pour usage sur le réseau téléphonique général avec commutation.*
- Recommandation V.23 du CCITT (1988), *Modem à 600/1200 bauds normalisé pour usage sur le réseau téléphonique général avec commutation.*
- Recommandation UIT-T V.25 (1996), *Équipement de réponse automatique et procédures générales pour équipement d'appel automatique sur le RTGC, y compris les procédures de neutralisation des dispositifs de protection contre l'écho lorsque les appels sont établis aussi bien entre postes à fonctionnement manuel qu'entre postes à fonctionnement automatique.*

Remplacée par une version plus récente

- Recommandation V.26 ter du CCITT (1988), *Modem fonctionnant en duplex à 2400 bit/s, utilisant la technique de la compensation d'écho et normalisé pour usage sur le réseau téléphonique général avec commutation et sur circuits loués à deux fils du type téléphonique de poste à poste.*
- Recommandation V.27 ter du CCITT (1984), *Modem normalisé à 4800/2400 bit/s destiné au réseau téléphonique général avec commutation.*
- Recommandation V.29 du CCITT (1988), *Modem à 9600 bit/s normalisé pour usage sur circuits loués à quatre fils poste à poste, de type téléphonique.*
- Recommandation UIT-T V.32 (1993), *Famille de modems à deux fils fonctionnant en duplex à des débits binaires allant jusqu'à 9600 bit/s pour usage sur le réseau téléphonique général avec commutation et sur les circuits loués de type téléphonique.*
- Recommandation UIT-T V.34 (1996), *Modem fonctionnant à des débits allant jusqu'à 33 600 bit/s pour usage sur le réseau téléphonique général commuté et sur les circuits à 2 fils de type téléphonique.*
- Publication 651 de la CEI (1979), *Sonomètres.*

1.3 Termes et définitions

Dans la définition et le texte, L fait référence au niveau de puissance relative d'un signal exprimé en dBm0 (tel qu'il a été défini dans la Recommandation G.711) et A fait référence à l'affaiblissement d'un trajet d'écho exprimé en dB. Ces définitions supposent qu'aucune non-linéarité n'existe sur le trajet d'écho et que le signal à l'accès S_{in} est un écho pur. On admet que des non-linéarités peuvent être présentes dans un réseau.

1.3.1 écho acoustique

E : *acoustic echo*

S : *eco acústico*

L'écho acoustique est constitué de signaux provenant de la réflexion sur l'environnement acoustique, c'est-à-dire l'utilisation de postes téléphoniques mains libres analogiques connectés par un circuit à deux fils à un circuit différentiel. Un trajet d'écho est présent sur le trajet acoustique entre l'écouteur et le microphone.

1.3.2 affaiblissement combiné (A_{COM})

E : *combined loss (A_{COM})*

S : *atenuación combinada (A_{COM})*

Somme de l'affaiblissement du retour d'écho, du renforcement de l'affaiblissement du retour d'écho et de l'affaiblissement du traitement non linéaire (le cas échéant). Cet affaiblissement établit une relation entre L_{Rin} et L_{RET} , comme suit:

$$L_{RET} = L_{Rin} - A_{COM}$$

où:

$$A_{COM} = A_{ECHO} + A_{CANC} + A_{NLP}$$

Remplacée par une version plus récente

1.3.3 bruit de confort

E: comfort noise

S: ruido confortativo

Insertion d'un bruit pseudo-aléatoire pendant les intervalles de silence lors du traitement non linéaire ou lorsqu'on admet qu'une partie du bruit de fond ou du bruit de voie au repos traverse le processeur non linéaire, afin d'empêcher la gêne qu'engendrent des intervalles de parole avec bruit de fond suivis par des intervalles de silence.

1.3.4 écho composite

E: composite echo

S: eco compuesto

L'écho composite se compose d'échos électriques et d'échos acoustiques provoqués par la réflexion des signaux dans les circuits différentiels et dans l'environnement acoustique tels que par exemple les téléphones analogiques mains libres.

1.3.5 convergence

E: convergence

S: convergencia

Processus d'élaboration d'un modèle de trajet d'écho qui sera utilisé dans le circuit d'estimation d'écho pour obtenir l'évaluation de l'écho du circuit.

1.3.6 temps de convergence

E: convergence time

S: tiempo de convergencia

Pour un trajet d'écho donné, il s'agit de l'intervalle entre le moment où un signal d'essai défini est appliqué à l'accès d'entrée du côté réception d'un annuleur d'écho, la réponse impulsionnelle estimée du trajet d'écho étant initialement mise à zéro, et l'instant où le niveau de retour d'écho à l'accès de sortie du côté émission atteint un niveau défini.

1.3.7 annuleur d'écho

E: echo canceller

S: compensador de eco; cancelador de eco

Dispositif commandé par la voix placé dans la partie à quatre fils d'un circuit et 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 (voir la Figure 2).

Remplacée par une version plus récente

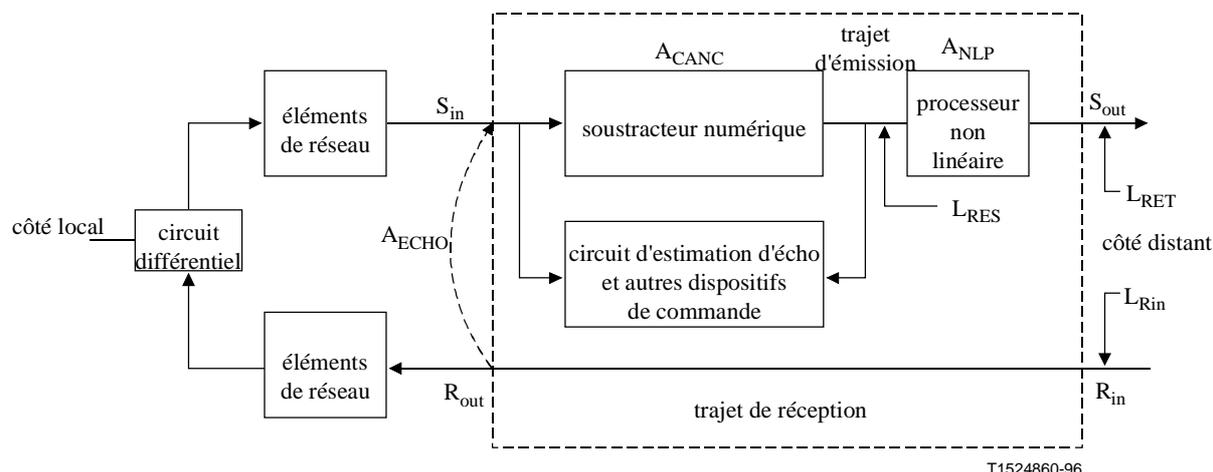


Figure 2/G.168 – Répartition des niveaux et des affaiblissements d'un annuleur d'écho

1.3.8 trajet d'écho

E: echo path

S: trayecto del eco

Le trajet de transmission entre l'accès R_{out} et l'accès S_{in} d'un annuleur d'écho. Ce terme est utilisé pour décrire le trajet du signal de l'écho.

1.3.9 capacité en trajet d'écho (Δ)

E: echo path capacity (Δ)

S: capacidad del trayecto del eco (Δ)

Retard maximal du trajet d'écho sur lequel il est prévu que l'annuleur d'écho puisse fonctionner.

1.3.10 retard de trajet d'écho (t_d)

E: echo path delay (t_d)

S: retardo del trayecto del eco (t_d)

Retard entre l'accès R_{out} et l'accès S_{in} par suite des retards inhérents aux voies de transmission du trajet d'écho, y compris le temps de dispersion dû aux éléments de réseau. Dans le cas de plusieurs trajets d'écho, l'ensemble des retards et des dispersions pour n'importe quel trajet d'écho individuel seront inclus. Le temps de dispersion, qui varie selon les différents réseaux, est nécessaire pour calculer les effets de limitation de bande, de même que les effets transitoires du circuit différentiel.

1.3.11 affaiblissement d'adaptation pour l'écho (ERL) (A_{ECHO})

E: echo return loss (ERL) (A_{ECHO})

S: atenuación del eco (ERL) (A_{ECHO})

L'affaiblissement d'un signal entre l'accès de sortie du côté réception R_{out} et l'accès d'entrée du côté émission S_{in} d'un annuleur d'écho, par suite de l'affaiblissement dans le circuit de transmission et dans le circuit différentiel, c'est-à-dire l'affaiblissement se produisant sur le trajet d'écho (du côté local).

Remplacée par une version plus récente

NOTE – La présente définition n'est pas strictement conforme à celle de l'affaiblissement d'écho donnée en 2.2/G.122 qui s'applique à l'affaiblissement du trajet *a-t-b* considéré à partir de l'extrémité virtuelle du circuit international. L'annuleur d'écho peut être situé plus près du point de réflexion de l'écho.

1.3.12 renforcement de l'affaiblissement d'adaptation pour l'écho (ERLE) (A_{CANC})

E: echo return loss enhancement (ERLE) (A_{CANC})

S: atenuación reforzada del eco (ERLE) (A_{CANC})

L'affaiblissement du signal d'écho introduit sur le trajet d'émission d'un annuleur d'écho. Cette définition exclut formellement tout traitement non linéaire à la sortie de l'annuleur qui permettrait d'obtenir un affaiblissement supplémentaire.

1.3.13 écho électrique

E: electric echo

S: eco eléctrico

Les échos électriques sont constitués de signaux réfléchis provoqués par un défaut d'adaptation d'impédance du côté local, par exemple dans un convertisseur deux fils/quatre fils (circuit différentiel).

1.3.14 côté distant

E: far end

S: extremo lejano

Le côté d'un annuleur d'écho ne contenant pas le trajet d'écho sur lequel l'annuleur d'écho doit fonctionner.

1.3.15 registre H

E: H register

S: registro H

Registre situé dans l'annuleur d'écho qui contient le modèle de réponse impulsionnelle du trajet d'écho.

1.3.16 temps de fuite

E: leak time

S: tiempo de fuga

Intervalle entre le moment où le signal d'essai quitte l'entrée de l'accès réception R_{in} d'un annuleur d'écho qui a achevé la convergence et le moment où le modèle de trajet d'écho dans l'annuleur d'écho est modifié de telle sorte que, lorsqu'un signal d'essai est réappliqué à R_{in} tout en maintenant le blocage du circuit de convergence, le retour d'écho est à un niveau défini.

La présente définition fait référence à des annuleurs d'écho utilisant par exemple des intégrateurs avec fuite dans le circuit de convergence.

Remplacée par une version plus récente

1.3.17 côté local

E: near-end

S: extremo cercano

Le côté d'un annuleur d'écho qui contient le trajet d'écho sur lequel l'annuleur d'écho doit fonctionner. Cela inclut tous les dispositifs et équipements de transmission (y compris le circuit différentiel et le poste téléphonique situé en fin de ligne) qui sont inclus sur le trajet d'écho.

1.3.18 processeur non linéaire (NLP)

E: non-linear processor (NLP)

S: procesador no lineal (NLP)

Dispositif ayant un niveau de seuil de suppression défini et dans lequel:

- a) des signaux ayant un niveau détecté comme étant inférieur au seuil sont bloqués,
- b) des signaux ayant un niveau détecté comme étant supérieur au seuil sont transmis bien que le signal puisse être affecté de distorsion (voir par exemple, l'Annexe B).

NOTE 1 – Le fonctionnement précis du processeur non linéaire (NLP) dépend de l'algorithme de détection et de commande utilisé.

NOTE 2 – Un exemple de processeur non linéaire (NLP) est l'écrêteur de centre analogique dans lequel tous les niveaux de signal en dessous d'un seuil défini sont ramenés à une valeur minimale donnée.

1.3.19 affaiblissement de traitement non linéaire (A_{NLP})

E: non-linear processing loss (A_{NLP})

S: atenuación por procesamiento (o tratamiento) no lineal (A_{NLP})

Affaiblissement supplémentaire du niveau d'écho résiduel par un processeur non linéaire (NLP) placé sur le trajet d'émission d'un annuleur d'écho.

NOTE – Au sens strict, l'affaiblissement dû à un traitement non linéaire ne peut pas être caractérisé par un affaiblissement en dB. Cependant, l'utilisation appropriée de A_{NLP} est utile à des fins d'étude et d'illustration du fonctionnement de l'annuleur d'écho.

1.3.20 retard pur (t_r)

E: pure delay (t_r)

S: retardo puro (t_r)

Retard entre l'accès R_{out} et l'accès S_{in} en raison de retards propres aux voies de transmission sur le trajet d'écho du côté local, ne comprenant pas le temps de dispersion dû aux éléments de réseau. Dans un tel cas, le temps de traversée du circuit différentiel est supposé être égal à zéro (voir la Figure 3).

Remplacée par une version plus récente

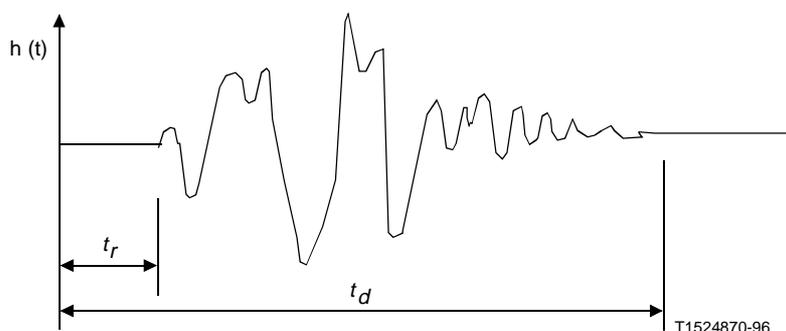


Figure 3/G.168 – Exemple de réponse impulsionnelle d'un trajet d'écho

1.3.21 niveau d'écho résiduel (L_{RES})

E: residual echo level (L_{RES})

S: nivel de eco residual (L_{RES})

Niveau du signal d'écho qui subsiste à l'accès de sortie du côté émission d'un annuleur d'écho en fonctionnement après une annulation imparfaite de l'écho du circuit. Le niveau d'écho résiduel est obtenu à partir du niveau L_{Rin} par l'expression:

$$L_{RES} = L_{Rin} - A_{ECHO} - A_{CANC}$$

Tout traitement non linéaire est exclu.

1.3.22 niveau de retour d'écho (L_{RET})

E: returned echo level (L_{RET})

S: nivel del eco devuelto (L_{RET})

Niveau du signal d'écho à l'accès de sortie du côté émission d'un annuleur d'écho en fonctionnement, qui sera renvoyé vers le locuteur. L'affaiblissement obtenu par le processeur non linéaire est inclus, s'il est normalement présent. Le niveau de retour d'écho L_{RET} est obtenu à partir du niveau L_{Rin} suivant l'expression:

$$L_{RET} = L_{Rin} - (A_{ECHO} + A_{CANC} + A_{NLP})$$

Si le traitement non linéaire n'est pas présent, il convient de noter que $L_{RES} = L_{RET}$.

1.4 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

ATME	équipements de mesure et d'essai automatique (<i>automatic test and measurement equipment</i>)
CED	identification du poste demandé (<i>called station identification</i>)
CEI	Commission électrotechnique internationale
CNG	invitation à numéroté (<i>calling tone</i>)
CPE	équipements des locaux du client (<i>customer premises equipment</i>)
CSI	identification de l'abonné demandé (<i>called subscriber identification</i>)
CSS	signal de la source composite (<i>composite source signal</i>)

Remplacée par une version plus récente

DCME	équipement de multiplication de circuit numérique (<i>digital circuit multiplication equipment</i>)
DCS	signal de commande numérique (<i>digital command signal</i>)
DEC	annuleur d'écho numérique (<i>digital echo canceller</i>)
DIS	signal d'identification numérique (<i>digital identification signal</i>)
DTDT	seuil de détection de double parole (<i>double talk detection threshold</i>)
FAX	télécopie
FFT	transformée de Fourier rapide (<i>fast Fourier transform</i>)
FIR	réponse impulsionnelle finie (<i>finite impulse response</i>)
HDLC	commande de liaison de données à haut débit (<i>high-level data link control</i>)
MIC	modulation par impulsions et codage
MICDA	modulation par impulsions et codage différentiel adaptatif
NEST	seuil d'activité de parole du côté proche (<i>near-end speech threshold</i>)
NSF	services non normalisés (<i>non-standard facilities</i>)
NSS	configuration non normalisée (<i>non-standard set-up</i>)
PCME	équipement de multiplication de circuits paquets (<i>packet circuit multiplication equipment</i>)
RMS	moyenne quadratique (<i>root mean square</i>)
TSI	identification de l'abonné émetteur (<i>transmitting subscriber identification</i>)

2 Signaux d'essai

Les essais de la présente Recommandation utilisent des signaux particuliers tels que le bruit, les tonalités, les signaux de télécopie de Groupe 3 et un sous-ensemble de signaux de la source composite (CSS, *composite source signal*) comprenant des signaux de la source composite à bande limitée ayant une densité spectrale similaire à celle de la parole (signal de bruit pseudo-aléatoire généré en utilisant la transformée de Fourier rapide à 8192 points), de même que des signaux de la source composite à bande limitée pour la double parole (voir l'Annexe C/P.501). Les signaux de la source composite (CSS) simulent les caractéristiques de la parole et leur utilisation comme signaux d'essai améliore la capacité à mesurer les caractéristiques de fonctionnement de l'annuleur d'écho pour les signaux de parole.

Par ailleurs, les annuleurs d'écho sur les réseaux devraient fonctionner parfaitement pour d'autres signaux que la parole, comme par exemple les données en bande vocale, de même que dans des configurations de réseaux réels. Des essais sont également inclus pour vérifier les caractéristiques des signaux de télécopie du Groupe 3, celles des échos acoustiques résiduels, ainsi que celles des non-linéarités sur le trajet d'écho qui sont susceptibles de se produire avec un codage à faible débit sur le trajet d'écho.

Remplacée par une version plus récente

3 Caractéristiques des annuleurs d'écho

3.1 Généralités

La présente Recommandation s'applique à l'étude des annuleurs d'écho. On admet que ces annuleurs d'écho sont des annuleurs de "demi-écho", c'est-à-dire des annuleurs dans lesquels l'annulation se produit uniquement sur le trajet d'émission en raison des signaux qui sont présents sur le trajet de réception.

3.2 Objet, fonctionnement et conditions de fonctionnement

Les annuleurs d'écho doivent satisfaire les critères essentiels suivants:

- 1) convergence rapide;
- 2) faible retour d'écho pendant la simple parole;
- 3) faible divergence pendant la double parole;
- 4) garantie de détection de la double parole;
- 5) fonctionnement correct pendant la transmission de télécopie et la transmission de données à faible vitesse (< 9,6 kbit/s) de bande vocale.

Les annuleurs d'écho peuvent également rester actifs lors de la transmission de plusieurs types de signaux non vocaux, en particulier pendant la transmission de télécopie de Groupe 3 et la transmission de données de bande vocale (< 9,6 kbit/s). Les essais 10 et 14 sont relatifs à ces aspects.

Il est de plus en plus fréquent de recourir à un mode de fonctionnement avec des annuleurs d'écho montés en cascade, notamment dans les applications mobiles. Des essais de vérification des caractéristiques de fonctionnement n'ont pas été définis. L'essai 11 fait l'objet d'un complément d'étude en vue d'obtenir ce résultat.

Quand les annuleurs d'écho se trouvent du côté de l'abonné par rapport aux équipements de signalisation internationale, les tonalités de signalisation ne traversent pas les annuleurs d'écho de sorte qu'il n'est pas nécessaire de prendre de mesures particulières. Quand les annuleurs se trouvent du côté international par rapport aux équipements de signalisation, ils sont normalement neutralisés par le commutateur pendant les périodes actives de signalisation, afin d'empêcher la distorsion des tonalités de signalisation par l'annuleur d'écho. Quand des tonalités de signalisation se produisent simultanément aux bornes d'émission et de réception de l'annuleur (double parole), les signaux de réception sont pris en compte par le modèle du trajet d'écho contenu dans l'annuleur. L'estimation du signal produit par l'annuleur peut déformer suffisamment le signal du côté émission afin qu'il ne soit pas interprété correctement par l'équipement de réception de signalisation (Note 1).

Un annuleur d'écho devrait être neutralisé pendant la transmission du signal de contrôle de continuité des systèmes de signalisation n° 6 et n° 7 de l'UIT-T (Note 2). Si un annuleur d'écho conforme à la présente Recommandation se trouve du côté international par rapport à un circuit disposant des systèmes de signalisation n° 6 ou n° 7 de l'UIT-T et s'il n'est pas neutralisé de l'extérieur par le commutateur, il n'altérera pas le retour de la tonalité de contrôle de continuité pour autant qu'il satisfasse aux conditions de l'essai facultatif n° 8 de la présente Recommandation. De façon similaire, si un annuleur d'écho conforme à la présente Recommandation est situé du côté international par rapport aux équipements de signalisation n° 5 de l'UIT-T et s'il n'est pas neutralisé de l'extérieur par le commutateur, il n'altérera pas la signalisation de ligne asservie en continu pour autant qu'il satisfasse à l'essai facultatif n° 8 de la présente Recommandation.

NOTE 1 – Pour certains annuleurs d'écho, ce problème peut ne pas survenir quand les fréquences de réception et d'émission sont différentes.

Remplacée par une version plus récente

NOTE 2 – La Recommandation Q.271 relative au système de signalisation n° 6 de l'UIT-T et la Recommandation Q.274 de l'UIT-T relative au système de signalisation n° 7 contiennent toutes deux la phrase suivante: "étant donné que la présence de supprimeurs d'écho à l'état actif sur le circuit pourrait perturber le contrôle de continuité, il est nécessaire de neutraliser les supprimeurs pendant le contrôle et de les réactiver, si nécessaire, une fois que le contrôle sera achevé." Cet aspect s'applique également aux annuleurs d'écho.

3.3 Activation/neutralisation de l'extérieur

Certains annuleurs d'écho numériques peuvent être neutralisés directement par un signal numérique. Ces annuleurs d'écho devraient respecter l'intégrité de la séquence binaire à 64 kbit/s dans l'état neutralisé de l'extérieur (c'est-à-dire que la conversion loi A/loi μ est également invalidée dans le cas de l'intégrité de la séquence binaire). Ceci fait également l'objet d'un complément d'étude.

3.4 Essais et spécifications relatifs aux caractéristiques de fonctionnement quand des signaux d'entrée sont appliqués aux trajets d'émission et de réception

3.4.1 Caractéristiques de fonctionnement lors de la transmission

Les spécifications relatives aux caractéristiques de fonctionnement lors de la transmission selon les Recommandations G.164 et G.165 s'appliquent également aux annuleurs d'écho sauf spécification contraire ci-dessous.

3.4.1.1 Temps de propagation de groupe

Le temps de propagation de groupe sur le trajet d'émission devrait être réduit à une valeur minimale et ne pas dépasser 1 ms. Aucun retard important ne devrait se produire sur le trajet de réception.

NOTE – La création de glissements de trames sur le trajet d'écho est susceptible de dégrader l'annulation d'écho. Si un retard est nécessaire pour synchroniser les trajets numériques d'émission et de réception, le retard total admissible, y compris le temps de propagation de groupe mentionné ci-dessus, ne devrait pas dépasser 1 ms sur le trajet d'émission et 250 μ s sur le trajet de réception.

3.4.1.2 Niveaux de mesure à l'entrée

Afin de satisfaire les prescriptions d'essai, la méthode définie pour mesurer le niveau d'entrée des signaux de la source composite est celle de la moyenne quadratique. D'autres méthodes qui pourraient donner des résultats équivalents sont possibles (voir Annexe C). En ce qui concerne la moyenne quadratique et plus précisément celle du signal de la source composite (CSS), elle est obtenue en utilisant les formules suivantes:

$$S(k) = 3,14 + 20 \log \left[\frac{\sqrt{\frac{2^{k-n+1}}{n} \sum_{i=k} e_i^2}}{4096} \right] \quad (\text{codage loi A})$$

$$S(k) = 3,17 + 20 \log \left[\frac{\sqrt{\frac{2^{k-n+1}}{n} \sum_{i=k} e_i^2}}{4096} \right] \quad (\text{codage loi } \mu)$$

Remplacée par une version plus récente

$S(k)$ = niveau du signal en dBm

e_i = équivalent linéaire du signal codé en MIC au temps i .

k = indice du temps discontinu

n = nombre d'échantillons permettant d'effectuer la mesure de moyenne quadratique, et $n > \alpha\tau$ étant donné que $\alpha \geq 1$ (un nombre entier) et que τ = période du signal de la source composite CSS (5600 pour la partie en simple parole et 6400 pour la partie en double parole du signal de la source composite).

3.4.2 Caractéristiques de fonctionnement de l'annuleur d'écho

Les spécifications relatives aux caractéristiques de fonctionnement qui suivent concernent les annuleurs d'écho qui incluent des processeurs non linéaires (NLP, *non-linear processor*).

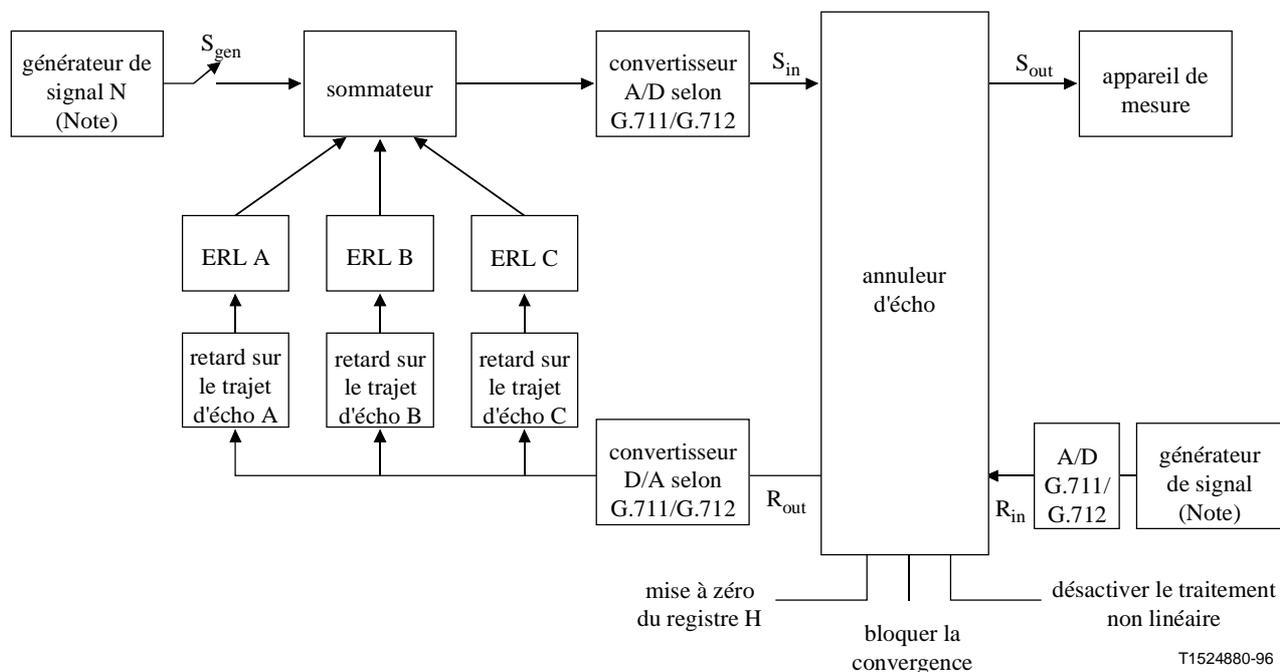
Afin de satisfaire aux prescriptions d'essai, il est nécessaire que le processeur non linéaire (NLP) puisse être neutralisé, que le contenu de la mémoire contenant la réponse impulsionnelle du trajet d'écho (registre H) puisse être vidé (mis à zéro) et que l'adaptation puisse être invalidée.

Les spécifications sont décrites en termes d'essais effectués en appliquant des signaux aux bornes R_{in} et S_{in} d'un annuleur d'écho et en mesurant les signaux à la sortie S_{out} . Cette configuration d'essai est indiquée à la Figure 4. On admet que les accès sont situés à des points de niveaux relatifs égaux. En ce qui concerne les valeurs à l'accès R_{in} , et pour tous les essais de la présente Recommandation, le niveau à l'accès R_{out} devrait être égal à celui à l'accès R_{in} . Tout traitement facultatif inclus dans l'annuleur d'écho pouvant affecter la transparence de niveau entre les accès R_{in} et R_{out} devra être neutralisé pendant la totalité des essais de la présente Recommandation. Les signaux de la source composite comprenant le signal d'essai à l'entrée réception et le signal d'essai à l'entrée émission (voir l'Annexe C/P.501) sont utilisés comme signaux d'essai, sauf stipulation contraire. L'affaiblissement d'adaptation pour l'écho (ERL, *echo return loss*) est indépendant de la fréquence. Pour les réalisations à plusieurs canaux, l'indépendance des canaux est nécessaire, et l'ensemble des canaux soumis aux essais simultanément devraient satisfaire individuellement les spécifications de la présente Recommandation.

L'affaiblissement d'adaptation pour l'écho (ERL) utilisé dans ces essais a une valeur minimale de 6 dB. Il convient de noter que 6 dB est une valeur usuelle correspondant à l'hypothèse du cas le plus défavorable dans la plupart des réseaux, et par ailleurs la plupart des réseaux actuels ont des valeurs d'affaiblissement ERL généralement plus favorables que la valeur mentionnée ci-dessus. Il convient également de noter que les configurations d'essai spécifiées dans la présente Recommandation sont artificielles pour répondre aux exigences des essais et obtenir des résultats pouvant être reproduits, et qu'elles ne représentent que partiellement les situations susceptibles de se produire dans des réseaux réels.

NOTE – Les spécifications du présent sous-paragraphe reposent sur l'utilisation de signaux de la source composite, de signaux de bruit, de signaux de tonalité et de signaux de télécopie, de même que celle de signaux de données en bande vocale comme signaux d'essai. Un circuit de trajet d'écho plus complexe, incluant les dispersions généralement produites par les circuits différentiels, les changements de gabarit de câble et d'autres sources d'écho se trouvant dans le réseau réel font l'objet d'un complément d'étude. Ceci aura pour effet d'inclure les circuits différentiels réels ou simulés, plus particulièrement ceux apportant une large dispersion à un retour d'écho relativement faible, ce qui permettrait de mieux caractériser l'annuleur d'écho faisant l'objet d'une évaluation.

Remplacée par une version plus récente



NOTE – La somme des valeurs absolues des gains G_A , G_B , G_C , qui correspondent aux affaiblissements d'adaptation pour l'écho A, B, C respectivement exprimés en dB, doit être inférieure ou égale à -6 dB (c'est-à-dire $20 \log(|G_A| + |G_B| + |G_C|) - 6$ dB), et le retard sur le trajet d'écho A $\leq \Delta$ ms, le retard sur le trajet d'écho B $\leq \Delta$ ms et le retard sur le trajet d'écho C $\leq \Delta$ ms.

Figure 4/G.168 – Schéma synoptique pour les mesures des caractéristiques de l'annuleur d'écho

L'objectif principal d'un annuleur d'écho est de réduire l'écho d'un signal de parole. Cela est effectué en synthétisant une réplique de réponse impulsionnelle du trajet d'écho et en l'utilisant pour engendrer une estimation de l'écho qui sera soustraite de l'écho réel du circuit. La synthèse devrait être obtenue en utilisant un signal de parole à l'entrée. Etant donné la difficulté de définir un signal d'essai pour la parole, les essais suivants sont des essais de type et ils supposent qu'un signal de la source composite soit principalement utilisé à des fins de commodité et de reproductibilité. Ces essais ne devraient être effectués sur un annuleur d'écho que lorsqu'on aura démontré que la conception synthétise convenablement une réplique de la réponse impulsionnelle du trajet d'écho à partir d'un signal de parole à l'entrée et de l'écho qui lui correspond. Les signaux de parole ne sont pas utilisés dans les essais indiqués dans le présent sous-paragraphe. Par ailleurs, le processeur non linéaire de l'annuleur d'écho devrait être conçu de telle sorte qu'il puisse réduire au minimum et peut-être même éviter des effets indésirables tels que la mutilation de la double parole, les coupures dans les signaux de parole transmis, de même que les variations du niveau de bruit (voir l'essai 9 décrit ultérieurement dans la présente Recommandation pour les variations de niveau de bruit, et voir l'Appendice I pour les autres détails relatifs à la mutilation de la double parole). Des essais visant à assurer un fonctionnement correct sont à l'étude.

Différents annuleurs d'écho peuvent être conçus pour fonctionner correctement avec différents retards de trajet d'écho, selon leur application dans divers réseaux. Ainsi la lettre Δ , lorsqu'elle apparaît dans la présente Recommandation, représente le retard de trajet d'écho maximal pour lequel l'annuleur d'écho est conçu.

Remplacée par une version plus récente

3.4.2.1 Essai n° 1 – Essai de niveau d'écho résiduel et de niveau d'affaiblissement d'adaptation d'écho en régime permanent

Cet essai permet de s'assurer que l'annulation en régime permanent (A_{CANC}) est suffisante pour produire un niveau d'écho résiduel qui est suffisamment faible pour permettre d'utiliser le traitement non linéaire sans qu'une dépendance excessive en résulte. Etant donné que toutes les autres variables sont égales, une valeur plus élevée de renforcement d'affaiblissement d'adaptation pour l'écho (ERLE) ou des valeurs L_{RES} plus faibles permettront une moindre dépendance de la fonction de traitement non linéaire (NLP).

Après que le registre H ait été initialement vidé, un signal de réception est appliqué pendant une durée suffisante pour permettre la convergence de l'annuleur, ce qui a produit un niveau d'écho résiduel en régime permanent (voir la Figure 5).

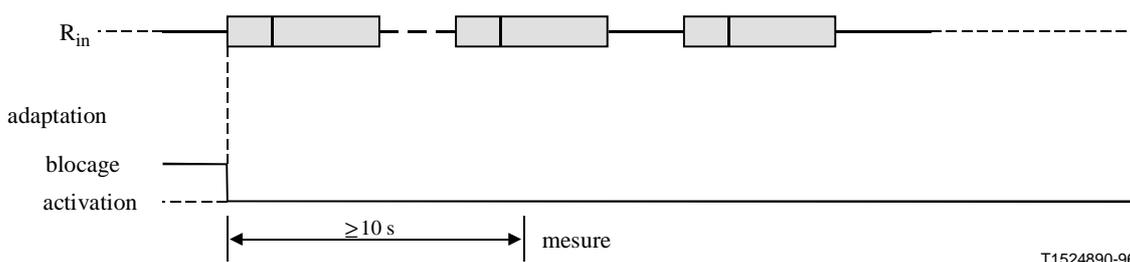


Figure 5/G.168 – Evolution du signal dans le temps pour l'essai n° 1

Spécification

Le registre H étant initialement vidé et le processeur non linéaire (NLP) étant neutralisé pour toutes les valeurs de niveau de signal d'entrée de sorte que la valeur $L_{Rin} \geq -30\text{ dBm0}$ et $\leq 0\text{ dBm0}$ et pour toutes les valeurs d'affaiblissement $ERL \geq 6\text{ dB}$ et de retard de trajet d'écho, $t_d \leq \Delta\text{ ms}$, le niveau d'écho résiduel devrait être inférieur ou égal à celui indiqué à la Figure 6. Quand le processeur non linéaire (NLP) est activé, le niveau de retour d'écho devrait être inférieur ou égal à celui indiqué à la Figure 7. De plus, le processeur non linéaire étant soit activé soit neutralisé, aucune valeur crête supérieure de $x\text{ dB}$ (x à l'étude) aux valeurs spécifiées dans les Figures 7 et 6 respectivement n'est autorisée. Les valeurs crête sont définies soit par la valeur de l'échantillon soit par la valeur quadratique moyenne (méthode à l'étude).

Remplacée par une version plus récente

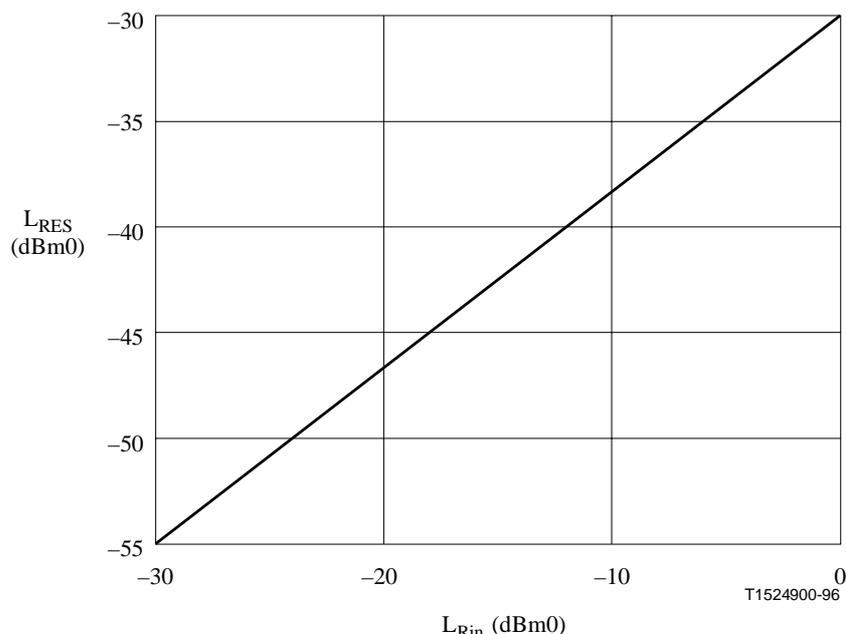


Figure 6/G.168 – Relation entre le niveau d'entrée à la réception (L_{Rin}) et le niveau d'écho résiduel (L_{RES}) lorsque le processeur non linéaire (NLP) est neutralisé

Les spécifications de la Figure 6 peuvent ne pas être satisfaites par les annuleurs d'écho contenant une option de bruit de confort, si celle-ci est activée et, par conséquent, le bruit de confort est neutralisé pour les besoins du présent essai. Pour les niveaux du signal R_{in} dépassant la valeur -5 dBm0, le signal de la source composite sera écrêté. Dans cette gamme de valeurs, il convient en particulier de s'assurer que le trajet d'écho est linéaire. Des non-linéarités dans le réseau réel peuvent avoir pour conséquence de dégrader la qualité de fonctionnement à des valeurs inférieures à celles indiquées à la Figure 7.

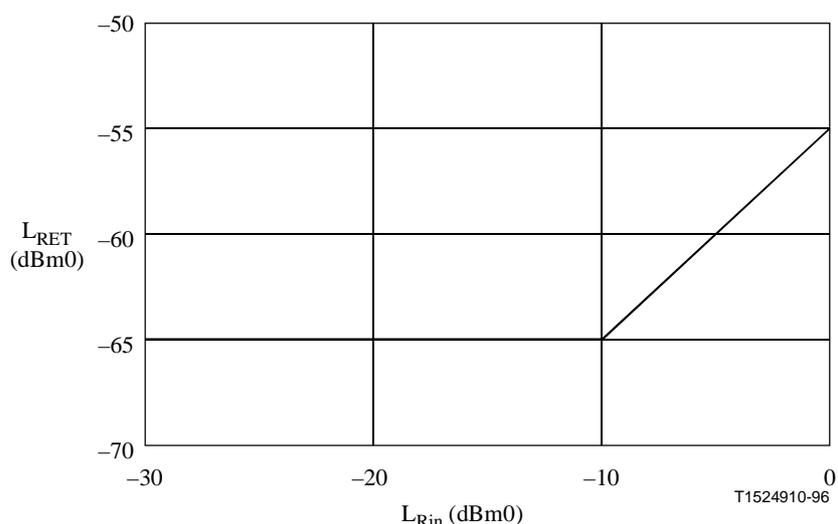


Figure 7/G.168 – Relation entre le niveau d'entrée à la réception (L_{Rin}) et le niveau de retour d'écho (L_{RET}) avec le processeur non linéaire (NLP) activé

Remplacée par une version plus récente

3.4.2.2 Essai n° 2 – Essai de convergence

Cet essai a pour objet de s'assurer que l'annuleur d'écho converge rapidement pour toutes les combinaisons de niveaux de signaux à l'entrée et de trajets d'écho, et de s'assurer que le niveau de retour d'écho est suffisamment faible. Le registre H est initialement vidé et l'adaptation est invalidée. L'adaptation est activée 50 ms avant le début d'une rafale de signaux de la source composite (Figure 8). Cette durée de 50 ms permet de prendre en compte le temps d'attente dans la commande d'adaptation de l'annuleur. Le degré d'adaptation dépend des caractéristiques de convergence de l'annuleur d'écho.

Au début d'un appel, la convergence devrait être suffisamment rapide pour être subjectivement imperceptible. En général, la convergence devrait être suffisamment rapide pour tenir compte des changements sur le trajet d'écho de façon à les rendre subjectivement transparents. Une convergence plus rapide que celle exigée dans les Figures 8a et 8b est souhaitable, mais uniquement dans la mesure où aucune dégradation n'est observée pendant la parole simple ou la double parole, et la stabilité de l'annuleur peut être maintenue dans toutes les conditions de réseau (par exemple différents états sur le trajet d'écho, y compris divers circuits différentiels) et pour tous les signaux vocaux dans la bande.

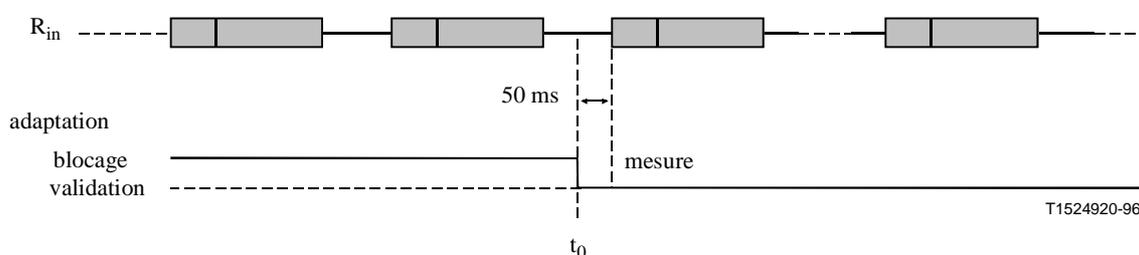


Figure 8/G.168 – Evolution des signaux dans le temps pour les essais n° 2A et n° 2B

3.4.2.2.1 Essai n° 2A – Essai de convergence avec activation du processeur non linéaire

Spécification

Le registre H étant initialement mis à zéro et le processeur non linéaire (NLP) étant activé pour toutes les valeurs $L_{Rin} \geq -30$ dBm0 et ≤ 0 dBm0 et pour toutes les valeurs d'affaiblissement d'adaptation pour l'écho $ERL \geq 6$ dB et de retard de trajet d'écho, $t_d \leq \Delta$ ms, l'affaiblissement combiné ($A_{COM} = A_{ECHO} + A_{CANC} + A_{NLP}$) doit être supérieur ou égal à celui indiqué à la Figure 8a. La valeur de X_{CONV} doit être supérieure ou égale à 16 dB, mais la valeur exacte appelle un complément d'étude. Le niveau à la sortie S_{out} est mesuré au moyen d'un hypsomètre conformément à la publication CEI 651 avec une constante de temps d'impulsion (35 ms) modifiée pour supprimer l'action du détecteur de crête et le bloc de constante de temps d'extinction (voir la Figure 2 du paragraphe 7.3 de la publication 651 de la CEI). Le niveau à R_{in} est mesuré au moyen de la méthode de la valeur quadratique moyenne décrite au 3.4.1.2, mais modifié afin d'inclure seulement les échantillons du signal CSS qui se trouvent dans la partie active du signal CSS (c'est-à-dire à l'exclusion des lacunes dans le signal CSS). La méthode CEI 651 modifiée peut également être utilisée à R_{in} mais les signaux d'entrée et de sortie doivent également être synchronisés.

Remplacée par une version plus récente

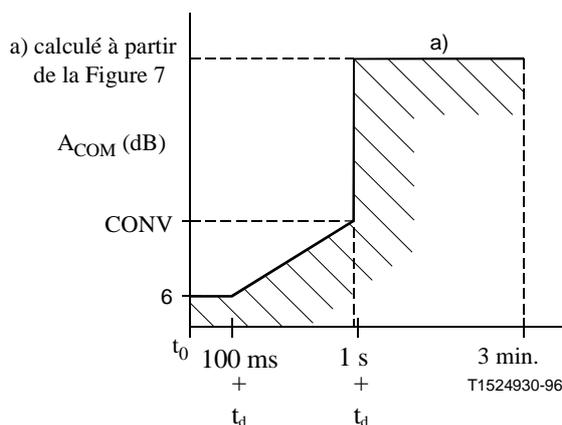


Figure 8a/G.168 – Caractéristiques de convergence avec activation du processeur non linéaire

3.4.2.2.2 Essai n° 2B – Essai de convergence avec neutralisation du processeur non linéaire

Spécification

Le registre H étant initialement mis à zéro et le processeur non linéaire étant neutralisé, pour toutes les valeurs $L_{Rin} \geq -30$ dBm0 et ≤ 0 dBm0 et pour toutes les valeurs d'affaiblissement $ERL \geq 6$ dB et un retard sur le trajet d'écho, $t_d \leq \Delta$ ms, l'affaiblissement $A_{ECHO} + A_{CANC}$ devrait être supérieur ou égal à ce qui est indiqué à la Figure 8b. La valeur de X_{CONV} devrait être supérieure ou égale à 16 dB, mais la valeur exacte appelle un complément d'étude. Le niveau à la sortie S_{OUT} est mesuré en utilisant un hypsomètre conformément à la publication 651 de la CEI avec une constante de temps impulsionnelle (35 ms) modifiée pour supprimer l'action du détecteur de crête et le bloc de constante de temps d'extinction (voir la Figure 2 du paragraphe 7.3 de la publication 651 de la CEI). Le niveau à R_{in} est mesuré au moyen de la méthode de la valeur quadratique moyenne décrite au 3.4.1.2, mais modifié afin d'inclure seulement les échantillons du signal CSS qui se trouvent dans la partie active du signal CSS (c'est-à-dire à l'exclusion des lacunes dans le signal CSS). La méthode CEI 651 modifiée peut également être utilisée à R_{in} mais les signaux d'entrée et de sortie doivent également être synchronisés.

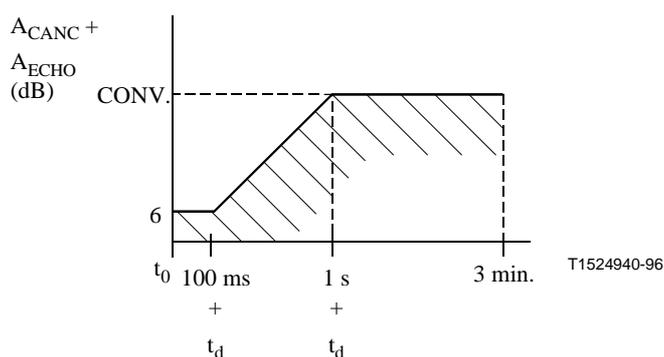


Figure 8b/G.168 – Caractéristiques de convergence avec neutralisation du processeur non linéaire

Remplacée par une version plus récente

3.4.2.2.3 Essai n° 2C – Essai de convergence en présence de bruit de fond

L'essai n° 2C est effectué en vue de s'assurer que l'annuleur d'écho converge rapidement pour toutes les associations de niveaux de signaux d'entrée et de trajets d'écho en présence de bruit de fond.

La procédure d'essai consiste à vider le registre H et à bloquer l'adaptation. Une source de bruit Hoth (voir la Recommandation P.800) avec un niveau N est appliquée à S_{gen} . L'adaptation est activée de façon à coïncider avec le début d'une rafale de signaux de la source composite (voir la Figure 9). Après le temps de convergence, l'adaptation est bloquée et le niveau d'écho résiduel est mesuré.

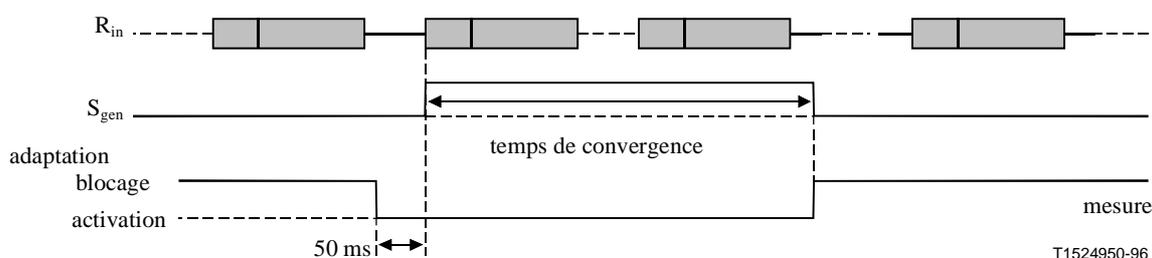


Figure 9/G.168 – Evolution des signaux dans le temps pour l'essai n° 2C

Spécification

Le registre H étant initialement mis à zéro et le processeur non linéaire étant activé, pour toutes les valeurs $L_{Rin} \geq -25$ dBm0 et ≤ 0 dBm0, $N = L_{Rin} - 15$ dB mais non supérieures à -30 dBm0, l'affaiblissement $ERL \geq 6$ dB et le retard sur le trajet d'écho, $t_d \leq \Delta$ ms, la convergence doit apparaître en moins de 1,0 s et L_{RET} devrait être $\leq N$.

Le registre H étant initialement mis à zéro et le processeur NLP étant neutralisé, pour toutes les valeurs de $L_{Rin} \geq -25$ dBm0 et ≤ 0 dBm0, $N = L_{Rin} - 15$ dB mais pas supérieures à -30 dBm0, l'affaiblissement $ERL \geq 6$ dB et le retard sur le trajet d'écho, $t_d \leq \Delta$ ms, la convergence doit se produire en moins de X_{h1} (à l'étude) secondes et L_{RES} doit être $\leq X_{h2}$ (à l'étude).

3.4.2.3 Essai n° 3 – Caractéristiques de fonctionnement en double parole

Les trois parties de cet essai ont pour objet de vérifier les performances de l'annuleur dans diverses conditions de double parole. Dans les conditions de double parole, l'annuleur d'écho peut produire des effets indésirables tels que l'écrêtage, la distorsion et les variations du niveau de bruit (voir l'Appendice I). Les essais supposent que des mesures soient prises dès la détection de la double parole, pour empêcher ou ralentir l'adaptation afin d'éviter une réduction excessive de l'annulation.

Alors que les signaux de la source composite sont proposés pour cet essai, on admet que cela représente uniquement une approximation statistique de la parole réelle. Les essais de double parole effectués sur des échantillons de parole réelle peuvent produire des résultats qui diffèrent légèrement de ceux mis en évidence dans cet essai. Cet essai a pour objet de fournir des directives sur la façon dont les caractéristiques en double parole d'un annuleur d'écho devraient être mesurées. Il est possible que cet essai et ses spécifications changent lorsque la corrélation entre les signaux de la source composite et la parole réelle sera mieux comprise. Il a été démontré que l'utilisation de différents langages donnait des variations importantes dans les résultats des essais 3A et 3B [(Référence: contribution COM 15-27 (1993))].

Des préoccupations ont été exprimées sur le manque de chiffres précis dans cet essai. Les parties concernées devraient utiliser l'essai 3 de la Recommandation G.165 pour combler cette lacune.

Remplacée par une version plus récente

3.4.2.3.1 Essai n° 3A – Essai de double parole avec de faibles niveaux du côté local

L'essai n° 3A permet de s'assurer que la détection de la double parole n'est pas d'une sensibilité telle que l'écho et la parole proche à faible niveau provoquent un mauvais fonctionnement du détecteur de double parole de façon à provoquer l'échec de l'adaptation. La procédure d'essai consiste à vider le registre H; puis pour une valeur de retard de trajet d'écho et d'affaiblissement d'adaptation pour l'écho (ERL), un signal est appliqué à l'accès R_{in} . Simultanément (voir la Figure 10), un signal d'interférence, dont le niveau est suffisamment faible pour ne pas sérieusement entraver la capacité de convergence de l'annuleur d'écho est appliqué en S_{gen} . Ce signal devrait provoquer les phénomènes d'adaptation et d'annulation. Après le temps de convergence autorisé, l'adaptation est bloquée et l'écho résiduel est mesuré. Le processeur non linéaire (NLP) devrait être *neutralisé*.

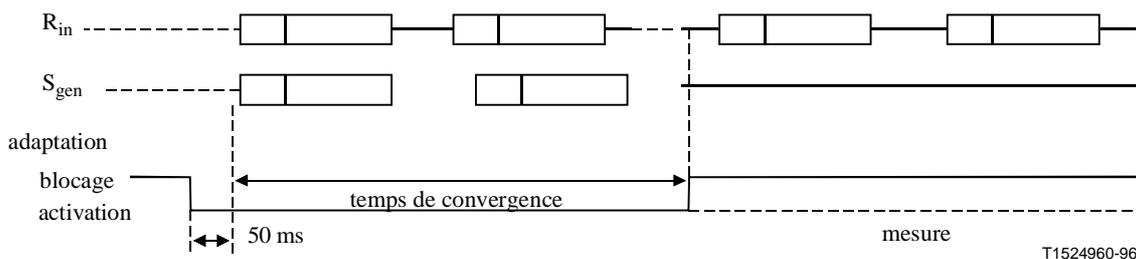


Figure 10/G.168 – Evolution des signaux dans le temps pour l'essai n° 3A

Spécification

Avec le registre H initialement vidé pour toutes les valeurs de niveau $L_{Rin} \geq -25$ dBm0 et ≤ 0 dBm0, $N = L_{Rin} - 15$ dB, d'affaiblissement $ERL \geq 6$ dB et de retard sur le trajet d'écho $t_d \leq \Delta$ ms, la convergence devrait se produire dans un temps T_c secondes et le niveau L_{RES} devrait être $\leq N$. On peut prévoir que, selon toute vraisemblance, la valeur T_c devra être inférieure à 5 secondes, mais la valeur exacte fait l'objet d'un complément d'étude.

3.4.2.3.2 Essai n° 3B – Essai de double parole avec des niveaux élevés du côté local

L'essai n° 3B permet de s'assurer que le détecteur de double parole est suffisamment sensible et fonctionne assez rapidement pour empêcher une forte divergence pendant la double parole.

La procédure d'essai consiste à faire converger complètement l'annuleur d'écho pour un trajet d'écho donné en appliquant le signal de la source composite à l'accès R_{in} . Après que l'annuleur ait complètement convergé (voir la Figure 11), un signal N est appliqué à S_{gen} qui a un niveau au moins égal à celui de l'accès R_{in} . Cela devrait provoquer le fonctionnement du détecteur de double parole. Après une durée choisie arbitrairement, $\delta_t > 0$, l'adaptation est bloquée, le signal S_{gen} est retiré et l'écho résiduel est mesuré. Le processeur non linéaire devrait être *neutralisé*.

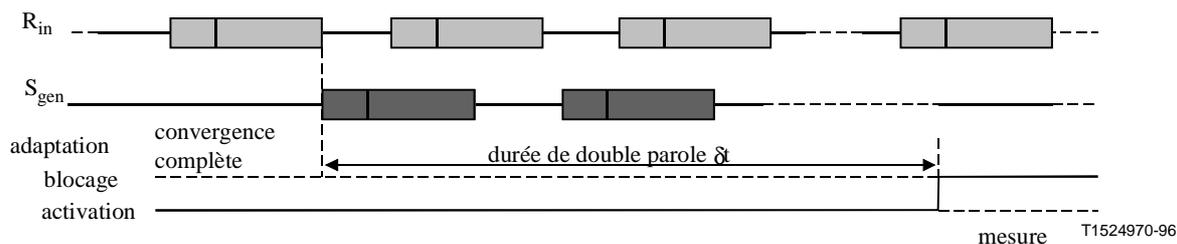


Figure 11/G.168 – Evolution des signaux dans le temps pour l'essai n° 3B

Remplacée par une version plus récente

Il convient de noter que l'essai n° 3B est même plus sensible aux variations de parole réelle et que les signaux de la source composite peuvent ne pas constituer une approximation appropriée de la parole réelle pour cet essai.

Spécification

L'annuleur d'écho se trouvant initialement à l'état de convergence achevée pour toutes les valeurs de $L_{Rin} \geq -30$ dBm0 et ≤ 0 dBm0, pour toutes les valeurs de $N \geq L_{Rin}$, et pour toutes les valeurs d'affaiblissement ERL ≥ 6 dB et de retard de trajet d'écho $t_d \leq \Delta$ ms, le niveau d'écho résiduel après l'application simultanée de L_{Rin} et N pour une période de temps donnée ne devrait pas augmenter à plus de D dB au-dessus des spécifications de régime permanent de l'essai n° 1 (Figure 6). La valeur de D doit faire l'objet d'un complément d'étude. En général, les caractéristiques de fonctionnement sont d'autant plus favorables que la valeur de D est faible.

3.4.2.3.3 Essai n° 3C – Essai de double parole en conversation simulée (cet essai fait l'objet d'un complément d'étude)

L'essai n° 3C permet de s'assurer que l'annuleur d'écho ne produit pas d'effets indésirables pendant et après des périodes de double parole.

La procédure d'essai consiste à vider le registre H. Puis, pour une valeur quelconque de retard de trajet d'écho et d'affaiblissement d'adaptation pour l'écho, un signal est appliqué à R_{in} . Simultanément (voir la Figure 12), un signal N est appliqué à S_{gen} qui a un niveau au moins égal à celui de R_{in} . Après une durée t_1 , le signal S_{gen} est retiré. Après une durée t_2 , S_{out} est mesuré pendant une durée t_3 . Après une durée t_4 , le signal N est réappliqué. Le processeur non linéaire devrait être activé.

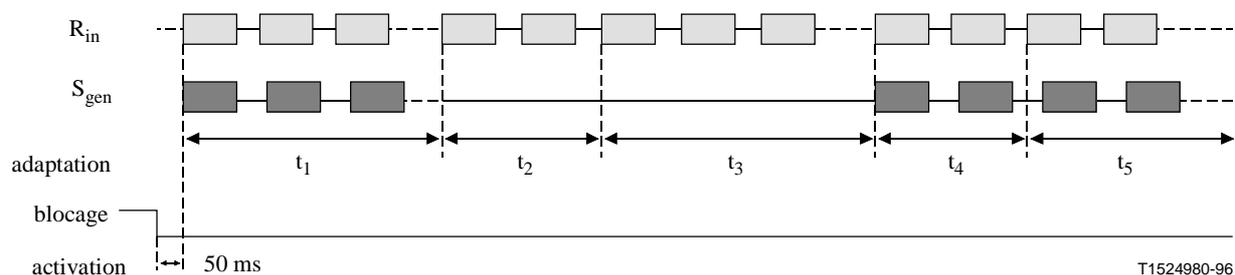


Figure 12/G.168 – Evolution des signaux dans le temps pour l'essai n° 3C

Spécification

Avec le registre H initialement vidé, pour toutes les valeurs de niveau $L_{Rin} \geq -25$ dBm0 et ≤ 0 dBm0, et pour toutes les valeurs de $N \geq$ ou \leq (valeurs à définir), de même que pour toutes les valeurs d'affaiblissement ERL ≥ 6 dB et de retard de trajet d'écho $t_d \leq \Delta$ ms, le niveau d'écho résiduel pendant une période t_3 devrait satisfaire aux spécifications de l'essai n° 1, lorsque le processeur non linéaire est activé (Figure 7).

(Pendant une durée t_2 , cet essai a pour objet de s'assurer que les valeurs crêtes sont limitées à un niveau défini. Les méthodes utilisées pour la mesure de ces valeurs crêtes font l'objet d'un complément d'étude.)

(Les durées t_4 , t_5 ont pour objet de s'assurer que l'annuleur d'écho ne produit pas d'effets indésirables après le reprise de la double parole après une période de simple parole. Les spécifications relatives à cette période font l'objet d'un complément d'étude.)

Remplacée par une version plus récente

Les décalages de niveau entre L_{Rin} et L_{Sgen} peuvent provoquer une dégradation de fonctionnement du processeur non linéaire, de même qu'une dégradation de la parole. Elles font l'objet d'un complément d'étude. Les variations du signal de la source composite peuvent être utiles à cet effet.

3.4.2.4 Essai n° 4 – Essai relatif au taux de fuite

Cet essai a pour objet de s'assurer que le temps de fuite n'est pas trop rapide, c'est-à-dire que le contenu du registre H n'est pas vidé trop rapidement.

La procédure d'essai consiste à faire converger complètement l'annuleur d'écho en utilisant le signal de la source composite pour un trajet d'écho donné, puis à éliminer tous les signaux de l'annuleur d'écho. Après deux minutes, le contenu du registre H est gelé, le signal de la source composite est de nouveau appliqué à l'accès R_{in} et l'écho résiduel est mesuré (voir la Figure 13). Le processeur non linéaire devrait être *neutralisé*.

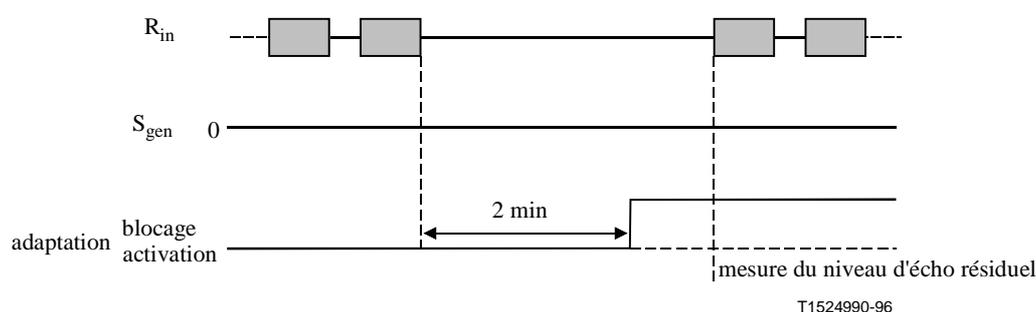


Figure 13/G.168 – Evolution des signaux dans le temps pour l'essai n° 4

Spécification

L'annuleur d'écho étant initialement à l'état de convergence achevée, pour toutes les valeurs de niveau $L_{Rin} \geq -30$ dBm0 et ≤ 0 dBm0, deux minutes après l'élimination du signal R_{in} , le niveau d'écho résiduel ne devrait pas augmenter de plus de 10 dB au-dessus de la spécification de régime permanent de l'essai n° 1 (Figure 6).

3.4.2.5 Essai n° 5 – Essai de convergence pour un affaiblissement d'adaptation infini (cet essai est à l'étude)

Cet essai a pour objet de s'assurer que l'annuleur d'écho a des mécanismes pour empêcher la production indésirable d'écho. Ceci est susceptible de se produire quand le registre H contient un modèle de trajet d'écho, soit en raison d'une connexion antérieure ou de la connexion en cours, et quand le circuit d'écho est ouvert (le circuit d'écho disparaît) pendant qu'un signal est présent à l'accès R_{in} .

La procédure d'essai consiste à faire converger complètement l'annuleur d'écho en utilisant le signal de la source composite pour un trajet d'écho donné. Le trajet d'écho est alors interrompu pendant que le signal de la source composite est appliqué à l'accès R_{in} . Le signal d'écho résiduel devrait être mesuré en S_{out} après une durée de 500 ms consécutive à l'interruption du trajet d'écho (voir la Figure 14). Le processeur non linéaire devrait être *neutralisé*.

Remplacée par une version plus récente

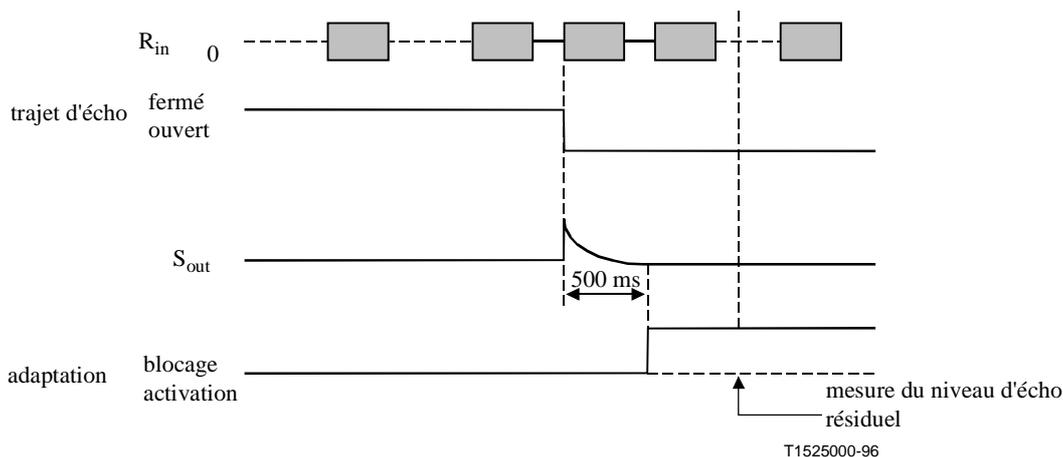


Figure 14/G.168 – Evolution des signaux dans le temps pour l'essai n° 5

Spécification

L'annuleur d'écho ayant initialement atteint l'état de convergence complète pour toutes les valeurs d'affaiblissement $ERL \geq 6$ dB, et pour toutes les valeurs de $L_{Rin} \geq -30$ dBm0 et ≤ 0 dBm0, le niveau d'écho résiduel à l'accès S_{out} devrait être $\leq x$ dBm0 (à définir) 500 ms après l'interruption du trajet d'écho.

3.4.2.6 Essai n° 6 – Absence de divergence sur des signaux à bande étroite (cet essai est à l'étude)

Cet essai a pour objet de vérifier que l'annuleur d'écho conserve la convergence en présence de signaux à bande étroite émis par l'abonné, après avoir convergé sur un signal à large bande. Le niveau d'écho résiduel est mesuré avant et après l'application d'une sinusoïde ou d'une onde composée de deux fréquences.

La méthode consiste à achever la convergence de l'annuleur d'écho comme dans l'essai n° 1. Un signal ou plusieurs signaux comportant une seule fréquence ou deux fréquences selon le Tableau (à définir) sont ensuite appliqués dans n'importe quel ordre de succession à l'accès R_{in} . Après un temps à définir en minutes, l'adaptation est bloquée et l'écho résiduel est mesuré par le signal d'essai n° 1. Le processeur non linéaire devrait être neutralisé.

Spécification

Avec un annuleur d'écho dont la convergence est achevée comme dans l'essai n° 1 et après l'application à l'accès R_{in} de n'importe quelle séquence de signaux comportant une seule fréquence ou deux fréquences selon le Tableau (à définir) de telle sorte que le niveau $L_{Rin} \geq x$ (à définir) dBm0 et $\leq x$ (à définir) dBm0, pour toutes les valeurs d'affaiblissement $ERL \geq 6$ dB et pour un retard du trajet d'écho $t_d \leq \Delta$ ms, en utilisant le même signal d'essai que dans l'essai n° 1, et avec l'adaptation à l'état bloqué, les niveaux d'écho résiduel devrait être inférieurs ou égaux à une valeur à définir.

3.4.2.7 Essai n° 7 – Essai de stabilité

L'objet de cet essai est de vérifier que l'annuleur d'écho restera stable pour les signaux à bande étroite. L'écho résiduel est mesuré avant et après l'application d'une sinusoïde.

La méthode d'essai peut être définie comme suit: le registre H étant initialement vidé et le processeur non linéaire étant neutralisé, l'annuleur d'écho est mis à converger sur le signal sinusoïdal. Après deux minutes, l'écho résiduel est mesuré en utilisant le signal appliqué.

Remplacée par une version plus récente

Spécification

Le registre H de l'annuleur d'écho H étant initialement vidé et après l'application à R_{in} d'un signal comportant une seule fréquence à l'exception de celles identifiées au Tableau 1 du 3.4.2.8, pendant une durée de deux minutes, pour toutes les valeurs de $L_{Rin} \geq -30$ dBm0 et $\leq +3$ dBm0 et pour toutes les valeurs d'affaiblissement $ERL \geq 6$ dB, avec un retard de trajet d'écho $t_d \leq \Delta$ ms, les niveaux d'écho résiduel devraient être inférieurs ou égaux à ceux indiqués à la Figure 6 pendant l'application du signal.

3.4.2.8 Essai n° 8 – Absence de convergence des annuleurs d'écho sur les systèmes de signalisation dans la bande n° 5, 6 et 7 spécifiques à l'UIT-T et sur les tonalités de contrôle de continuité (facultatifs)

Les annuleurs d'écho qui ne sont pas neutralisés par commande externe du commutateur et qui se trouvent du côté ligne des systèmes de signalisation n° 5, 6 et 7 dans les centraux internationaux ou qui sont associés à des centraux nationaux, devraient fonctionner correctement avec des tonalités spécifiques de contrôle de continuité et de signalisation dans la bande. Cet essai a pour objet de s'assurer que les annuleurs d'écho ne supprimeront ni n'annuleront un signal constitué d'une fréquence ou de deux fréquences quand il est transmis lors d'une procédure de prise de contact dans le sens émission, avant ou après la réception d'un signal identique (sauf pour l'amplitude et la phase) dans le sens réception. Ceci doit permettre une transmission correcte des signalisations spécifiques ou des tonalités de contrôle de continuité sans neutraliser l'annuleur d'écho par une commande externe. Le processeur non linéaire devrait être activé.

Spécification

Si l'annuleur d'écho est équipé de cette capacité optionnelle et avec l'annuleur d'écho se trouvant dans n'importe lequel des états de convergence initiale (à des fins de simplification, l'état de convergence complète pour un affaiblissement d'adaptation pour l'écho de 6 dB peut être choisi), le niveau à l'accès S_{out} ne devrait pas varier de plus de 2 dB par rapport à un signal quelconque constitué d'une fréquence unique ou de deux fréquences selon le Tableau 1 (conformément aux tolérances prescrites pour le système de signalisation approprié), appliqué à S_{in} , quand le même signal (exception faite de l'amplitude et de la phase) est appliqué à R_{in} dans les 90 ms qui précèdent ou qui suivent les applications du signal à l'accès S_{in} . Cette spécification s'applique à toutes les valeurs d'affaiblissement $ERL \geq 6$ dB, avec un retard de trajet d'écho $t_d \leq \Delta$ ms. Le niveau de signal, N, de chaque fréquence appliquée, est tel que le niveau de crête N est équivalent au niveau crête M d'une sinusoïde avec un niveau -18 dBm0 $\leq M \leq +3$ dBm0. (Le temps de réponse et le Tableau 1 font l'objet d'un complément d'étude.)

Tableau 1/G.168 – Tonalités de signalisation applicables

Système 5	Système 6	Système 7
2400 Hz	2010 Hz	2010 Hz
2600 Hz		
2400 Hz +2600 Hz		

3.4.2.9 Essai n° 9 – Essai relatif au bruit de confort (cet essai fait l'objet d'un complément d'étude)

Cet essai a pour objet de s'assurer que l'annuleur d'écho peut fournir un signal de bruit de confort sur l'accès S_{out} qui s'apparente au bruit reçu à l'accès S_{in} . Il permet également de vérifier la capacité de l'annuleur à adapter le niveau de ce signal de bruit de confort pour compenser les variations du

Remplacée par une version plus récente

niveau de bruit d'entrée. Etant donné que cet essai n'a pas pour objet de tester la capacité d'annulation d'écho, un affaiblissement ERL de 8 dB est utilisé pour l'ensemble de l'essai. Les étapes de cet essai devraient être appliquées successivement. Les valeurs de fonctionnement sont comprises entre -60 dBm0 et -40 dBm0. Du bruit blanc est utilisé pour cet essai. Le traitement non linéaire et l'option de bruit de confort devraient être activés.

3.4.2.9.1 Partie 1 (adaptation)

- 1) mettre N à un niveau de bruit compris entre -50 dBm0 et -40 dBm0.
- 2) mettre le niveau L_{Rin} à un niveau correspondant au silence (< -40 dBm0) et maintenir pendant une durée de trente secondes.
- 3) mettre le niveau L_{Rin} à -10 dBm0.
- 4) mesurer le niveau N_{RET} après une durée de deux secondes.

Spécification

Pour toutes les valeurs de N , le niveau L_{RET} devrait être à moins de 2,0 dB du niveau N . Cette valeur devrait être maintenue aussi longtemps que le niveau de bruit N reste constant.

3.4.2.9.2 Partie 2 (ajustement par valeurs décroissantes)

- 1) réduire la valeur N de 10 dB.
- 2) mettre L_{Rin} à un niveau correspondant au silence (< -40 dBm0) et maintenir pendant $z1$ secondes ($z1$ est à l'étude).
- 3) mettre le niveau L_{Rin} à -10 dBm0.
- 4) mesurer le niveau L_{RET} après deux secondes.

Spécification

Le niveau L_{RET} devrait être à moins de 2,0 dB du niveau N . Cette valeur devrait également être maintenue aussi longtemps que le niveau de bruit N reste constant.

3.4.2.9.3 Partie 3 (ajustement par valeurs croissantes)

- 1) augmenter N de 10 dB.
- 2) mettre L_{Rin} à un niveau correspondant au silence (< -40 dBm0) et maintenir pendant $z2$ secondes ($z2$ à l'étude).
- 3) mettre L_{Rin} à la valeur de -10 dBm0.
- 4) mesurer le niveau L_{RET} après deux secondes.

Spécification

Le niveau L_{RET} devrait être à moins de 2,0 dB du niveau N . Cette valeur devrait également être maintenue tant que le niveau de bruit N reste constant.

3.4.2.10 Essai n° 10 – Essai de télécopie pendant l'établissement de la communication

Ces essais ont pour objet de s'assurer que l'annuleur d'écho converge rapidement dès les séquences de procédure de prise de contact TELECOPIE initiale et s'assurer également que l'annuleur d'écho dispose de certains dispositifs pour empêcher la génération d'écho indésirable par ces signaux. Cet essai devrait être effectué avec le dispositif de neutralisation par tonalité selon G.165/G.168 à l'état actif.

A cet effet, les signaux suivants devraient être appliqués (les bits sont transmis de gauche à droite). Le fanion initial se répète 37 fois pour chaque séquence.

Remplacée par une version plus récente

Séquences d'essai de télécopie

Invitation à numéroté (CNG, *calling tone*)

Etats:

signal 1100 Hz \pm 38 Hz

durée actif pendant 0,5 s, inactif pendant une durée de trois secondes (\pm 15%)

Identification du poste demandé (CED, *called station identification*)

Etats:

signal 2100 Hz \pm 15 Hz

Durée 2,6 s-4 s

Séquences codées binaires

Séquence n° 1 (poste demandé)

Trame d'indications non normalisées (NSF)

Fanion	Champ d'adresse HDLC	Champ de commande HDLC	Champ de commande des installations non normalisées	Champ d'information, 8 octets (pays, constructeur, numéro de code additionnel)	Séquence de vérification de trame	Fanion
0111 1110	1111 1111	1100 1000	0000 0100	0101 0101, 0101 0101, 0101 0101, ...	1010 1010	0111 1110

Trame d'identification d'abonné demandé (CSI)

Fanion	Champ d'adresse HDLC	Champ de commande HDLC	Champ de commande CSI	Champ d'information, 20 octets (numéro de code du récepteur)	Séquence de vérification de trame	Fanion
0111 1110	1111 1111	1100 1000	0000 0100	0101 0101, 0101 0101, 0101 0101, ...	1010 1010	0111 1110

Trame du signal d'identification numérique (DIS)

Fanion	Champ d'adresse HDLC	Champ de commande HDLC	Champ de commande du signal DIS	Champ d'information, 3 octets	Séquence de vérification de trame	Fanion
0111 1110	1111 1111	1100 1000	0000 0001	0101 0101, 0101 0101, 0101 0101	1010 1010	0111 1110

Séquence n° 2 (poste demandeur)

Trame de configuration non normalisée (NSS)

Fanion	Champ d'adresse HDLC	Champ de commande HDLC	Champ de commande NSS	Champ d'information, 3 octets	Séquence de vérification de trame	Fanion
0111 1110	1111 1111	1100 1000	1100 0100	0101 0101, 0101 0101, 0101 0101	1010 1010	0111 1110

Remplacée par une version plus récente

Trame d'identification d'abonné émetteur (TSI)

Fanion	Champ d'adresse HDLC	Champ de commande HDLC	Champ de commande TSI	Champ d'information, 20 octets (numéro de code émetteur)	Séquence de vérification de trame	Fanion
0111 1110	1111 1111	1100 1000	1100 0010	0101 0101, 0101 0101, 0101 0101, ...	1010 1010	0111 1110

Trame du signal de commande numérique (DCS)

Fanion	Champ d'adresse HDLC	Champ de commande HDLC	Champ de commande DCS	Champ d'information, 20 octets (numéro de code émetteur)	Séquence de vérification de trame	Fanion
0111 1110	1111 1111	1100 1000	1100 0001	0101 0101, 0101 0101, 0101 0101, ...	1010 1010	0111 1110

Caractéristiques de transmission des données

La transmission des séquences n° 1 et n° 2 sur la voie téléphonique est obtenue au moyen de déplacements de fréquence (voir la Recommandation V.21).

Caractéristiques:

débit binaire, synchrone	300 bit/s
fréquence centrale de la bande	1750 Hz
écart de fréquences	±100 Hz
fréquences caractéristiques	1650/1850 Hz
tolérances pour les fréquences caractéristiques	±6 Hz

la fréquence caractéristique la plus élevée correspond à un "0" binaire.

Essais

3.4.2.10.1 Essai n° 10A – Fonctionnement de l'annuleur du côté du poste demandeur

La procédure d'essai de convergence consiste à mettre à zéro le registre H et à bloquer l'adaptation. Ensuite, l'adaptation est activée pendant une durée correspondant au moins à 7 secondes, alors que l'identification du poste demandé et la séquence n° 1 sont appliquées (voir la Figure 15). Pendant le temps d'adaptation, on mesure le niveau de retour d'écho/d'écho résiduel. Cet essai devrait être effectué avec le processeur non linéaire successivement activé et neutralisé.

Remplacée par une version plus récente

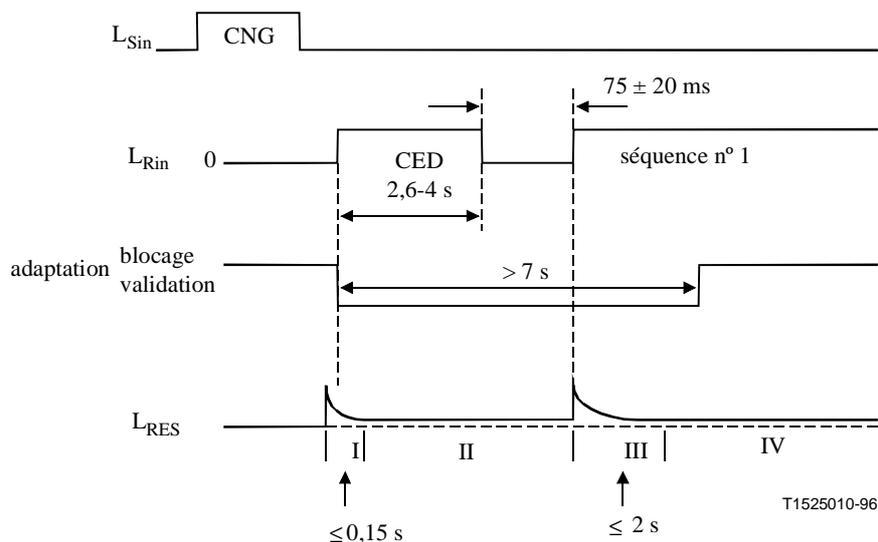


Figure 15/G.168– Evolution des signaux dans le temps pour l'essai n° 10A

Spécification

Le registre H étant initialement vidé et la valeur de L_{Rin} étant égale à -13 dBm0 pour l'ensemble de l'essai, les spécifications suivantes s'appliquent à toutes les valeurs d'affaiblissement d'adaptation pour l'écho (ERL) ≥ 6 dB et au retard de trajet d'écho $t_d \leq \Delta$ ms. En outre, il existe une spécification générale selon laquelle aucune salve d'écho indésirable ne devra être produite. L'essai devrait avoir une durée minimale de sept secondes. Répéter la séquence 1 si cela est nécessaire.

Zone I [convergence en cours sur la tonalité d'identification du poste demandé (CED)]:

- les valeurs crêtes de L_{RES} devraient être $\leq (-13 - A_{ECHO})$ dBm0;
- la durée pour le passage dans la zone II devrait être $\leq 0,15$ s.

Zone II [convergence terminée sur la tonalité d'identification du poste demandé (CED)]:

- les valeurs crêtes de L_{RES} devraient être ≤ -37 dBm0.

Zone III (convergence en cours sur la séquence n° 1):

- les valeurs crêtes de L_{RES} devraient être $\leq (-13 - A_{ECHO})$ dBm0;
- la durée pour le passage dans la zone IV devrait être ≤ 2 s.

Zone IV (convergence terminée sur la séquence n° 1):

- les valeurs crêtes de L_{RES} devraient être ≤ -24 dBm0.

Si le processeur non linéaire est activé, le niveau L_{RET} doit être $\leq X_f$ (à l'étude) dBm0 dans les Régions II et IV. La valeur de X_f appelle un complément d'étude et ne doit pas être supérieure aux valeurs obtenues lorsque le processeur NLP est désactivé. Noter que, selon la Recommandation V.21, la sensibilité du récepteur de TÉLÉCOPIE a une valeur minimale de -48 dBm.

3.4.2.10.2 Essai n° 10B – Fonctionnement de l'annuleur du côté du poste demandé

La procédure relative à l'essai de convergence consiste à vider le registre H et à bloquer l'adaptation. Ensuite, l'adaptation est activée pendant au moins 10 s, alors que la séquence n° 2 est appliquée (voir la Figure 16). Le niveau de retour d'écho/d'écho résiduel est mesuré pendant le temps d'adaptation. Cet essai devrait être effectué avec le processeur non linéaire (NLP) successivement activé et neutralisé.

Remplacée par une version plus récente

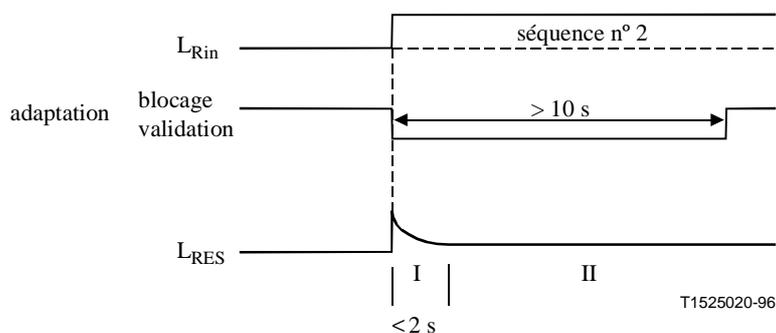


Figure 16/G.168 – Evolution des signaux dans le temps pour l'essai n° 10B

Spécification

Avec le registre H initialement vidé et la valeur L_{Rin} égale à -13 dBm0 pour l'ensemble de l'essai, les prescriptions particulières suivantes s'appliquent à toutes les valeurs d'affaiblissement d'adaptation pour l'écho ≥ 6 dB et de retard de trajet d'écho $t_d \leq \Delta$ ms. Par ailleurs, une prescription générale précise que des rafales d'écho indésirables ne doivent pas être produites. L'essai devrait durer 10 secondes au minimum. Répéter la séquence 2 si cela est nécessaire.

Zone I (avec convergence en cours sur la séquence n° 2):

- les valeurs crêtes de L_{RES} devraient être $\leq (-13 - A_{ECHO})$ dBm0;
- le temps d'entrée dans la zone II devrait être inférieur ou égal à 2 secondes.

Zone II (convergence achevée sur la séquence n° 2):

- les valeurs crêtes de L_{RES} devraient être inférieures ou égales à -24 dBm0.

Si le processeur non linéaire est activé, le niveau L_{RET} doit être $\leq X_f$ (à l'étude) dBm0 dans les Régions II et IV. La valeur de X_f appelle un complément d'étude et ne doit pas être supérieure aux valeurs obtenues lorsque le processeur NLP est désactivé. Noter que, selon la Recommandation V.21, la sensibilité du récepteur de télécopie a une valeur minimale de -48 dBm.

3.4.2.11 Essai n° 11 – Essai des annuleurs d'écho montés en cascade

A l'étude. Voir l'Appendice I pour les autres précisions.

3.4.2.12 Essai n° 12 – Essai d'écho acoustique résiduel

A l'étude. Voir l'Appendice I pour les autres précisions.

3.4.2.13 Essai n° 13 – Caractéristiques de fonctionnement avec des codeurs à faible débit de l'UIT-T sur le trajet d'écho

A l'étude. (L'objectif est d'établir un tableau des objectifs relatifs aux caractéristiques de fonctionnement pour chaque codeur/algorithme.)

3.4.2.14 Essai n° 14 – Caractéristiques de fonctionnement avec des modems de données à faible vitesse de la série V

Cet essai a pour objet de s'assurer que les annuleurs d'écho ne dégraderont pas les caractéristiques de fonctionnement des modems à faible vitesse de la série V ($< 9,6$ kbit/s), y compris les modems V.22 bis, qui n'envoient pas une tonalité de neutralisation à 2100 Hz avec des inversions de phase. Le taux d'erreurs sur les bits est mesuré pendant que les annuleurs d'échos sont en service dans un réseau simulé auquel sont connectés des modems de données à faible vitesse.

Remplacée par une version plus récente

L'annuleur d'écho est disposé dans la configuration d'essai de la Figure 17. Le registre H est vidé, le processeur non linéaire (NLP) est activé et les modems sont autorisés à démarrer l'apprentissage. Ils sont ensuite mis en fonctionnement pendant une durée minimale de trois minutes. L'essai devrait être répété avec l'annuleur d'écho qui est à la fois neutralisé et activé, avec un taux d'erreurs sur les bits qui est contrôlé.

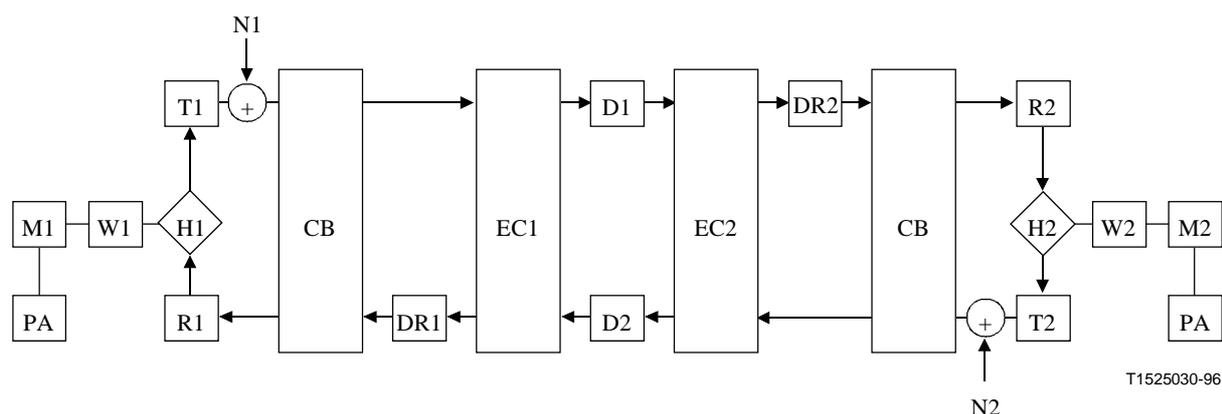
Un choix spécifique de modems devra être soumis aux essais par les Administrations, selon les types de modems les plus sensibles et les plus fréquents sur le réseau. Dans le montage d'essai, les simulateurs de câbles et les circuits différentiels devraient simuler la portée réelle des trajets d'écho que l'annuleur d'écho soumis aux essais est supposé pouvoir traiter.

Pour le circuit différentiel, cela signifie que le réseau d'équilibrage équivalent devra être spécifié.

NOTE – Des exemples de réseaux d'équilibrage types sont donnés à la Figure 11/Q.552.

En ce qui concerne le simulateur de câble, cela signifie que les principaux paramètres de câble, par exemple ohms/km et nF/km pour les câbles non chargés devront être spécifiés. La longueur du câble simulé devrait être variable. Les jeux d'essai devraient inclure les longueurs minimale et maximale, de même que la longueur pour laquelle le plus grand affaiblissement d'écho pondéré, calculé selon la Recommandation G.122, est obtenu.

Les circuits différentiels et les simulateurs de câbles devraient être égaux de chaque côté du montage d'essai.



CB	bloc de voie	D1	retard longue distance	D2	retard longue distance
DR1	retard du trajet d'écho	DR2	retard du trajet d'écho	EC1	annuleur d'écho
EC2	annuleur d'écho	H1	circuit différentiel	H2	circuit différentiel
M1	modem soumis aux essais	M2	modem soumis aux essais	N1	générateur de bruit
N2	générateur de bruit	PA	analyseur de protocole	R1	ligne d'affaiblissement de réception
R2	ligne d'affaiblissement de réception	T1	ligne d'affaiblissement d'émission	T2	ligne d'affaiblissement d'émission
W1	simulateur de ligne	W2	simulateur de ligne		

Figure 17/G.168 – Configuration de l'essai n° 14

Remplacée par une version plus récente

Spécifications

Les valeurs pour les réglages devraient être conformes à ce qui suit:

- R1, R2 = 6 dB pour simuler l'affaiblissement d'entrée/sortie;
- T1 = 3 dB à 9 dB (3 dB est le niveau nominal, 9 dB simule un décalage de niveau de 6 dB);
- T2 = 3 dB;
- DR1, DR2 = retard du trajet d'écho $\leq \Delta$ ms;
- M1, M2 = les niveaux de transmission des données de modem devraient être compris entre -8 dBm et -20 dBm;
- N1, N2 = réglé pour produire des rapports signal à bruit non inférieurs à 25 dB mais pas de bruit;
- D1, D2 = réglé pour produire un temps de propagation aller et retour pouvant atteindre 520 ms, avec D1 = D2.

Avec le registre H initialement vidé et le processeur non linéaire activé, pour les conditions spécifiées ci-dessus, le pourcentage d'erreurs sur les données ne devrait pas augmenter quand l'annuleur d'écho passe de l'état de neutralisation à l'état d'activation, lorsque des données sont échangées entre les deux terminaux pendant une durée d'au moins trois minutes.

4 Caractéristiques d'un dispositif de neutralisation par tonalité d'annuleur d'écho

4.1 Généralités

Les annuleurs d'écho traités par la présente Recommandation devraient être équipés d'un détecteur de tonalité satisfaisant les spécifications énumérées dans le présent sous-paragraphe. Ce détecteur de tonalité réagit à un signal de neutralisation qui est différent de celui qui sera utilisé pour neutraliser le supprimeur d'écho comme cela est décrit au paragraphe 5/G.164, et est constitué d'une tonalité à 2100 Hz avec des inversions périodiques de phase insérées dans cette tonalité. Le dispositif de neutralisation par tonalité ne devrait désactiver l'annuleur d'écho que lors de la détection de ce signal. Il ne devrait pas désactiver l'annuleur d'écho avec tout autre signal dans la bande, par exemple la parole, ou une tonalité à 2100 Hz sans inversions de phase. Le dispositif de neutralisation par tonalité devrait détecter et réagir à un signal de neutralisation pouvant être présent sur le trajet d'émission ou de réception.

Les prescriptions relatives à la neutralisation de l'annuleur d'écho visant à assurer un fonctionnement approprié avec des équipements de mesures et d'essais automatiques (ATME) n° 2 qui transmettent une tonalité à 2100 Hz avec des inversions de phase pourraient être obtenues en utilisant soit la neutralisation par tonalité spécifiée dans le présent sous-paragraphe, soit la neutralisation par tonalité de suppression d'écho spécifiée au paragraphe 5/G.164. Cependant, l'utilisation du dispositif de neutralisation spécifié au 5/G.164 n'assure pas un fonctionnement correct pour tous les modems de la série V qui ont été spécifiés.

Le terme "neutralisé" utilisé dans le présent sous-paragraphe fait référence à un état dans lequel se trouve l'annuleur d'écho de telle façon que les signaux qui le traversent dans un sens ou dans l'autre ne soient pas modifiés. Dans cet état, aucune estimation d'écho n'est soustraite du trajet d'écho, le processeur non linéaire est en mode transparent et le retard engendré par l'annuleur d'écho satisfait toujours les conditions spécifiées au point 3.4.1. Cependant, aucune relation ne devrait être établie entre les caractéristiques du circuit avant et après la neutralisation. Tout d'abord, le fonctionnement des annuleurs d'écho avec des tonalités d'entrée (telles que la tonalité de neutralisation) n'est pas

Remplacée par une version plus récente

spécifié. Ensuite, la réponse impulsionnelle enregistrée dans l'annuleur d'écho avant la convergence (et avant l'émission de la tonalité de neutralisation) est arbitraire. Cela peut apparaître comme des trajets d'écho supplémentaires lesquels, dans certaines réalisations d'annuleur d'écho, restent inchangés tant que la tonalité de neutralisation n'est pas détectée. Il convient de noter également que des supprimeurs d'écho pourraient se trouver sur le même circuit et aucune relation n'est spécifiée entre les retards à l'état activé et à l'état neutralisé. Malgré ce qui précède, il est possible de mesurer par exemple le temps de propagation aller et retour d'un circuit avec la tonalité de neutralisation, mais le front arrière des rafales de tonalité devrait être utilisé et un temps suffisant devrait être alloué pour permettre la neutralisation de tous les dispositifs, avant de mettre fin à la tonalité de neutralisation et de commencer le comptage.

Il convient de noter que cet état ne satisfait pas nécessairement les prescriptions relatives à l'intégrité de séquence binaire à 64 kbit/s, pour lesquelles d'autres moyens de neutralisation conformes au 3.3 sont applicables.

Un modèle de dispositif de neutralisation de référence par tonalité est décrit à l'Annexe A.

4.2 Caractéristiques du dispositif de neutralisation

Le dispositif de neutralisation d'annuleur d'écho nécessite la détection d'une tonalité à 2100 Hz avec des inversions de phase sur cette tonalité. Les caractéristiques du signal transmis sont définies dans les Recommandations V.25 et V.8. Des variations de phase dans la gamme de valeurs de $180^\circ \pm 25^\circ$ devraient être détectées alors que celles dans la gamme de $0^\circ \pm 110^\circ$ ne devraient pas être détectées.

Les caractéristiques en fréquence du détecteur de tonalité sont les mêmes que celles du détecteur de tonalité de supprimeur d'écho indiquées au 5.2/G.164.

La gamme dynamique de ce détecteur devrait être compatible avec les niveaux d'entrée tels qu'ils sont spécifiés dans les Recommandations V.2 et H.51 avec des marges de variation qui ont été introduites pour le réseau téléphonique public commuté.

4.3 Caractéristiques de la bande de garde

Ces caractéristiques sont similaires à celles qui ont été définies au 5.3/G.164, compatibles avec celles de la gamme dynamique indiquée au 4.2 avec l'exception suivante. Le détecteur devrait fonctionner parfaitement avec un niveau de bruit blanc inférieur ou égal à 11 dB en dessous du niveau du signal à 2100 Hz. Aucune orientation définitive ne pourra être donnée pour la gamme comprise entre 5 et 11 dB, à cause des variations dans les équipements d'essai utilisés. En particulier, les caractéristiques peuvent varier avec le rapport valeur crête/valeur moyenne du générateur de bruit utilisé. Cependant, en général, le pourcentage de fonctionnement correct (détection des variations de phase de $180^\circ \pm 25^\circ$ et non détection des variations de phase de $0^\circ \pm 110^\circ$) ne devrait pas baisser de plus de 1% pour chaque décroissance de 1 dB dans le rapport signal sur bruit en dessous du niveau de 11 dB. Il convient de noter qu'il est possible de concevoir un détecteur capable de fonctionner parfaitement avec un rapport signal sur bruit de 5 dB.

4.4 Caractéristiques de la bande de maintien

Le dispositif de neutralisation par tonalité, après neutralisation, devrait être maintenu à l'état neutralisé pour des tonalités se trouvant à l'intérieur d'une gamme de fréquences. La largeur de bande du mode maintien devrait englober les éventuelles fréquences de données présentes ou futures. La sensibilité de libération devrait être suffisante pour maintenir la neutralisation pour le plus faible niveau prévu des signaux de données, mais devrait être telle que le dispositif de neutralisation soit libéré pour la valeur maximale du circuit au repos ou du circuit occupé. La spécification est la suivante:

Remplacée par une version plus récente

le dispositif de neutralisation par tonalité devrait être maintenu dans le mode neutralisé pour toute sinusoïde de fréquence unique dans la bande comprise entre 390 et 700 Hz ayant un niveau de -27 dBm0 ou davantage et entre 700 et 3000 Hz ayant un niveau de -31 dBm0 ou davantage. Le dispositif de neutralisation par tonalité devrait libérer pour n'importe quel signal dans la bande comprise entre 200 et 3400 Hz ayant un niveau de -36 dBm0 ou moins.

4.5 Temps de réaction

Le temps de réaction devrait être suffisamment long pour assurer une protection contre les fausses détections pouvant provenir de signaux vocaux, sans être trop long pour ne pas augmenter inutilement le temps de neutralisation. Un temps de réaction inférieur à une seconde est exigé du dispositif de neutralisation par tonalité à compter de la réception du signal de neutralisation.

4.6 Fausses détections dues à des courants vocaux

Il est souhaitable que le dispositif de neutralisation par tonalité ne fasse que rarement des fausses détections sur de la parole. A cet effet, il est souhaitable que, pour un annuleur d'écho installé sur un circuit en fonctionnement, des courants vocaux usuels ne provoquent pas en moyenne plus de 10 fausses détections pendant une durée de cent heures. Outre la protection contre les silences fournie par la largeur de bande des canaux de neutralisation, par le principe de la bande de garde et par le temps de réaction, la protection contre les coupures de la parole peut être fournie par reprise du cycle du temps de réaction. C'est-à-dire que si le mécanisme du temps de réaction est en cours, il devrait réinitialiser. Cependant, l'absence momentanée ou le changement de niveau de la parole réelle qui simulerait le signal de neutralisation est interrompue en raison des pauses intersyllabes, avant que la neutralisation n'intervienne puisque le signal de neutralisation ne devrait pas réinitialiser le mécanisme du temps de réaction.

4.7 Fausses détections dues à des signaux de données

Il est souhaitable que le dispositif de neutralisation par tonalité ne fasse que rarement des fausses détections sur des signaux de données provenant d'ensembles de données pour lesquels la neutralisation de l'annuleur d'écho aurait des conséquences néfastes. A cet effet, un objectif souhaitable est que, pour un annuleur d'écho installé sur un circuit en fonctionnement, des signaux de données habituels provenant de tels ensembles de données ne provoqueraient pas en moyenne plus de 10 fausses détections pendant une durée de cent heures de transmission de données.

4.8 Temps de libération

Le dispositif de neutralisation ne devrait pas libérer pour des coupures de signaux inférieures à la valeur de 100 ms recommandée par l'UIT-T. Afin de provoquer une dégradation minimale lors de la neutralisation accidentelle par de la parole, il devrait libérer en moins de 250 ± 150 ms après qu'un signal soit passé de la bande de maintien à une valeur d'au moins 3 dB en dessous de la sensibilité maximale de la bande de maintien dans les deux sens de transmission des signaux.

4.9 Autres considérations

L'écho de la tonalité de neutralisation et l'écho de la tonalité d'appel peuvent tous deux perturber la détection de la tonalité de neutralisation de l'annuleur d'écho. Ainsi, il n'est pas recommandé d'ajouter les signaux des entrées d'émission et de réception qui constitueraient un signal d'entrée pour un détecteur unique.

Il convient de veiller en particulier au nombre d'inversions de phase nécessaires à la détection de la tonalité de neutralisation. Certaines Administrations préfèrent compter sur une inversion pour

Remplacée par une version plus récente

améliorer la probabilité de détection, même en présence de glissements, de bruit impulsif et d'un faible rapport signal à bruit. D'autres Administrations préfèrent compter sur deux inversions pour améliorer la probabilité de distinguer les tonalités à 2100 Hz sans inversion de phase et avec inversion de phase.

5 Processeurs non linéaires utilisés dans les annuleurs d'écho

5.1 Domaine d'application

Pour les besoins de la présente Recommandation, le terme "processeur non linéaire" ne désignera que les dispositifs entrant dans le cadre des définitions données en 1.3 et qui se sont avérées être efficaces dans les annuleurs d'écho. Il est possible de mettre en oeuvre les processeurs non linéaires de maintes façons (les écrêteurs de centre étant uniquement un exemple), avec des caractéristiques de fonctionnement fixes ou adaptatives, mais aucune recommandation n'est faite en vue d'une réalisation particulière. Les principes généraux et les directives sont indiqués en 5.2. Des informations plus détaillées et concrètes nécessitent qu'il soit fait référence à des réalisations spécifiques. On trouvera à l'Annexe B le cas particulier d'un "processeur non linéaire de référence". L'utilisation de ce terme indique un mode de réalisation donné uniquement à des fins d'orientation et d'illustration. Elle n'exclut pas d'autres réalisations ni n'implique que la référence au processeur non linéaire soit nécessairement la plus appropriée pour des raisons techniques, d'exploitation ou économiques.

5.2 Principes généraux et directives

5.2.1 Fonctions

5.2.1.1 Généralités

Le processeur non linéaire se trouve sur le trajet d'émission entre la sortie du soustracteur et la sortie émission de l'annuleur d'écho. De façon schématique, il s'agit d'un dispositif qui bloque les signaux à niveau faible et laisse passer les signaux à niveau fort. Sa fonction est de réduire encore davantage le niveau d'écho résiduel (niveau L_{RES} comme cela est défini en 1.3.21) qui subsiste après une annulation imparfaite de l'écho du circuit de sorte qu'un niveau nécessairement faible de retour d'écho (L_{RET} comme cela est défini en 1.3.22) puisse être obtenu.

5.2.1.2 Caractéristiques de fonctionnement du réseau

Une annulation imparfaite peut se produire parce que les annuleurs d'écho qui sont conformes à la présente Recommandation peuvent ne pas pouvoir trouver de modèle d'écho satisfaisant pour les trajets d'écho produisant des niveaux importants de distorsion non linéaire (voir I.6.2). Une telle distorsion, par exemple, dans des réseaux conformes à la Recommandation G.113 dans lesquels jusqu'à cinq couples de codecs MIC (conformément à la Recommandation G.712) sont autorisés sur un trajet d'écho. La distorsion cumulée des quantifications par ces codecs peut empêcher un annuleur d'écho d'atteindre le niveau L_{RET} nécessaire en utilisant des techniques d'annulation uniquement. Il est donc souhaitable que tous les annuleurs d'écho dont le modèle d'écho n'est estimé que sur les composantes linéaires du trajet d'écho et qui sont destinés à l'usage dans le réseau général devraient incorporer des processeurs non linéaires appropriés. Pour les cas particuliers de réseau à retard faible ou à affaiblissement d'adaptation pour l'écho élevé, il peut être possible de neutraliser le processeur non linéaire dans un annuleur d'écho en conservant une valeur suffisamment élevée du renforcement d'affaiblissement d'adaptation pour l'écho (ERLE). Cela peut aboutir à une qualité totale de parole qui est supérieure, étant donné que le processeur non linéaire provoque parfois des dégradations de la parole.

Remplacée par une version plus récente

5.2.1.3 Limitations

Cette utilisation du processeur non linéaire représente un compromis pour la transparence du circuit qui serait possible d'obtenir avec un annuleur d'écho pouvant atteindre la valeur L_{RET} souhaitée en utilisant uniquement des techniques d'annulation et des techniques de modélisation d'écho. Théoriquement, le processeur non linéaire ne devrait pas distordre la parole du côté local. Il peut ne pas être possible, dans des réalisations pratiques, de se rapprocher suffisamment de ce cas théorique. Il est souhaitable, dans un tel cas, de ne pas activer le processeur non linéaire dans les conditions de double parole ou de simple parole du côté local. Par conséquent, il convient de ne pas dépendre excessivement du processeur non linéaire et d'assurer un niveau L_{RES} suffisamment faible pour empêcher un écho extrêmement désagréable dans les conditions de double parole.

5.2.1.4 Transmission des données

Le processeur non linéaire peut avoir des conséquences sur la transmission des données lorsqu'un annuleur d'écho est actif. Ceci est à l'étude.

5.2.2 Seuil de suppression

5.2.2.1 Généralités

Le niveau du seuil de suppression (T_{SUP} , *suppression threshold level*) d'un processeur non linéaire est exprimé en dBm0 et est égal au niveau le plus élevé d'un signal sinusoïdal au moment où il est supprimé. Pour le seuil de suppression, on peut utiliser des niveaux fixes ou adaptatifs.

5.2.2.2 Seuil de suppression fixe

Avec un niveau de seuil de suppression fixe, le niveau approprié à utiliser dépendra de l'annulation obtenue et des statistiques de niveau de parole, de même que des caractéristiques de ligne existant dans le réseau spécifique dans lequel l'annuleur d'écho doit être utilisé. Les valeurs de seuil de suppression fixe devant être utilisées sont à l'étude: voir les Notes 1 et 2.

NOTE 1 – Provisoirement, il est suggéré que le niveau de seuil de suppression devrait être fixé à quelques décibels au-dessus du niveau qui aurait pour résultat de supprimer des *valeurs crêtes* du niveau L_{RES} pour un "2 σ écho" et un "2 σ affaiblissement d'adaptation pour l'écho".

NOTE 2 – Les résultats d'un essai sur site qui ont été communiqués par une Administration ont indiqué qu'un niveau de seuil de suppression de -36 dBm0 donnait des résultats satisfaisants. Une étude théorique effectuée par une autre Administration sur un trajet d'écho contenant cinq couples de codecs MIC ont montré que pour une valeur L_{Rin} de -10 dBm0, le bruit de quantification pouvait permettre d'obtenir une valeur L_{RES} de -38 dBm0.

5.2.2.3 Seuil de suppression adaptatif

Un bon compromis peut être trouvé entre l'utilisation d'une valeur T_{SUP} élevée pour empêcher que cette valeur ne soit dépassée par l'écho résiduel de la personne qui parle fort et celle d'une valeur de seuil T_{SUP} faible afin de réduire la distorsion de la parole lors de l'intervention, en prenant une valeur T_{SUP} adaptative par rapport aux conditions réelles de circuit et aux niveaux de parole. Ceci peut être obtenu de multiples façons et aucune recommandation n'est faite pour une réalisation particulière. Les directives générales applicables à l'algorithme de commande et aux niveaux de seuil de suppression sont à l'étude.

5.2.3 Contrôle d'activation du processeur non linéaire

5.2.3.1 Généralités

Pour la conformité aux orientations données en 5.2.1.3, il est nécessaire de contrôler l'activation du processeur non linéaire de telle sorte que ce processeur ne soit pas actif quand la parole est

Remplacée par une version plus récente

susceptible d'être présente du côté local. A l'état "actif", le processeur non linéaire devrait fonctionner comme cela est prévu pour réduire le niveau L_{RES} . A l'état "inactif", il ne devrait pas effectuer de traitement non linéaire sur les signaux qui traversent l'annuleur d'écho.

5.2.3.2 Principes pour la commande des processeurs non linéaires

Il est recommandé que les deux principes suivants régissent le contrôle d'activation d'un processeur non linéaire. Tout d'abord, ceux-ci devraient être actifs quand le niveau L_{RES} est élevé étant donné qu'ils ont pour objet de réduire de façon importante le niveau L_{RES} . En second lieu, étant donné qu'ils ne devraient pas distordre la parole proche, ils devraient être inactifs lors de la présence de parole provenant du côté local. En cas d'incompatibilité entre les deux principes, le second de ces principes sera appliqué à la fonction de commande.

5.2.3.3 Caractéristiques statiques

La Figure 18 est une représentation graphique des deux états du processeur non linéaire. Le plan L_{Sin} L_{Rin} est divisé en deux zones, W et Z, séparées par le seuil WZ (T_{WZ}). Le processeur non linéaire est inactif dans la zone W, alors qu'il est actif dans la région Z. Une commande adaptée du processeur non linéaire permettant un fonctionnement approprié dans une zone donnée nécessite la reconnaissance des états de double parole ou de la présence de parole provenant du côté local. Une détection approximative de la double parole, associée à un niveau de seuil de suppression élevé, entraînera une distorsion de la parole du côté local. L'annuleur d'écho présente alors certaines des caractéristiques du supprimeur d'écho. Un faible niveau de suppression facilite la double parole, même si une erreur de détection est commise, étant donné que la parole proche ne sera accompagnée que d'un faible niveau de distorsion non linéaire. Si le niveau du seuil de suppression est trop faible, des crêtes d'écho résiduel peuvent être perçues.

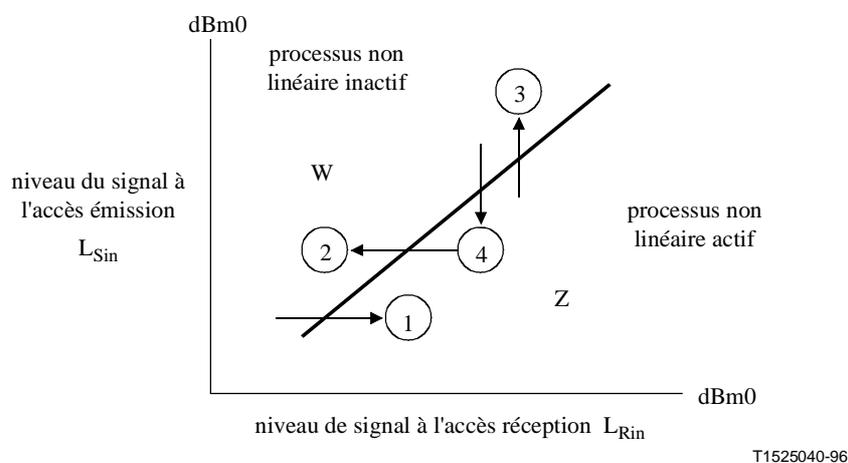


Figure 18/G.168 – Zones de fonctionnement du processeur non linéaire

5.2.3.4 Caractéristiques dynamiques

Les caractéristiques dynamiques peuvent être spécifiées en indiquant le temps écoulé quand les caractéristiques du signal passent d'un point situé dans une surface à un point situé dans une autre surface avant que l'état correspondant à la seconde surface n'ait été déterminé. Quatre transitions d'état sont indiquées par des flèches à la Figure 18.

Remplacée par une version plus récente

Transition n° 1 – W à Z, niveau L_{Sin} constant, niveau L_{Rin} croissant

Dans ce cas, le signal L_{Sin} est apparu le premier et le niveau L_{Rin} augmente de façon à atteindre un niveau suffisamment élevé pour dépasser le signal L_{Sin} dans le trajet d'écho et provoquer le passage de l'état inactif à l'état actif. Etant donné que cela entraînerait une distorsion du signal L_{Sin} (parole du locuteur proche dans ce cas), cette mesure ne devrait pas être déclenchée trop rapidement.

Transition n° 2 – Z à W, niveau L_{Sin} constant, niveau L_{Rin} décroissant

Dans ce cas, le signal L_{Rin} a dépassé le signal L_{Sin} dans le canal de commande et le processeur non linéaire est dans l'état actif. Le signal L_{Rin} décroît alors. Le processeur non linéaire devrait rester dans l'état actif suffisamment longtemps afin d'empêcher que l'écho, enregistré dans le trajet d'écho, soit entendu par le locuteur éloigné.

Transition n° 3 – Z à W, niveau L_{Rin} constant, niveau L_{Sin} croissant

Cette transition reproduit le début de la double parole. Dès que possible, après la détection du signal L_{Sin} , le processeur non linéaire devrait être commuté vers l'état inactif pour réduire au minimum la distorsion de parole proche.

Transition n° 4 – W à Z, valeur constante L_{Rin} , valeur décroissante L_{Sin}

Dans ce cas, le signal L_{Sin} a été perçu, mais il décroît. Toute mesure qui est prise devrait avoir pour effet de continuer à faciliter le passage du signal L_{Sin} . Cela implique qu'il devrait y avoir un retard pour la commutation du processeur non linéaire à l'état actif antérieur.

5.2.4 Limites en fréquence des voies de commande

A l'étude.

NOTE – Selon le type de réalisation du processeur non linéaire, les aspects et les limites de la réponse en fréquence indiqués au 3.2.4.2/G.164 pour les trajets de suppression et de commande d'interruption des supprimeurs d'écho sont également applicables à des trajets d'écho similaires utilisés dans les processeurs non linéaires. Ces voies de commande peuvent inclure le contrôle d'activation et celui du niveau de seuil de suppression adaptatif.

5.2.5 Affaiblissement des signaux en dessous du niveau du seuil

L'affaiblissement des signaux ayant un niveau inférieur à celui du seuil de suppression d'un processeur non linéaire dans l'état actif devrait être tel que les prescriptions du 3.4.2.1 soient satisfaites.

5.2.6 Essai du processeur non linéaire

Le processeur non linéaire peut être considéré comme un cas particulier dans le domaine des supprimeurs d'écho qui se limite uniquement à la suppression des signaux de faible niveau. Les types d'essai nécessaires pour déterminer les caractéristiques de fonctionnement sont très proches de ceux indiqués dans la Recommandation G.164 applicables aux annuleurs d'écho. Cependant, selon le type particulier de réalisation du processeur non linéaire, les transitions entre les zones W et Z de la Figure 18 peuvent ne pas être définies avec autant de précision que pour les supprimeurs d'écho. Les signaux observés à l'accès de sortie émission de l'annuleur d'écho se produisent pendant des périodes de courte durée lors des transitions entre les zones de fonctionnement W et Z. Bien que la Recommandation G.164 puisse être utilisée comme modèle pour les essais du processeur non linéaire, il peut être nécessaire d'introduire des modifications uniques pour un circuit d'essai afin d'effectuer des mesures sur certaines réalisations de processeur non linéaire. Aucune recommandation ne peut être présentée pour un type de circuit d'essai universel adapté à toutes les réalisations du processeur non linéaire.

Remplacée par une version plus récente

ANNEXE A

Description d'un dispositif de neutralisation de référence par tonalité de l'annuleur d'écho

A.1 Généralités

La présente annexe décrit les caractéristiques d'un dispositif de neutralisation de référence par tonalité d'un annuleur d'écho. L'utilisation du terme référence dénote une réalisation de neutralisation donnée uniquement à des fins d'orientation. Elle n'exclut pas d'autres types de réalisation d'un dispositif de neutralisation par tonalité qui répondraient aux signaux définis dans les Recommandations V.25 et V.8, de même qu'à tous les critères de fiabilité de fonctionnement et de protection contre les fausses détections par des signaux de parole.

A.2 Caractéristiques du dispositif de neutralisation

Le dispositif de neutralisation de référence de l'annuleur d'écho décrit dans la présente annexe détecte une tonalité à 2100 Hz avec des inversions de phase périodiques se produisant tous les 450 ± 25 ms. Les caractéristiques du signal transmis sont définies dans les Recommandations V.25 et V.8.

A.2.1 Détection de tonalité

Les caractéristiques de fréquence du détecteur de tonalité utilisées sont les mêmes que celles du 4.2, sauf que la limite supérieure de la portée dynamique est de -6 dBm0.

A.2.2 Détection d'inversion de phase

Le dispositif de neutralisation de référence par tonalité réagit à un signal contenant des inversions de phase de $180^\circ \pm 10^\circ$ à sa source (comme cela est spécifié dans la Recommandation V.25) quand ce signal a été modifié par une dégradation autorisée provoquée par le réseau, telle que le bruit, la gigue de phase etc. Ce dispositif de neutralisation par tonalité n'est pas sensible à une gigue de phase de $\pm 15^\circ$ de crête à crête dans un domaine de fréquences comprises entre 0 et 120 Hz. Cela tient compte de la gigue de phase autorisée dans les Recommandations H.12 et G.229. Pour réduire au minimum la probabilité de neutralisation erronée de l'annuleur d'écho par des courants vocaux et des changements de phase induits par le réseau, ce dispositif de neutralisation par tonalité de référence ne réagit pas à des changements de phase simples de tonalité à 2100 Hz dans la gamme de $0^\circ \pm 110^\circ$ se produisant à l'intérieur d'une période d'une seconde. Ce nombre a été choisi car il représente le déplacement de phase approximatif provoqué par des glissements de phase unique dans un système MIC.

A.3 Caractéristiques de la bande de garde

L'énergie dans la bande vocale, à l'exclusion de la bande de neutralisation, doit être utilisée pour compenser la neutralisation de sorte que la parole ne provoquera pas le mauvais fonctionnement du dispositif de neutralisation par tonalité. La bande de garde devrait être suffisamment large et avoir une sensibilité telle que l'énergie de parole située à l'extérieur de la bande de neutralisation soit utilisée. La sensibilité et la forme de la bande de garde ne doivent pas être telles que le bruit maximal du circuit au repos ou du circuit occupé empêche la neutralisation. Dans la spécification, du bruit blanc est utilisé pour simuler la parole et le bruit de circuit. Ainsi, la spécification est la suivante:

étant donné que le bruit blanc (sur une bande d'environ 300 à 3400 Hz) est appliqué au dispositif de neutralisation simultanément avec un signal à 2100 Hz, le signal à 2100 Hz est appliqué à un niveau de 3 dB au-dessus de niveau du seuil à mi-bande du dispositif de neutralisation de fréquence. Le niveau d'énergie du bruit blanc nécessaire pour bloquer la neutralisation ne devrait pas être supérieur au niveau du signal à 2100 Hz et ne pas être inférieur à un niveau de 5 dB en dessous du niveau du signal à 2100 Hz. Etant donné que le signal à 2100 Hz est augmenté au-dessus de la gamme des

Remplacée par une version plus récente

niveaux jusqu'à 30 dB au-dessus du niveau de seuil à mi-bande du dispositif de neutralisation de fréquence, le niveau d'énergie de bruit blanc nécessaire pour bloquer la neutralisation devrait toujours être inférieur au niveau du signal à 2100 Hz.

NOTE – La possibilité d'interférence pendant la période de détection des inversions de phase a été prise en compte. Une source potentielle d'interférence est la présence de la tonalité d'appel comme cela a été spécifié dans la Recommandation V.25. S'il y a interférence entre la tonalité d'appel et la détection des inversions de phase, l'ensemble de la séquence de détection de neutralisation redémarre, mais une fois seulement. La Recommandation V.25 garantit une pause d'au moins une seconde entre les rafales de tonalité d'appel.

A.4 Caractéristiques de la bande de maintien

Le dispositif de neutralisation par tonalité, après la neutralisation, devrait être maintenu dans l'état neutralisé pour des tonalités contenues dans une gamme de fréquences. La largeur de bande du mode de maintien devrait englober toutes les fréquences de données possibles à ce jour ou dans le futur. La sensibilité de libération devrait être suffisante pour maintenir la neutralisation pour le plus faible niveau de signaux de données attendu, mais elle devrait être telle que le dispositif de neutralisation se libère pour le bruit maximal du circuit au repos ou du circuit occupé. Ainsi, la spécification est la suivante:

le dispositif de neutralisation par tonalité devrait être maintenu dans le mode neutralisé pour toute sinusoïde de fréquence simple dans la bande de 390 à 700 Hz avec un niveau de -27 dBm0 ou davantage et dans la bande de 700 à 3000 Hz avec un niveau de -31 dBm0 ou davantage. Le dispositif de neutralisation par tonalité devrait se libérer pour un signal dans la bande de 200 à 3400 Hz ayant un niveau of -36 dBm0 ou moins.

A.5 Temps de réaction

Le dispositif de neutralisation par tonalité de référence fonctionne dans un délai de réception d'une seconde, sans interférence, de la tonalité constante à 2100 Hz avec des inversions périodiques de phase, dont le niveau est compris dans la gamme de -6 à -31 dBm0. Le temps de réaction d'une seconde permet la détection de la tonalité à 2100 Hz et garantit que deux inversions de phase se produisent (à moins qu'un glissement ou qu'un bruit d'impulsion ne masque l'une des inversions de phase).

A.6 Fausses détections dues à des courants vocaux

Il est souhaitable que le dispositif de neutralisation par tonalité ne connaisse que peu de fausses détections dues à la parole. A cet effet, selon un objectif pouvant être atteint par un annuleur d'écho installé sur un circuit en fonctionnement, des courants vocaux normaux ne devraient pas provoquer en moyenne plus de 10 fausses détections sur une durée de 100 heures de parole. Hormis le fait que la protection contre les coupures de parole peut être assurée par la largeur de bande du canal de neutralisation, par le fonctionnement de la bande de garde et par le temps de fonctionnement, elle peut également l'être par le recalage du compte à rebours. C'est-à-dire que si la parole qui simule le signal de neutralisation est interrompue par des périodes entre les syllabes, avant que la neutralisation ne se produise, le mécanisme du rythme de fonctionnement devrait permettre la réinitialisation. Cependant, une absence momentanée ou un changement de niveau dans un signal véritablement neutralisant ne devrait pas permettre la réinitialisation du rythme.

A.7 Fausses détections dues à des signaux de données

Cette prescription doit remplir les conditions du 4.7. A cet effet, le circuit de neutralisation par tonalité devient inefficace si une tonalité avec une libération d'une seconde (c'est-à-dire avec l'absence d'inversions de phase ou autres interférences) à 2100 Hz est détectée. Le circuit du

Remplacée par une version plus récente

détecteur ne fonctionne pas pendant la transmission des données et le fonctionnement ne reprend qu'à la fin de la période de 250 ± 150 ms, consécutive à un affaiblissement de 3 dB du signal dans la bande de maintien en dessous de la sensibilité maximale de maintien. Ainsi, la possibilité de neutralisation intempestive de l'annuleur d'écho pendant la transmission de télécopie ou de données en bande vocale à faible vitesse (< 9.6 kbit/s) ou par télécopie est réduite au minimum.

A.8 Temps de libération

Le dispositif de neutralisation ne devrait pas se libérer pour des coupures de transmission de signaux inférieures à la valeur de 100 ms recommandée par l'UIT-T. Afin de provoquer des dégradations minimales lors d'une neutralisation accidentelle de la parole, il devrait se libérer dans les 250 ± 150 ms consécutives à un affaiblissement d'au moins 3 dB du signal dans la bande de maintien en dessous de la sensibilité de maintien maximale.

ANNEXE B

Description d'un processeur non linéaire de référence

B.1 Généralités

La présente annexe, qui n'est présentée qu'à des fins d'illustration et non en vue d'une conception détaillée (voir 5.1), décrit un processeur non linéaire de référence (NLP) faisant appel à des notions aussi simples que possible tout en intégrant un nombre suffisant d'options servant d'orientations pour toute une série d'éventuelles réalisations. A cet effet, il existe deux variables pour le processeur non linéaire de référence. Toutes deux font référence à un écrêtage des centres correspondant à une des fonctions de transfert théoriques illustrées à la Figure B.1. Le niveau du seuil de suppression (déterminé dans ce cas par le niveau d'écrêtage) est adaptatif pour la première variable, l'adaptation étant effectuée par référence à L_{Rin} . Le contrôle d'activation est effectué par référence à la différence entre L_{Rin} et L_{Sin} . Dans la seconde variable, le seuil de suppression est fixé. On suppose que le processeur non linéaire de référence (NLP) est utilisé dans un annuleur d'écho, ce qui permet d'obtenir une annulation des composantes linéaires pour n'importe quel retour d'écho d'au moins N dB. La valeur de N fait l'objet d'un complément d'étude.

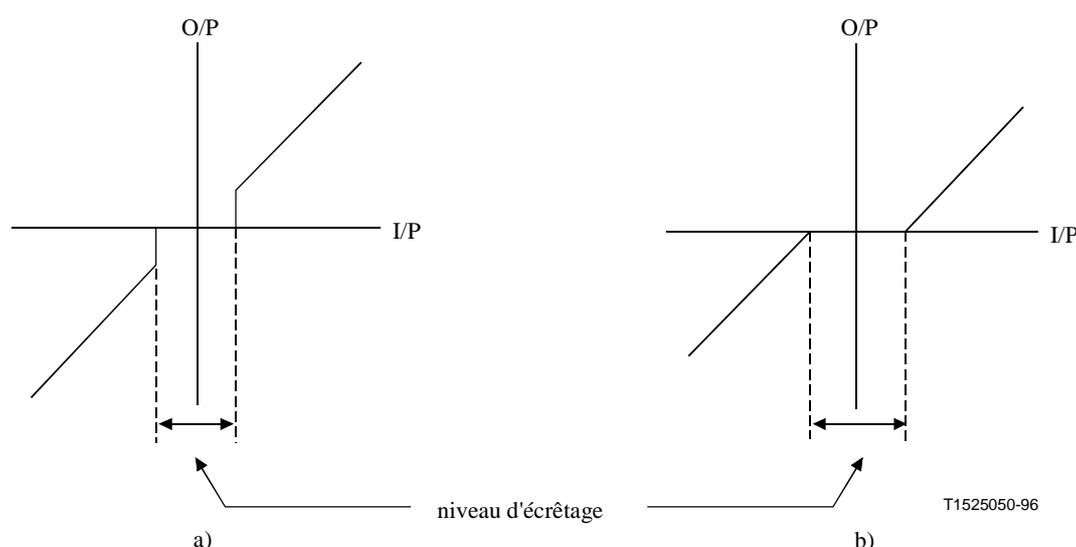


Figure B.1/G.168 – Deux exemples de la fonction de transfert d'écrêtage de centre théorique

Remplacée par une version plus récente

B.2 Seuil de suppression (T_{SUP})

Valeur T_{SUP} adaptative = $(L_{\text{Rin}} - x \pm 3)$ dBm0 pour $-30 \leq L_{\text{Rin}} \leq -10$ dBm0

Valeur T_{SUP} fixe = x' dBm0

NOTE – Les valeurs x et x' sont à l'étude. Les valeurs 18 pour x et -36 pour x' ont été suggérées mais il convient de confirmer que ces valeurs sont adaptées à une utilisation dans tous les réseaux.

B.3 Caractéristiques statiques du contrôle d'activation

$T_{\text{WZ}} = (L_{\text{Rin}} - y \pm 3)$ dBm0 pour $-30 \leq L_{\text{Rin}} \leq -10$ dBm0

NOTE 1 – La valeur T_{WZ} est conforme à la définition au 5.2.3.3.

NOTE 2 – La valeur de y peut être différente pour chaque variable, ce qui fait l'objet d'un complément d'étude. Les valeurs de x dB dans le cas d'une valeur T_{SUP} adaptative et $y \geq 6$ dB dans le cas d'une valeur T_{SUP} fixe semblent être plausibles.

B.4 Caractéristiques dynamiques du contrôle d'activation

Les caractéristiques dynamiques du contrôle d'activation sont indiquées dans les Tableaux B.1 et B.2. Voir également la Figure 18.

Remplacée par une version plus récente

Tableau B.1/G.168 – Temps de maintien du processeur non linéaire

Limite		Signal initial (dBm0)		Signal final (dBm0)		Valeur recommandée (ms)	Numéro d'essai (Rec. G.164)	Changement de zone (voir la Figure 18)	Circuit d'essai, Figure:	Trace de l'oscilloscope
		Emission L_{Sin}	Réception L_{Rin}	Emission L_{Sin}	Réception L_{Rin}					
Z/W	fixe	-25	-10	-25	-30	15-64	5	transition 2	14/G.164	Trace 1 et trace 2 de la Figure B.3 (β)
	adaptative	-55 -40 -30	-20 -15 -5	-55 -40 -30	-40 -40 -30	Δ				
W/Z	fixe	-15	-25	-40	-25	16-120	6	transition 4	17/G.164	Trace 1 et trace 2 de la Figure B.2 (β)
	adaptative	-40 -40 -25	-50 -30 -15	-55 -55 -40	-50 -30 -15	30-50				

Tableau B.2/G.168 – Temps de réaction du processeur non linéaire

Limite		Signal initial (dBm0)		Signal final (dBm0)		Valeur recommandée (ms)	Numéro d'essai (Rec. G.164)	Changement de zone (voir la Figure 18)	Circuit d'essai, Figure:	Trace de l'oscilloscope
		Emission L_{Sin}	Réception L_{Rin}	Emission L_{Sin}	Réception L_{Rin}					
W/Z	fixe	-25	-30	-25	-10	16-120	4	Transition 1	14/G.164	Trace 2 de la Figure B.3 (α)
	adaptative	-55 -40 -30	-40 -40 -30	-55 -40 -30	-20 -15 -5	15-75				
Z/W	fixe	-40	-25	-15	-25	≤ 1	6	Transition 3	17/G.164	Trace 2 de la Figure B.2 (α)
	adaptative	-55 -55 -40	-50 -30 -15	-40 -40 -25	-50 -30 -15	≤ 5				

Remplacée par une version plus récente

B.5 Limites de fréquence des voies de commande

Voir 5.2.4.

B.6 Essais

Les Tableaux B.1 et B.2 indiquent, par référence à la Recommandation G.164, comment les caractéristiques dynamiques du contrôle d'activation du processeur non linéaire peuvent être vérifiées en utilisant des signaux d'onde sinusoïdale. Les Figures B.2 et B.3 indiquent les enveloppes de signaux obtenues sur un oscilloscope pour ces essais.

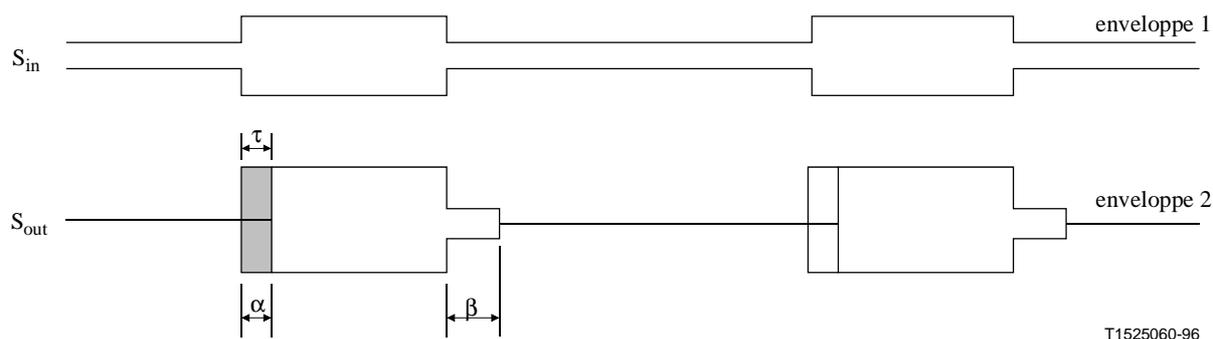


Figure B.2/G.168 – Enveloppes des signaux pour le temps de réaction et le temps de maintien du processeur non linéaire, valeur L_{Rin} constante

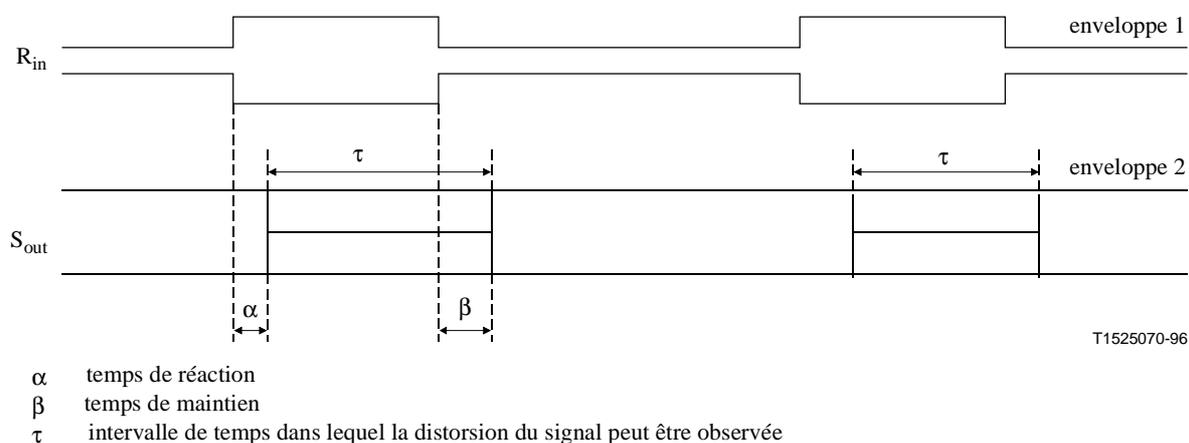


Figure B.3/G.168 – Enveloppes des signaux pour les temps de réaction et de maintien du processeur non linéaire, valeur L_{Sin} constante

Remplacée par une version plus récente

ANNEXE C

Signaux de la source composite pour les essais des annuleurs d'écho de parole – Signaux, description et analyse

C.1 Introduction

La présente annexe décrit le sous-ensemble des signaux de la source composite utilisés pour essayer les annuleurs d'écho de parole dans le réseau en situation de simple parole et de double parole. La définition exacte de ces signaux fait partie de la Recommandation P.501 sur les signaux d'essai devant être utilisés pour la téléphonométrie. Tout d'abord, on décrit de façon générale les signaux de la source composite. Les sous-paragraphes suivants donnent la définition exacte des deux signaux pour l'essai des annuleurs d'écho dans le cas de la parole simple et également dans celui de la double parole. Par ailleurs, on considère et on décrit des méthodes d'évaluation en vue de déterminer les paramètres spécifiques des annuleurs d'écho, en particulier pour les essais de la présente Recommandation.

C.2 Signal de la source composite – Généralités

C.2.1 Description générale des différentes séquences

Les signaux de la source composite comprennent en général plusieurs séquences composées de sons voisés et de sons non voisés, de même que des pauses de parole.

Signal voisé produit à partir du signal de "voix artificielle" selon la Recommandation P.50

La partie voisée du signal de la source composite est le signal d'excitation conçu pour activer d'éventuels détecteurs de parole dans des systèmes à commande vocale et pour reproduire des sons voisés de parole réelle en général. Etant donné que la durée, le début et la fin du signal voisé sont connus exactement, ce signal peut être également utilisé pour mesurer le temps de commutation du sens de transmission en cours d'essai. Le temps de commutation et le retard du système dans son ensemble peuvent être déterminés au moyen de la forme du signal dans le domaine temporel. La durée du signal est d'environ 50 ms.

Signal de pseudo-bruit

Le signal introduit après la parole artificielle voisée est désigné comme étant le signal de pseudo-bruit (PN, *pseudo noise*). Ce signal a certaines caractéristiques similaires à celles du bruit. L'amplitude de sa transformée de Fourier est initialement constante en fréquence tandis que la phase varie. Pour les essais, en général seule l'amplitude de la fonction de transfert présente un intérêt, étant donné que la phase n'est pas si importante mais elle peut être également déterminée.

Le signal est obtenu de façon suivante:

Tout d'abord, un spectre complexe est obtenu dans le domaine des fréquences selon l'équation suivante:

$$H(k) = W(k) \cdot e^{j i_k \cdot \pi} \quad \text{où} \quad \begin{cases} k = -M/2, \dots, M/2, \text{ sans } 0 \\ i_k \in \{+1, 0\}, i_k = -i_{-k} \text{ aléatoire} \end{cases} \quad (\text{C.2-1})$$

L'indice M est adapté à la taille choisie de la transformée de Fourier rapide (par exemple 2048, 4096 ou 8192 points). L'équation indique que la valeur du spectre complexe obtenu est constante pour toutes les fréquences dans la mesure où la fonction $W(k)$ est choisie comme étant égale à 1 pour toutes les fréquences, alors que la phase peut être égale à π ou à 0 pour chaque fréquence, ce qui correspond à une séquence aléatoire. Cependant, afin de réaliser une pondération différente dans le

Remplacée par une version plus récente

domaine des fréquences, la fonction $W(k)$ peut être facilement choisie afin d'obtenir différents spectres pendant la durée de la séquence de pseudo-bruit. Ensuite, une transformation de ce spectre vers le domaine temporel sera effectuée au moyen de la transformée de Fourier inverse permettant d'obtenir le signal suivant:

$$S(n) = \frac{1}{M} \sum_{k=-M/2, k \neq 0}^{M/2} H(k) \cdot e^{j2\pi \cdot n \cdot k / M} \quad n = -M/2, \dots, M/2 - 1 \quad (\text{C.2-2})$$

NOTE 1 – On obtient ainsi un signal qui est limité dans le temps (correspondant à la longueur choisie de la transformée de Fourier) et qui est correctement adapté à la taille de la transformée de Fourier rapide choisie. Si on veut obtenir une séquence temporelle plus longue, le signal peut être reproduit de façon cyclique. Cette méthode permet d'obtenir des séquences temporelles de longueur quelconque. Par un choix approprié de M , de la fréquence d'échantillonnage et du nombre de répétitions, ce signal de mesure dure au total 200 ms environ.

La séquence de pseudo-bruit du signal de la source composite pour la mesure des annuleurs d'écho de parole est calculée de façon telle que la fonction $W(k)$ soit une constante et que le signal correspondant $S(n)$ (calculé par transformée de Fourier inverse) soit filtré par une fonction de transfert indiquée ci-après au C.3.1.

NOTE 2 – Normalement, la longueur de la transformée de Fourier rapide devrait être courte pour des systèmes ayant des paramètres variant beaucoup dans le temps tels que les techniques de compression-extension, de façon à obtenir une bonne estimation à court terme de la fonction de transfert variant dans le temps. Pour les systèmes intégrant des techniques adaptatives telles que les annuleurs d'écho ou les annuleurs de bruit, une valeur plus élevée de M (proche d'une durée de 200 ms pour le signal) peut être appropriée pour ne pas avoir de fonction d'autocorrélation périodique du signal de mesure dans la fenêtre de traitement du dispositif soumis aux essais.

Pause de parole

La troisième composante du signal de la source composite est une pause de parole. En ce qui concerne le signal de la source composite comme signal de mesure reproduisant des caractéristiques importantes de la parole réelle, la pause de parole est destinée à donner au signal composite une modulation d'amplitude appropriée. Il reproduit en outre des pauses de parole réelle qui se produisent également dans les signaux de parole réelle. Cela signifie également une certaine période sans signal d'excitation, ce qui permet d'analyser le bruit ou les effets parasites produits par le système soumis aux essais. La période de la pause de parole est choisie entre 100 ms et 150 ms.

Afin d'obtenir une séquence sans décalage en moyenne, les séquences de signaux de la source composite devraient être inversées en amplitude lors des répétitions (déplacement de phase à 180°).

C.2.2 Calcul et analyse utilisant des signaux de la source composite

La séquence de son voisé, le signal de pseudo-bruit et la pause de parole peuvent être reproduits de façon cyclique lorsqu'on utilise des signaux de la source composite pour les mesures. Cela signifie qu'après une pause, la séquence redémarre en commençant par un son voisé. L'utilisation de cette procédure permet de produire des séquences de longueur quelconque.

Après la création d'une séquence, comme cela est décrit ci-dessus, ce signal peut être utilisé comme un signal de mesure normal, par exemple un signal de bruit blanc ou un bruit rose commuté. On obtient le niveau d'étalonnage (acoustique et électrique) en utilisant l'ensemble de la séquence, y compris les sons voisés, les séquences de pseudo-bruit et les pauses de parole. En principe, on peut utiliser un appareil de mesure normal pour les valeurs efficaces avec une largeur de bande de 20 kHz et s'il est mis à la position d'intégration "rapide". Une autre méthode consiste à effectuer une analyse de la transformée de Fourier rapide pour les évaluations de niveau. Les paramètres pour une évaluation utilisant la transformée de Fourier rapide sont les suivants:

Remplacée par une version plus récente

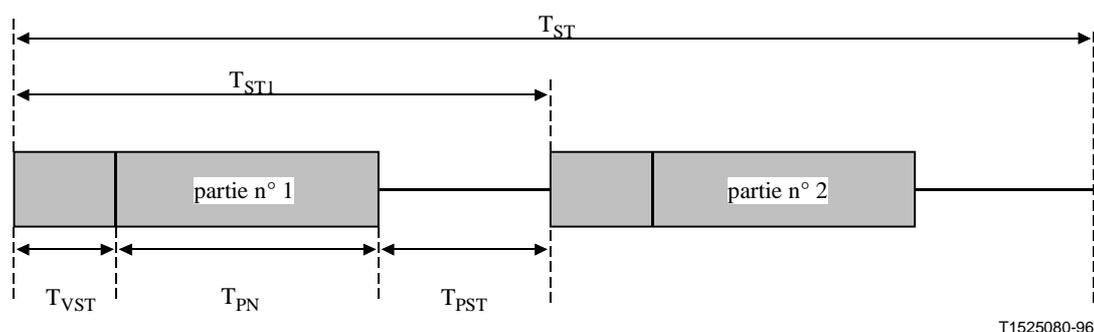
- la fréquence d'échantillonnage qui correspond à celle choisie pour la génération des signaux (fréquence préférentielle à 44,1 kHz ou 48 kHz);
- la longueur de la transformée de Fourier rapide selon la longueur choisie pour la génération des signaux;
- la fenêtre rectangulaire;
- l'absence de chevauchement;
- moyennage effectué sur **l'ensemble de la séquence (reproduite de façon cyclique)**, incluant les sons voisés, les séquences de pseudo-bruit et les pauses de parole;
- évaluation du niveau effectuée à partir de la densité spectrale de puissance obtenue par le calcul de la transformée de Fourier rapide (intégration des niveaux sur toutes les composantes de fréquence).

C.3 Signal de la source composite à bande limitée avec densité spectrale de puissance similaire à celle de la parole – Réalisation pratique pour les mesures des anneaux d'écho

Les deux signaux de la source composite, décrits ci-dessous dans la présente annexe, ont une densité spectrale de puissance similaire à celle de la parole. Cela signifie que les séquences de bruit des deux signaux (le signal de mesure et le signal de simulation de la double parole) sont mises en forme avec une pente de décroissance de 5 dB par octave vers les fréquences plus élevées. Les caractéristiques de convergence des anneaux d'écho de parole dépendent fortement de la densité spectrale de puissance du signal d'entrée. De ce fait, ces signaux de la source composite ont été adaptés de cette façon pour reproduire la densité spectrale de puissance de la parole réelle.

C.3.1 Signal de la source composite pour la simple parole

La Figure C.1 indique le principe de constitution du signal de la source composite pour la simple parole.

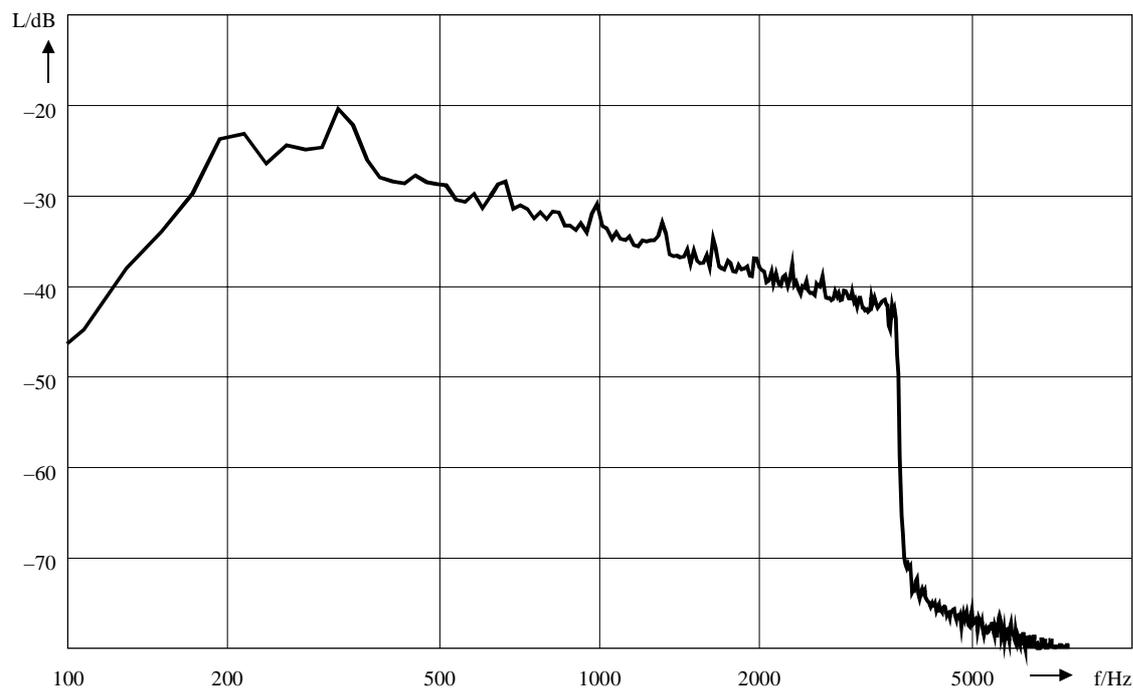


durée:	T_{VST} (son voisé):	48,62 ms
	T_{PN} (pseudo-bruit):	200,00 ms
	T_{PST} (pause):	101,38 ms
	T_{ST1} (élément d'une période):	350,00 ms
	T_{ST} (période totale):	700,00 ms

Figure C.1/G.168 – Signal de la source composite pour la mesure des anneaux d'écho (représentation schématique)

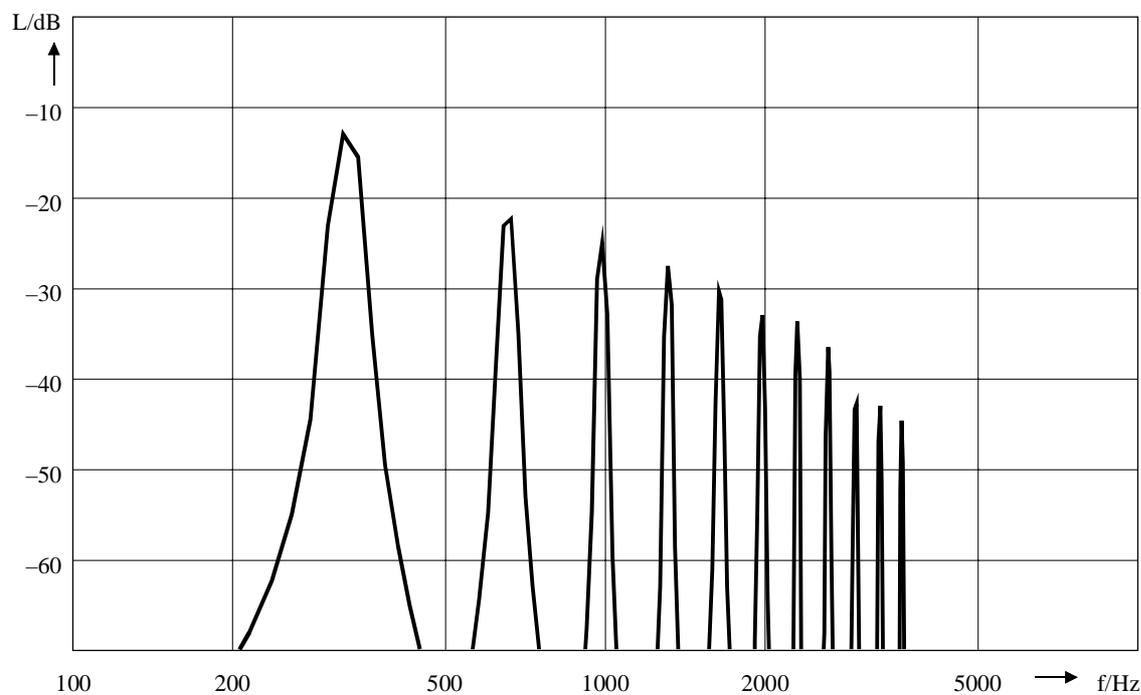
Remplacée par une version plus récente

La Figure C.2 indique la densité spectrale pour les signaux de la source composite à bande limitée et la Figure C.3 la densité spectrale de puissance pour les signaux voisés à bande limitée.



T1525100-96

Figure C.2/G.168 – Densité spectrale de puissance pour les signaux de la source composite à bande limitée (signal de simple parole, fenêtre d'analyse: Hanning)



T1525110-96

Figure C.3/G.168 – Densité spectrale de puissance pour les signaux voisés à bande limitée (signal de simple parole, fenêtre d'analyse: Hanning)

Remplacée par une version plus récente

Signal voisé à bande limitée

Le Tableau C.1 indique les valeurs du mot de 16 bits pour un signal voisé à bande limitée pour des fréquences comprises entre 200 Hz et 3,6 kHz. A la fréquence d'échantillonnage de 44,1 kHz, les valeurs des 134 mots de 16 bits représentent au total une durée de 3,04 ms. Ces valeurs se lisent en colonnes:

Tableau C.1/G.168 – Valeurs des mots à 16 bits du signal voisé à bande limitée

-155	948	3224	4000	3129	1440	241	-888	-1853	-6137	-3474
276	1362	3370	4043	3043	1310	190	-957	-2121	-6560	-2508
517	1741	3500	4034	2914	1146	103	-1034	-2414	-6948	-1595
578	2043	3569	3974	2750	965	-9	-1103	-2707	-7301	-802
491	2276	3603	3862	2560	776	-138	-1146	-3017	-7568	
302	2422	3603	3724	2353	603	-267	-1181	-3319	-7732	
86	2500	3595	3577	2155	448	-388	-1190	-3612	-7758	
-103	2552	3586	3439	1991	345	-491	-1198	-3913	-7620	
-207	2595	3595	3336	1853	276	-569	-1215	-4224	-7310	
-198	2655	3638	3267	1750	250	-638	-1259	-4560	-6810	
-60	2758	3724	3224	1672	250	-698	-1327	-4922	-6155	
190	2896	3819	3198	1603	267	-759	-1457	-5301	-5344	
543	3060	3922	3172	1534	267	-813	-1629	-5715	-4439	

Les valeurs correspondant au signal voisé dans la gamme des fréquences comprises entre 200 Hz et 3,6 kHz sont de nouveau calculées de telle façon que la valeur quadratique moyenne du signal voisé soit égale à celle de la séquence de pseudo-bruit. La séquence est répétée 16 fois pour obtenir une durée égale à 48,62 ms.

Signal de pseudo-bruit engendré en utilisant la transformée de Fourier rapide à 2048 points

Les paramètres de la séquence de pseudo-bruit sont les suivants:

fréquence d'échantillonnage égale à 44,1 kHz, longueur des mots égale à 16 bits, longueur de la transformée de Fourier égale à 2048 points.

$$H(k) = \begin{cases} W(k) \cdot e^{j-i_k \cdot \pi}; k = -928, \dots, +928 \text{ sauf } 0, i_k \{+1, 0\}, \text{ aléatoire, } i_k = -i_{-k} \\ 0 \text{ sinon} \end{cases} \quad (\text{C.3.1})$$

Selon la formule décrite ci-dessus (C.2-2), le signal temporel est calculé par transformée de Fourier inverse. Cette séquence se répète 4,307 fois afin d'obtenir une durée de 200 ms pour la séquence de pseudo-bruit. Le facteur de crête de la séquence de pseudo-bruit sera égal à 11 dB \pm 1 dB.

En raison de la résolution de 21,5 Hz en fréquence (44,1 kHz/2048 points), il y a 928 valeurs pour la transformée de Fourier rapide dans le domaine des fréquences comprises entre 0 et 20 kHz. Chaque valeur de la fonction $W(k)$ (avant filtrage) est égale à 152 680. Les valeurs ont été calculées de façon telle que les niveaux soient les mêmes à l'intérieur d'une largeur de bande de 20 kHz pour le signal voisé et pour la séquence de pseudo-bruit.

Remplacée par une version plus récente

Signal de pseudo-bruit généré en utilisant la transformée de Fourier rapide à 8192 points

Selon la formule décrite ci-dessus (C.2-2), le signal temporel est calculé par transformée de Fourier inverse. Cette séquence se répète 1077 fois pour obtenir une durée de 200 ms pour la séquence pseudo-aléatoire. Le facteur de crête d'une séquence pseudo-aléatoire est égal à $11 \text{ dB} \pm 1 \text{ dB}$.

En raison de la résolution de 5,4 Hz en fréquence (44,1 kHz pour 8192 points), il y a 3715 valeurs pour la transformée de Fourier rapide dans la gamme des fréquences comprises entre 0 et 20 kHz. Chaque valeur de la fonction $W(k)$ avant filtrage est égale à 305 360. Elle est calculée de façon telle que les niveaux soient les mêmes à l'intérieur d'une largeur de bande de 20 kHz pour le signal voisé et pour la séquence de pseudo-bruit.

Pour obtenir la même valeur de moyenne quadratique pour la séquence de pseudo-bruit à bande limitée, la fonction de filtrage indiquée à la Figure C.4 devrait être appliquée. Le filtre est choisi de façon telle que les niveaux de la séquence de pseudo-bruit filtrée soient équivalents à ceux de la séquence non filtrée. Le Tableau C.2 indique les points caractéristiques de la réponse en fréquences du filtre.

NOTE – Par un sous-échantillonnage ou un suréchantillonnage approprié, il est possible d'obtenir d'autres fréquences d'échantillonnage pour la séquence décrite. Le filtre d'interpolation utilisé pour le sous-échantillonnage et le suréchantillonnage devrait se rapprocher du filtre rectangulaire parfait. L'affaiblissement du filtre coupe-bande devrait être $> 60 \text{ dB}$, l'ondulation dans la bande devant être $< \pm 0,2 \text{ dB}$.

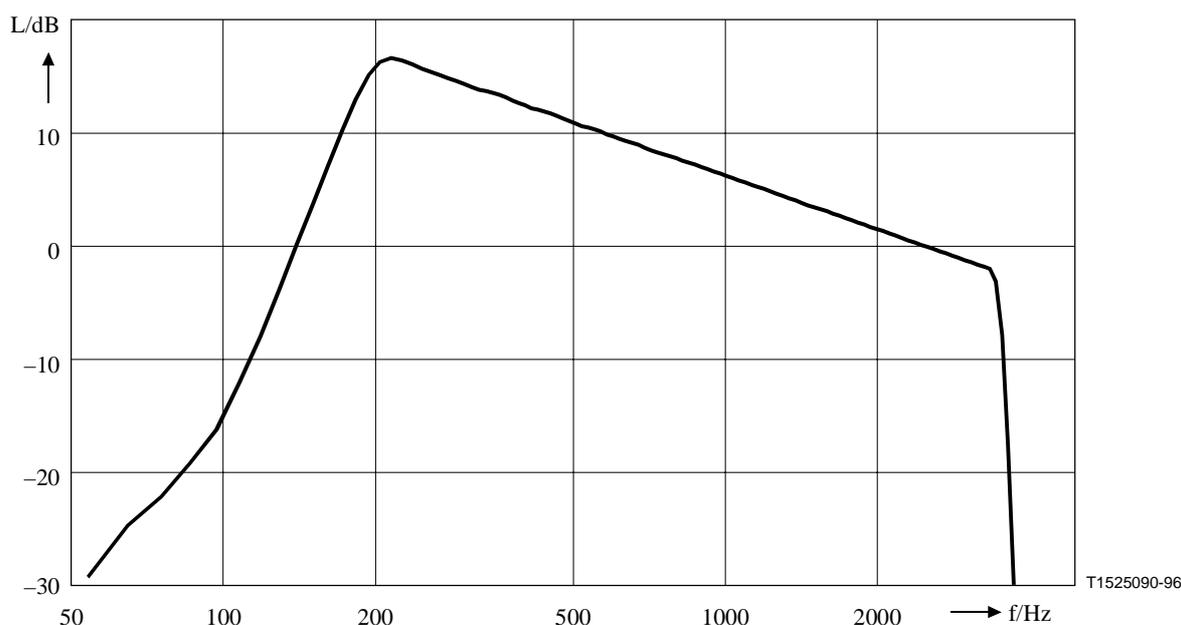


Figure C.4/G.168 – Fonction de transfert du filtre pour la limitation de bande de la séquence de pseudo-bruit

Tableau C.2/G.168 – Tableau des points caractéristiques de la réponse en fréquences du filtre

50 Hz	100 Hz	200 Hz	215 Hz	500 Hz	1 kHz	2,85 kHz	3,6 kHz	3,66 kHz	3,68 kHz
-25,8 dB	-12,8 dB	17,4 dB	17,8 dB	12,2 dB	7,2 dB	0 dB	-2 dB	-20 dB	-30 dB

Remplacée par une version plus récente

Pour les systèmes adaptatifs tels que les annuleurs d'écho, une séquence de pseudo-bruit plus longue peut être choisie pour ne pas avoir de corrélation dans les signaux de mesure à l'intérieur de la fenêtre d'adaptation. Pour de tels systèmes, la longueur de la transformée de Fourier rapide devrait être étendue à 8192 points lors de l'utilisation de la fréquence d'échantillonnage à 44,1 kHz comme cela est décrit ci-dessus.

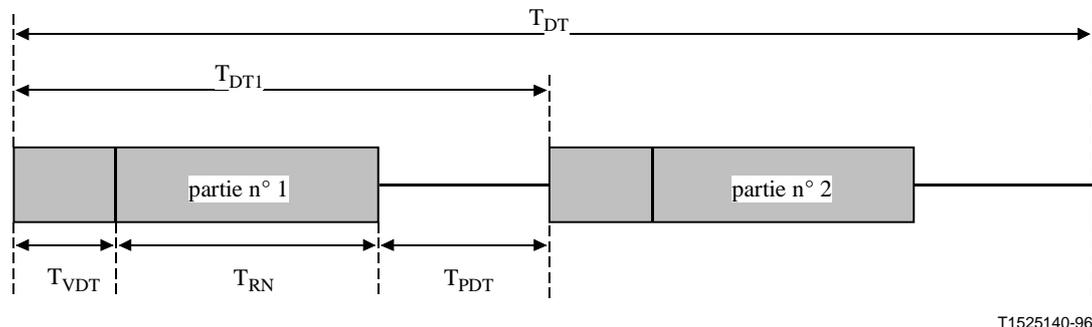
Pause de parole

Une durée de 101,38 ms est choisie pour la pause de parole afin d'obtenir une durée totale de 350 ms pour le son voisé, la séquence de pseudo-bruit et la pause de parole.

Pour obtenir à présent une séquence sans décalage en moyenne, cette séquence de signaux composites de 350 ms est répétée et inversée en amplitude (déplacement de phase de 180°). La longueur complète représente une durée de 700 ms.

C.3.2 Signal de la source composite de bande limitée pour la simulation de double parole

La séquence de double parole est générée de la même façon que le signal de simple parole. La Figure C.5 montre le principe de constitution d'un signal de double parole. Cependant, les durées du signal voisé et de la pause sont légèrement différentes pour obtenir un état caractéristique de la double parole avec les deux signaux appliqués en même temps, puis avec un signal présent uniquement sur une voie, des signaux voisés présents des deux côtés, de même qu'un signal voisé et un signal non voisé présents en même temps sur les différentes voies. La corrélation entre le signal de simple parole et le signal de double parole est faible. Ceci est obtenu en choisissant un signal voisé différent avec une fréquence fondamentale différente et un signal de bruit aléatoire au lieu de la séquence de pseudo-bruit. La durée du signal voisé est de 72,69 ms, celle du signal de bruit aléatoire est de 200 ms et celle de la pause de parole est de 127,31 ms.

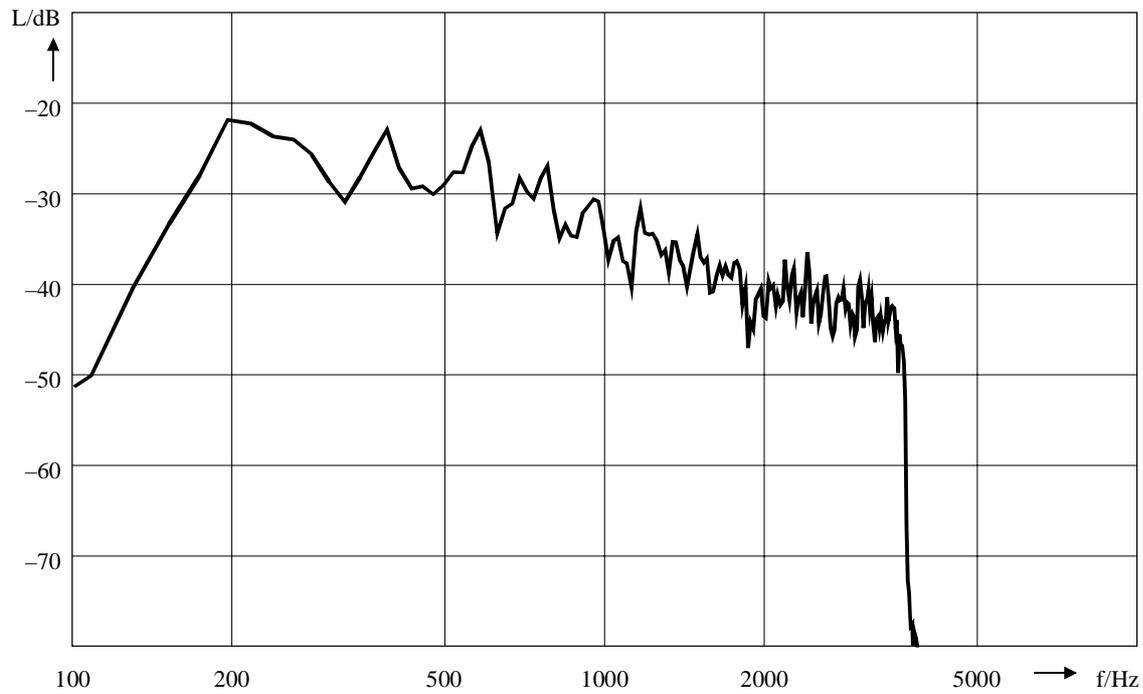


durée:	T_{VDT} (son voisé):	72,69 ms
	T_{RN} (aléatoire):	200,00 ms
	T_{PDT} (pause de parole):	127,31 ms
	T_{DT1} (élément d'une période):	400,00 ms
	T_{DT} (période totale):	800,00 ms

Figure C.5/G.168 – Signaux de la source composite pour simuler la double parole (représentation schématique)

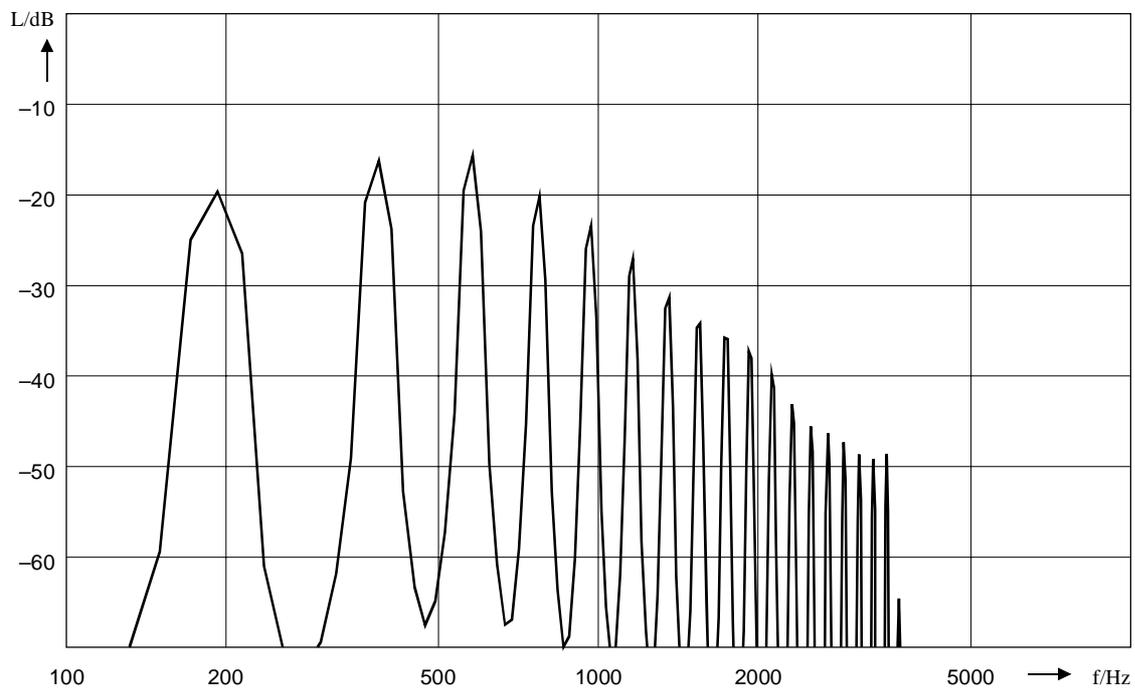
La Figure C.6 indique la densité spectrale de puissance de la source composite pour la double parole à bande limitée et la Figure C.7 la densité spectrale de puissance pour les signaux voisés de double parole à bande limitée.

Remplacée par une version plus récente



T1525120-96

Figure C.6/G.168 – Densité spectrale de puissance de la source composite pour la double parole à bande limitée (fenêtre d'analyse: Hanning)



T1525130-96

Figure C.7/G.168 – Densité spectrale de puissance pour les signaux voisés de double parole à bande limitée (fenêtre d'analyse: Hanning)

Remplacée par une version plus récente

NOTE – Par un sous-échantillonnage ou un suréchantillonnage approprié, d'autres fréquences d'échantillonnage peuvent être obtenues pour la séquence décrite. Le filtre d'interpolation utilisé pour un sous-échantillonnage ou un suréchantillonnage devrait être proche d'un filtre rectangulaire parfait. L'affaiblissement dans la bande coupée devrait être > 60 dB, l'ondulation dans la bande étant inférieure à $\pm 0,2$ dB.

Signal voisé

Le signal voisé pour la double parole a été choisi pour avoir une fréquence de base différente de celle du signal voisé pour la simple parole. Les valeurs du signal voisé pour la double parole se trouvent dans le Tableau C.3. Le niveau correspondant à ce son est de nouveau le même que celui correspondant au son pour la simple parole. Lors de l'utilisation d'une fréquence d'échantillonnage à 44,1 kHz, les 229 valeurs des mots à 16 bits représentent une durée de 5,19 ms. Le tableau doit se lire en colonnes:

Tableau C.3/G.168 – Valeurs des mots à 16 bits pour le signal voisé de double parole à bande limitée

-198	1146	-8292	4827	5853	1422	-1293	-810	-690	-1052	-621
-112	871	-8715	5094	5715	1224	-1302	793	-724	-1043	-560
-9	560	-9077	5344	5560	1026	-1293	-767	-767	-1043	-509
103	233	-9370	5594	5387	819	-1267	-741	-793	-1052	-457
233	-121	-9542	5827	5215	603	-1250	-698	-819	-1060	-397
388	-491	-9542	6043	5043	388	-1233	-672	-845	-1060	-345
543	-871	-9361	6215	4879	181	-1224	-638	-853	-1060	-276
724	-1250	-8956	6344	4732	9	-1224	-603	-871	-1052	-207
896	-1638	-8327	6413	4586	-181	-1224	-595	-879	-1034	-112
1060	-2043	-7465	6422	4439	-328	-1224	-586	-888	-1017	
1233	-2465	-6396	6379	4276	-448	-1215	-595	-896	-991	
1388	-2896	-5163	6310	4086	-543	-1198	-603	-922	-957	
1517	-3345	-3827	6215	3870	-629	-1172	-621	-948	-931	
1638	-3819	-2448	6120	3629	-707	-1129	-629	-974	-905	
1747	-4310	-1103	6051	3370	-784	-1077	-938	-1009	-888	
1810	-4810	155	6000	3086	-871	-1026	-638	-1026	-862	
1845	-5319	1293	5991	2801	-948	-974	-638	-1052	-845	
1845	-5836	2241	5991	2534	-1026	-922	-638	-1069	-819	
1802	-6353	3034	6000	2267	-1112	-888	-638	-1077	-793	
1707	-6853	3655	6008	2034	-1181	-871	-638	-1069	-767	
1569	-7353	4138	5991	1819	-1241	-845	-647	-1060	-724	
1379	-7836	4517	5939	1612	-1276	-828	-664	-1060	-672	

Pour obtenir la durée requise de 72,69 ms, les valeurs doivent être appliquées en se répétant 14 fois.

Bruit aléatoire

Le bruit aléatoire est un bruit blanc gaussien à bande limitée de 20 kHz. Le facteur de crête du signal est de 12 ± 1 dB. La valeur quadratique moyenne du bruit aléatoire à bande limitée doit être identique à celle du signal voisé.

Remplacée par une version plus récente

Pour limiter la bande de bruit aléatoire entre 200 Hz et 3,6 kHz, on utilise la fonction de filtrage indiquée à la Figure C.1. Cela permet d'obtenir la même valeur quadratique moyenne pour le bruit aléatoire à bande limitée.

Pause de parole

On prend une durée de 127,31 ms pour la pause de parole afin d'obtenir une durée totale de 400 ms pour le son voisé, la séquence de bruit aléatoire et la pause de parole.

De nouveau, pour obtenir un signal dont la moyenne n'a pas de décalage, cette séquence de 400 ms est répétée et inversée en amplitude (décalage de phase de 180°). Ainsi, il en résulte une durée du signal de double parole de 800 ms.

Application

Les signaux de la source composite à bande limitée pour successivement la simple parole et la double parole s'appliquent à tous les essais pour lesquels des systèmes à bande limitée variant dans le temps et fonctionnant en régime non linéaire doivent être soumis à des essais qui nécessitent la densité spectrale usuelle de puissance moyenne de la parole. Ces signaux s'appliquent en général aux essais des annuleurs d'écho de parole dans les réseaux. Pour tous les essais devant être effectués dans un seul sens de transmission, il convient d'utiliser les signaux de la source composite à bande limitée pour les essais de simple parole. Pour les essais devant être effectués en situation de double parole, il convient d'utiliser le signal de double parole dans le sens de la double parole (S_{gen}), alors que le signal de simple parole est injecté du côté distant (R_{in}).

C.4 Méthodes d'évaluation des caractéristiques de convergence des annuleurs d'écho de parole en utilisant le signal de la source composite

Le signal de la source composite pour les essais des annuleurs d'écho de parole et le second signal de la source composite qui simule la double parole sont décrits ci-dessus. On dispose de plusieurs techniques d'évaluation pour le cas où le niveau du signal d'écho devrait être mesuré. Les calculs peuvent être effectués dans le domaine temporel ou dans le domaine des fréquences.

C.4.1 Evaluation dans le domaine des fréquences

Le niveau d'un signal peut être évalué par des calculs dans le domaine des fréquences, après application de la transformée de Fourier à la séquence temporelle. Cela permet d'évaluer les niveaux dans une certaine gamme de fréquences, c'est-à-dire la largeur de bande téléphonique de 300 Hz à 3,4 kHz. Un autre avantage de la transformée de Fourier provient de la possibilité d'analyser d'autres caractéristiques du signal d'écho dans la bande de fréquences, par exemple l'affaiblissement d'écho par rapport à la fréquence. Pour le signal de la source composite, une fenêtre rectangulaire devrait être utilisée avant le calcul de transformée de Fourier. La séquence de pseudo-bruit est engendrée par une transformée de Fourier rapide sur 8192 points. La fréquence d'échantillonnage devrait être égale à 44,1 kHz, comme cela est décrit en C.3.1 et C.3.2, pour engendrer les signaux de la source composite. La longueur de la séquence utilisée pour la transformation devrait être la longueur totale qui correspond à 700 ms, en incluant le son voisé, la séquence de pseudo-bruit et la pause de parole. Différentes mesures ont montré que des effets parasites supplémentaires pouvaient apparaître pendant les pauses de parole (par exemple signal d'écho résiduel commuté ou bruit de fond modulé), en raison du retard de signal ou du bruit produit par le circuit soumis aux essais. Il convient donc d'analyser le signal d'écho sur une longueur de séquence correspondant à 700 ms, c'est-à-dire la période totale du signal de la source composite. Un inconvénient des évaluations de niveau effectuées à partir du domaine des fréquences provient du fait que celles-ci donnent une résolution temporelle réduite à une longueur de transformée de Fourier. Les niveaux évalués dans le

Remplacée par une version plus récente

domaine des fréquences ne devraient être utilisés qu'à l'issue de la convergence ou après le blocage d'adaptation pour la mesure des niveaux de signal et des niveaux d'écho résiduel.

C.4.2 Evaluation dans le domaine temporel

L'évaluation du niveau de signal d'écho dans le domaine temporel est nécessaire pour l'analyse de l'affaiblissement d'écho par rapport au temps étant donné sa résolution élevée dans le domaine temporel. Une méthode adaptée est indiquée dans la publication 651 de la CEI "Sonomètres". Elle décrit les mesures effectuées par les sonomètres et préconise trois constantes de temps, "lent" (1000 ms), "rapide" (125 ms) et "impulsion" (35 ms). Si les résultats des mesures effectuées par différents laboratoires doivent être comparés, il est nécessaire de convenir d'une seule et unique procédure de mesure. Une constante de temps courte présente des avantages en raison de la résolution la plus élevée possible dans le domaine temporel, alors que des constantes de temps plus longues ont pour avantage de fournir des résultats faisant ressortir par ce type d'évaluation le niveau moyen de la séquence temporelle qui est analysée. Si, par exemple, plusieurs évaluations de niveaux par rapport au temps étaient représentées sur la même figure, des constantes de temps très courtes pourraient aboutir à des représentations peu lisibles. Ceci est dû au fait que les évaluations sont plus sensibles à des variations même infimes du signal, lorsqu'une constante de temps très courte, par exemple 35 ms ("impulsion"), est utilisée. Ainsi, l'utilisation de la constante de temps "rapide" (125 ms) selon la publication 651 de la CEI est mieux adaptée aux évaluations de niveau par rapport au temps.

Ceci est une méthode adaptée pour analyser la vitesse de convergence des annuleurs d'écho de parole au début de l'adaptation. Le niveau de signal d'écho est évalué en utilisant la constante de temps "rapide" selon la publication 651 de la CEI. Les variations de niveau dues aux fluctuations du signal d'entrée peuvent être éliminées si l'on utilise, pour le signal d'écho, un niveau relatif au signal d'entrée. Cela représente le renforcement de l'affaiblissement d'adaptation pour l'écho (ERLE, *echo return loss enhancement*) en fonction du temps. L'inconvénient est que toute autre analyse est exclue dans le domaine des fréquences.

Lorsqu'on utilise des appareils de mesure conformes à la publication 651 de la CEI, les constantes de temps de détection de crête ou d'extinction indiquées dans ladite publication ne doivent pas être intégrées aux mesures décrites dans la présente Recommandation.

C.4.3 Calculs de niveau selon le niveau de parole active de P.56

Les évaluations de niveau peuvent être réalisées selon la Recommandation P.56. Cette évaluation est effectuée à partir du domaine temporel également. Elle permet d'obtenir une valeur et un pourcentage d'activité de parole. Il peut être judicieux d'évaluer le niveau d'écho résiduel, mais un nombre supérieur de paramètres doit être défini pour garantir la même utilisation de cet algorithme. Des difficultés peuvent surgir lors de l'analyse des signaux d'écho à très faible niveau. Ce niveau peut tomber en dessous du niveau de reconnaissance de la parole active. Bien que les calculs soient effectués dans le domaine temporel, ils présentent un autre inconvénient, celui de ne fournir qu'une seule valeur. Il n'est pas possible d'obtenir la variation du niveau par rapport au temps, ce qui est important pour les mesures de convergence. De ce fait, il est plus approprié d'analyser le niveau de signal d'écho résiduel en utilisant la transformée de Fourier, telle qu'elle est décrite en C.4.1, ou en procédant à des évaluations de niveau dans le domaine temporel pour les signaux d'écho variants dans le temps (par exemple la convergence des annuleurs d'écho) par référence à la publication 651 de la CEI, comme cela est décrit en C.4.2.

Remplacée par une version plus récente

APPENDICE I

Guide d'application des annuleurs d'écho

I.1 Domaine d'application

Les annuleurs d'écho sont des processeurs de signaux adaptatifs utilisés pour réduire l'écho; on prévoit qu'ils remplaceront les supprimeurs d'écho dans les réseaux modernes de télécommunication. Les annuleurs d'écho, installés isolément ou montés en cascade, sont de plus en plus souvent utilisés sur presque toutes les liaisons à grande distance. Le présent appendice répond aux objectifs suivants:

- expliquer les principes généraux de fonctionnement des annuleurs d'écho;
- définir un ensemble limité de règles d'application et de contraintes dans lequel fonctionnent les annuleurs d'écho;
- préciser la répartition des rôles entre les ingénieurs chargés de l'architecture du réseau téléphonique public commuté (RTPC), les constructeurs de modems, les ingénieurs chargés de l'architecture des réseaux privés et les utilisateurs finaux en ce qui concerne la réduction d'écho (dont l'origine se trouve à l'intérieur ou à l'extérieur du RTPC), de même que les aspects liés à la conception des terminaux;
- déterminer quels peuvent être les effets des annuleurs d'écho sur la qualité de la parole perçue, la qualité des données en bande vocale, de même que les caractéristiques des différents systèmes de traitement du signal telles qu'elles sont perçues (par exemple dans les systèmes de multiplication de circuits numériques et de circuits par paquets);
- étudier les évolutions dans les réseaux à la fois publics et privés pouvant nécessiter que les annuleurs d'écho soient étudiés sous d'autres aspects, afin de mieux cerner comment de telles évolutions peuvent affecter le fonctionnement des annuleurs d'écho actuels;
- expliquer comment l'introduction de nouveaux services, dont la mise en oeuvre a été acceptée, pourrait conduire à de nouvelles évolutions dans la conception des annuleurs d'écho.

I.2 Réduction d'écho sur le réseau RTPC

I.2.1 Plan de transmission sur le réseau RTPC

Dans le réseau téléphonique, la ligne d'accès est en général constituée par une installation à deux fils entre les locaux du client et l'autocommutateur alors que les installations de transmission entre les autocommutateurs ont en général quatre fils sur les liaisons à grande distance. Dans le convertisseur deux fils-quatre fils qui se trouve normalement sur une carte joncteur d'abonné, une adaptation d'impédance parfaite ne peut pas être obtenue, ce qui a pour effet de renvoyer un signal appelé "écho". Un des soucis majeurs des ingénieurs chargés de l'architecture du réseau RTPC est par conséquent d'assurer une réduction d'écho qui permette d'obtenir une qualité satisfaisante de transmission.

En ce qui concerne les liaisons à faible temps de propagation, on réduit l'écho en introduisant des affaiblissements appropriés sur les trajets de transmission comme cela est défini dans la Recommandation G.131. Des liaisons à temps de propagation plus élevé nécessitent des dispositifs de réduction d'écho. Il incombe aux ingénieurs responsables de l'architecture du réseau RTPC de concevoir ce réseau de façon que les systèmes de réduction d'écho installés permettent de réduire l'écho de façon appropriée à partir du convertisseur deux fils-quatre fils sur le réseau RTPC et de s'assurer que le client obtient une qualité de transmission satisfaisante.

Dans le passé, on utilisait les supprimeurs d'écho pour réduire l'écho sur les réseaux à grande distance. Aujourd'hui, cependant, l'utilisation de l'annuleur d'écho est largement répandue. Alors que

Remplacée par une version plus récente

les concepteurs et les responsables de l'ingénierie du réseau RTPC mettent en oeuvre les technologies les plus récentes et les plus développées, les concepteurs de modems, les utilisateurs finaux et d'autres responsables devraient comprendre que l'ensemble des installations technologiques intégrées au niveau mondial pourra conserver, dans les années à venir, certaines technologies de réduction d'écho plus anciennes sur certaines liaisons. Par exemple, les liaisons du réseau RTPC peuvent inclure certaines associations de supprimeurs d'écho analogiques ou numériques selon la Recommandation G.164, d'annuleurs d'écho analogiques ou numériques selon G.165 équipés de dispositifs de neutralisation par tonalité selon G.164, et également d'annuleurs d'écho analogiques ou numériques selon G.165 et d'annuleurs d'écho numériques selon G.168 équipés de dispositifs de neutralisation par tonalité selon G.165 et G.168. Les deux sous-paragraphes suivants récapitulent les raisons pour lesquelles des annuleurs d'écho sont utilisés à la place des supprimeurs d'écho dans les réseaux téléphoniques modernes.

I.2.2 Supprimeurs d'écho

Le principe des supprimeurs d'écho, bien connu, se résume en quelques lignes. Quand la parole est détectée sur le trajet de réception, un très fort affaiblissement est inséré sur le trajet d'émission. Quand la double parole est détectée, le trajet d'émission est fermé et un affaiblissement de réception est introduit sur le trajet de réception. Ainsi, dans des conditions de double parole, il n'y a pas de suppression d'écho et l'écho est beaucoup plus affaibli que la parole en direct. D'autres améliorations sont possibles, comme cela est indiqué dans la Recommandation G.164.

De nombreux problèmes peuvent survenir pendant le fonctionnement des supprimeurs d'écho, étant donné que les niveaux de transmission déterminent essentiellement le côté du locuteur et le côté de l'auditeur. Si le niveau de l'écho est élevé et le niveau de parole en direct est faible, la parole pourrait être mutilée et il pourrait être difficile de distinguer la simple parole de la double parole. Ceci peut survenir également au début ou à la fin d'une rafale de parole.

Les problèmes se compliquent sur les trajets de transmission comportant un temps de propagation élevé, étant donné que le schéma de conversation est habituellement modifié. Par ailleurs, le montage en cascade des supprimeurs d'écho n'est pas recommandé. Dans le cas des données en bande vocale, une tonalité à 2100 Hz est spécifiée pour permettre de désactiver le supprimeur d'écho avant le début de la transmission de données, et ce pour deux raisons principales:

- éviter les affaiblissements d'insertion pour les modems dotés d'un canal secondaire;
- éviter les retards dus au temps de maintien lors des retournements, ce qui augmente en même temps le débit.

La télécopie constitue un cas particulier. Même si un supprimeur d'écho est neutralisé par une tonalité à 2100 Hz, il peut être réactivé pendant une transmission de télécopie. Le temps de maintien du dispositif de neutralisation par tonalité d'un supprimeur d'écho est spécifié comme étant égal à 250 ± 150 ms au 5.7/G.164. Par conséquent, des périodes de silence supérieures à 100 ms et inférieures à 400 ms dans les supprimeurs d'écho peuvent provoquer la neutralisation du supprimeur d'écho, alors que des périodes supérieures à 400 ms entraînent sa réactivation. Pendant une communication de télécopie, un certain nombre de périodes de silence peuvent être suffisamment longues pour permettre la réactivation du supprimeur d'écho. Par ailleurs, certains constructeurs d'équipements de télécopie ont choisi de dépasser les intervalles de séparation des signaux spécifiés dans la Recommandation T.30, les supprimeurs d'écho pouvant de ce fait être réactivés.

Les supprimeurs d'écho qui sont activés peuvent déformer les signaux de télécopie. Un type de distorsion est la troncature des signaux de retournement rapide. Le supprimeur d'écho fonctionne normalement en mode de simple parole, de sorte que le supprimeur bascule à l'état activé quand un signal arrive à l'accès de réception, et reste dans cet état tant qu'aucun signal n'arrive pendant un certain temps. Le temps de maintien recommandé avant chaque changement d'état est compris dans

Remplacée par une version plus récente

la gamme de 24 à 36 ms¹, comme cela est spécifié dans le Tableau 4/G.164. Le temps de maintien de la suppression assure la protection contre l'écho mémorisé par le trajet d'écho local.

La Recommandation T.30 spécifie cependant que le temps de garde entre la transmission V.21 et la transmission V.29 devrait être de 75 ± 20 ms. Si un signal de retour provenant du télécopieur local [avec une séquence de réponse-message V.21 ou une séquence V.21/V.29 telle qu'une confirmation de réception (CFR) suivie d'un apprentissage] atteint l'accès d'émission d'un supprimeur d'écho dans les 24 à 36 ms qui suivent de la fin du signal à l'accès de réception, la persistance des affaiblissements d'insertion de la suppression d'écho ou de l'état de circuit ouvert peut entraîner un affaiblissement. En conséquence, le supprimeur d'écho mutile la partie initiale de ce signal de retournement rapide. Quand ce signal fait partie du signal d'apprentissage ou de vérification d'apprentissage, l'apprentissage peut être interrompu et un repli en débit s'ensuit, ou dans le cas le plus défavorable, il est mis fin à l'appel.

De façon similaire, un supprimeur d'écho mis à l'état activé peut bloquer un signal de canal secondaire de faible niveau. Si le niveau de ce signal est suffisamment élevé, le supprimeur peut se mettre dans le mode de double parole, dans lequel un affaiblissement de réception est inséré. Il en résulte une réduction des niveaux à la fois sur les signaux d'émission et sur les signaux de réception, pour autant que des supprimeurs d'écho se trouvent aux deux extrémités de la liaison et qu'ils se trouvent tous deux en mode de double parole.

En dernier lieu, et pour certaines associations de temps de propagation et d'affaiblissements d'insertion, l'écho pour la personne qui écoute peut entraîner une persistance suffisamment longue de la tonalité à 2100 Hz pour neutraliser les supprimeurs d'écho. Cet écho peut alors contribuer à la dégradation de la qualité de l'image en réduisant le rapport signal/bruit durant la transmission de télécopie page par page.

Antérieurement à la Recommandation V.32, la plupart des modems à deux fils utilisaient la répartition en fréquence pour fonctionner en duplex intégral (c'est-à-dire que des fréquences porteuses différentes étaient utilisées dans chaque sens de transmission). Au début des années 80, les statistiques indiquaient que certains annuleurs d'écho amélioraient effectivement le fonctionnement des modems à basse vitesse conçus selon les Recommandations V.21, V.23, V.26 (variante B), V.27 *ter* et V.29 (c'est-à-dire réduisaient ou éliminaient les erreurs sur les bits). Il a donc été admis que ces modems devaient être équipés d'un annuleur d'écho actif et d'un supprimeur d'écho neutralisé. Par conséquent, la Recommandation G.165 a été modifiée pour recommander que les annuleurs d'écho soient neutralisés par une tonalité à 2100 Hz avec inversions de phase.

Récemment, des données préliminaires ont indiqué que certaines associations de modems/annuleurs d'écho, dans diverses configurations de réseau simulées provoquaient une dégradation des caractéristiques de fonctionnement quand les annuleurs d'échos étaient activés. Cependant, la commission des industries des modems n'a pas connu de tels problèmes avec les modems à basse vitesse sur les circuits équipés d'annuleurs d'écho.

Les modems V.32 utilisent quant à eux la même bande de fréquences dans les deux sens et réalisent un fonctionnement en duplex intégral en utilisant un annuleur d'écho intégré. Les annuleurs d'écho qui sont intégrés à ce modem de données en bande vocale ne doivent pas être confondus avec les annuleurs d'écho de réseau qui sont conformes à la Recommandation G.165, étant donné que les spécifications concernant les caractéristiques de fonctionnement sont très différentes pour chaque type d'annuleur.

¹ Des supprimeurs d'écho analogiques sont encore en service; ils ont un temps de maintien de blocage de suppression de 40 à 75 ms. En conséquence, un signal peut être mutilé s'il atteint l'accès d'émission avant un intervalle de 40 à 75 ms.

Remplacée par une version plus récente

I.2.3 Annuleurs d'écho

Les annuleurs sont des dispositifs utilisant le traitement de signal adaptatif pour réduire ou diminuer les échos. Les annuleurs d'écho sont introduits dans la partie à quatre fils d'un circuit et diminuent (ou annulent) l'écho en soustrayant une estimation d'écho du signal d'écho renvoyé. Les annuleurs d'écho peuvent fonctionner sur un circuit isolé ou sur un système multiplexé, par exemple sur une installation pour la parole à 64 kbit/s qui est connectée à une liaison multiplexée au débit primaire.

Les annuleurs d'écho sont conçus pour:

- annuler les signaux de trajet d'écho linéaires;
- empêcher l'annulation d'écho quand cela a été demandé par un signal de neutralisation dans la bande;
- revenir en mode actif après avoir été neutralisés quand le niveau de puissance du signal dans la bande chute en dessous d'un niveau spécifié pour une période de temps donnée. Cette conception permet à certains réseaux de transporter les données en bande vocale sur les mêmes voies de transmission de parole. Cela permet également à l'annuleur d'écho de se réactiver pendant un appel téléphonique après une coupure inopinée (interruption de parole).

Les annuleurs d'écho sont caractérisés par le trajet entre les accès qui peut être analogique ou numérique, et la soustraction de l'écho qui s'effectue par des dispositifs analogiques ou numériques. Le présent appendice ne s'applique qu'aux annuleurs d'écho ayant des entrées numériques et des soustracteurs numériques (annuleurs d'écho de type C comme cela est défini dans la Recommandation G.165).

Les annuleurs d'écho présentent les avantages suivants par rapport aux supprimeurs d'écho:

- la transparence du trajet d'émission est améliorée;
- le temps de maintien réduit le nombre des dégradations;
- il n'y a pas d'affaiblissement d'insertion à la réception;
- l'annulation d'écho se poursuit pendant la double parole;
- le montage en cascade est possible (pour les annuleurs d'écho particulièrement bien conçus).

Certains annuleurs d'écho disposent d'une option de neutralisation sur la tonalité à 2100 Hz spécifiée dans la Recommandation G.164 pour les supprimeurs d'écho, et d'autres sont neutralisés par une tonalité à 2100 Hz avec des inversions de phase périodiques à $180^\circ \pm 25^\circ$, comme cela est spécifié dans les Recommandations G.165 et G.168 pour les annuleurs d'écho. L'utilisation de la tonalité G.165 ou G.168 doit permettre une neutralisation des annuleurs d'écho indépendamment des supprimeurs d'écho.

La plupart des constructeurs de modems ont le sentiment que les annuleurs d'écho sur les réseaux devraient être neutralisés pour les modems équipés d'annuleurs d'échos intégrés (par exemple les Recommandations V.32 et V.34), étant donné qu'un annuleur d'écho sur un réseau actif fonctionnant en liaison avec un annuleur d'écho intégré au modem peut provoquer des phénomènes indésirables dans des conditions spécifiques mais peu probables. Ces conditions sont en principe les suivantes:

- l'annuleur d'écho interprète faussement le signal du côté local comme écho et essaie de l'annuler;
- quand il y a un déplacement de fréquence sur le trajet d'écho, l'annuleur d'écho injecte des rafales d'écho amplifié émaillé par des périodes calmes.

Bien qu'aucun de ces cas ne soit susceptible de se produire, il a été décidé qu'il devait être de la responsabilité des utilisateurs finaux de neutraliser ou non l'annuleur d'écho. Les constructeurs de modems ont dû recourir à une technique unique de neutralisation des supprimeurs d'écho et des annuleurs d'écho.

Remplacée par une version plus récente

Historiquement, les constructeurs de modems équipés d'annuleurs d'écho intégrés ont conçu leurs modems pour neutraliser les annuleurs d'écho localisés dans le réseau. Ces modems neutralisent les annuleurs d'écho localisés dans le réseau en utilisant la tonalité de neutralisation spécifiée dans la Recommandation G.165. Les annuleurs d'écho localisés dans le réseau devraient permettre le fonctionnement avec trois types d'écho en même temps:

- 1) l'écho du côté proche;
- 2) l'écho du côté distant;
- 3) tout écho généré entre le côté local et le côté distant.

Etant donné que la gamme des capacités de trajet d'écho nécessaires dans chaque cas varie fortement, trois annuleurs d'écho peuvent être nécessaires.

I.2.4 Responsabilités des constructeurs de modems et des utilisateurs finaux

Il incombe aux constructeurs de modems et aux utilisateurs finaux de bien comprendre les caractéristiques des annuleurs d'écho localisés dans le réseau et de décider s'ils devraient être activés ou neutralisés. Si les constructeurs de modems et les utilisateurs finaux décident que les annuleurs d'écho localisés dans le réseau devraient être neutralisés, ils devront s'assurer que le terminal utilise des méthodes appropriées qui ont été approuvées et qui sont définies dans les Recommandations, en vue de neutraliser les annuleurs. L'utilisateur final a par ailleurs la responsabilité de s'assurer que les terminaux et les réseaux privés sont conçus pour fonctionner en compatibilité avec les annuleurs d'écho localisés dans le réseau RTPC. Par exemple:

- on prévoit que les postes téléphoniques numériques devront réduire leurs propres échos, voir les Recommandations G.122, G.131 et P.31 (le réseau RTPC n'est pas responsable de l'annulation des échos acoustiques);
- les terminaux et les réseaux privés devraient être conçus de façon à fournir des prolongements de réseau compatibles avec les projets d'architecture RTPC, par exemple les trajets d'écho à l'extérieur du réseau RTPC devraient être linéaires et invariants dans le temps sinon le terminal devra diminuer son écho local;
- le retard du terminal ou celui du réseau privé devrait être compris dans les limites du fonctionnement de l'annuleur d'écho localisé dans le réseau, ou le terminal/le réseau privé devrait diminuer son propre écho.

I.3 Règles d'application et contraintes de fonctionnement

I.3.1 Plan de transmission pour le réseau public

Les évolutions récentes du réseau numérique RTPC nécessitent un plan des affaiblissements afin de s'assurer que des niveaux de transmission appropriés existent aux différents points de conversion A/D (voir les Recommandations G.223, V.2 et M.1050). Avec un tel plan, la distorsion par surcharge de modulation des impulsions de codage (MIC) est évitée et des niveaux de signaux permettent à l'annuleur d'écho de fonctionner selon les conditions prévues initialement.

Les orientations relatives aux niveaux de transmission se trouvent dans les Recommandations de la série G.100 relatives aux réseaux RTPC utilisant des accès analogiques et aux liaisons provenant des réseaux cellulaires numériques. Les codeurs devraient être compatibles avec la Recommandation G.711. En ce qui concerne les accès numériques au réseau RTPC, des orientations pour la conception des terminaux se trouvent dans la Recommandation P.310.

Remplacée par une version plus récente

I.3.2 Considérations relatives aux retards

Comme cela a été mentionné antérieurement, la conversion des signaux provenant d'installations de lignes d'abonné à deux fils en signaux d'installations de transmission interurbaines à quatre fils devrait être effectuée sur toutes les communications à grande distance. Sur de telles communications, le défaut d'adaptation d'impédance du circuit différentiel provoque des réflexions du signal incident sur l'interface à quatre fils (voir la Figure 2 comme modèle de référence de l'annuleur d'écho). Etant donné que la constitution des lignes d'abonné n'est pas homogène, par exemple leur longueur varie et elles peuvent être chargées ou non chargées, une adaptation d'impédance parfaite ne peut pas être obtenue. A partir des données empiriques, on admet communément qu'une valeur de 11 dB peut être retenue comme valeur moyenne d'affaiblissement d'adaptation pour l'écho (ERL). En ce qui concerne les lignes d'abonné pour lesquelles une valeur médiocre est obtenue pour l'adaptation d'impédance, des réflexions (écho pour la personne qui parle) peuvent être constatées et être inacceptables quand le retard entre deux téléphones est supérieur à 16 ms (temps de propagation aller et retour de 32 ms). Voir les Recommandations G.131 et G.114 pour les directives qui ont été élaborées à ce propos. Il incombe aux ingénieurs responsables de l'architecture du réseau de décider à quel point, c'est-à-dire pour quelle valeur de retard, un dispositif de réduction d'écho sera utilisé dans le réseau. Ceci est une décision économique qui implique une étude des performances et des coûts.

NOTE – Si un plan de transmission approprié n'est pas mis en oeuvre, des échos pourront se produire sur un circuit équipé d'annuleurs d'écho.

I.3.2.1 Affaiblissement d'adaptation pour l'écho

Le seuil d'activité de parole du côté proche (NEST, *near-end speech threshold*), ou le seuil de détection de double parole (DTDT, *double talk detection threshold*), est le niveau auquel l'annuleur d'écho détecte la présence de parole du côté proche, c'est-à-dire l'apparition de double parole et bloque son processus d'adaptation. En d'autres termes, on constate la présence de double parole quand:

$$LR_{out} - LS_{in} \leq NEST / DTDT$$

Par exemple, quand la valeur du seuil NEST ou du seuil DTDT d'un annuleur d'écho est fixée à 6 dB, l'annuleur d'écho détecte l'activité de parole du côté proche et arrête son processus d'adaptation si l'écart de niveau $LR_{out} - LS_{in} \leq 6$ dB.

Il est important que la valeur du seuil NEST ou du seuil DTDT soit prise en compte de façon que la valeur de l'affaiblissement ERL soit supérieure à la valeur du seuil NEST ou du seuil DTDT. Par exemple, quand l'annuleur d'écho est pris en charge pour une valeur du seuil NEST ou du seuil DTDT égale à 6 dB, l'annuleur d'écho fonctionne de façon appropriée avec un trajet de circuit à quatre fils dont le taux d'affaiblissement ERL est supérieur à 7 dB. Cependant, si le circuit différentiel a une valeur d'affaiblissement $ERL \leq 6$ dB, l'annuleur d'écho suppose que l'écho à l'accès S_{in} est un écho de parole proche. Etant donné qu'il n'y a pas d'adaptation pendant la double parole, le résultat final est la présence d'écho sur le trajet S_{out} .

Quand la valeur d'affaiblissement d'adaptation pour l'écho (ERL) est inférieure à un niveau seuil pouvant être pris en compte, cette valeur d'affaiblissement (ERL) devra être augmentée par des ajustements de niveau. Il incombe aux ingénieurs chargés de l'architecture du réseau d'assurer une valeur d'affaiblissement d'adaptation pour l'écho (ERL) qui sera supérieure à l'une des valeurs NEST ou DTDT pour laquelle le circuit est planifié.

I.3.3 Prise en compte des possibilités de trajet d'écho et des caractéristiques de ce trajet

La liaison entre l'annuleur et le circuit différentiel est souvent appelée "trajet d'écho du circuit". Le retard de l'écho qui doit être annulé est déterminé en spécifiant quelles seront les "possibilités du trajet d'écho" de l'annuleur. Afin de définir correctement les possibilités de ce trajet d'écho, il

Remplacée par une version plus récente

convient de se rappeler qu'une partie de la puissance reçue à l'accès R_{out} est réfléchi par le circuit différentiel et les multiples réflexions qui constituent l'écho à l'accès S_{in} . Le temps pour le déplacement du signal au point R_{out} entre l'anneur d'écho et le circuit différentiel, de même que le temps pour le retour vers l'anneur d'écho à l'accès S_{in} ne devrait pas dépasser les possibilités prévues pour le trajet d'écho; par ailleurs, le processus d'annulation d'écho ne fonctionnera pas de façon appropriée. Ce temps devrait inclure le temps de propagation aller et retour par l'intermédiaire des supports de transmission, tous les équipements intermédiaires, de même que la dispersion due aux caractéristiques de transmission du circuit. Cette dispersion augmente la durée réelle de la réponse impulsionnelle du circuit qui devrait être prise en compte par l'anneur d'écho. Il convient de noter que le trajet d'écho peut cependant inclure plus d'une source d'écho, par exemple des circuits différentiels supplémentaires, des changements de calibre de câbles ou d'autres sources d'écho. Il existe de nombreuses configurations de réseau comportant des conversions multiples deux fils-quatre fils sur le trajet d'écho d'un anneur d'écho.

Il incombe aux ingénieurs chargés de l'architecture des réseaux de s'assurer que les anneurs d'écho seront mis en oeuvre de façon telle que leur capacité de trajet d'écho ne soit pas dépassée sur des liaisons normales de réseau, de sorte que l'annulation d'écho puisse se produire. Il est nécessaire qu'il y ait une étroite collaboration entre les exploitants de centraux du réseau interurbain et ceux du réseau urbain.

Un anneur d'écho devrait pouvoir synthétiser une reproduction de réponse impulsionnelle du trajet d'écho. De nombreux anneurs d'écho simulent par modèle le trajet d'écho en utilisant une représentation des données échantillonnées, l'échantillonnage étant effectué à la fréquence Nyquist (8000 Hz). Pour fonctionner correctement, de tels anneurs d'écho devraient avoir une capacité de mémoire suffisante pour le nombre d'échantillons qui est nécessaire (le temps de propagation maximal sur le trajet d'écho du réseau sur lequel l'anneur sera utilisé déterminera la capacité mémoire nécessaire). Généralement, un nombre limité d'emplacements de mémoire empêche une synthèse de l'ensemble du trajet d'écho. Un nombre restreint d'emplacements a tendance à provoquer des bruits supplémentaires indésirables en raison des emplacements non utilisés, qui ne valent généralement pas zéro en raison du bruit d'estimation. Il convient d'admettre qu'un anneur d'écho occasionne un trajet d'écho parallèle supplémentaire. Si la réponse impulsionnelle du modèle de trajet d'écho diffère suffisamment de la réponse impulsionnelle de ce trajet d'écho, l'écho total renvoyé peut être supérieur à celui provenant uniquement du trajet d'écho.

I.3.4 Plan de transmission sur le réseau privé incluant l'utilisateur final et le constructeur

Pour des raisons de commodité, les termes "utilisateur final", "constructeur" ou "ingénieur pour l'architecture du réseau privé" seront utilisés comme synonymes pour "ingénieur pour l'architecture du réseau privé".

I.3.4.1 Niveaux de transmission

L'ingénieur responsable de l'architecture du réseau privé devra avoir pour objectif de mettre en oeuvre des équipements qui sont compatibles avec le plan des affaiblissements de transmission sur le réseau. Les grandes orientations seront disponibles sous forme de Recommandations (voir I.3.1). Par ailleurs, l'ingénieur responsable de l'architecture du réseau privé devra satisfaire les critères donnés.

I.3.4.2 Considérations relatives au temps de propagation

L'ingénieur responsable de l'architecture du réseau privé, comme l'ingénieur responsable de l'architecture du réseau public, devra prendre une décision délibérée en ce qui concerne le mode de réduction de l'écho pour la personne qui parle, de même qu'en ce qui concerne le seuil de détection du temps de propagation auquel un dispositif de réduction d'écho sera mis en oeuvre sur le réseau privé. Il convient de noter que si le réseau privé est connecté au réseau RTPC sur la base d'un

Remplacée par une version plus récente

système à quatre fils, l'écho produit par la conversion quatre fils-deux fils peut être annulé par l'annuleur d'écho localisé dans le réseau. Cependant, si le réseau privé est connecté au réseau RTPC par un système à deux fils, puis est converti à un système à quatre fils pour le transport, l'ingénieur responsable de l'architecture du réseau privé devrait tenir compte de la façon de gérer les échos produits aux points de conversion quatre fils-deux fils sur le réseau privé.

I.3.4.3 Affaiblissement d'adaptation pour l'écho

Il incombe à l'ingénieur responsable de l'architecture du réseau privé de s'assurer que l'affaiblissement ERL est supérieur à l'une des valeurs de seuil NEST ou DTDI pour laquelle le circuit est pris en compte.

I.3.4.4 Prise en compte des possibilités du trajet d'écho et des caractéristiques de ce trajet

L'ingénieur responsable de l'architecture du réseau privé a pour mission de s'assurer que tout retard ajouté dans le réseau privé ne dépassera pas le délai spécifié par le prestataire de service du réseau RTPC, provoquant ainsi des échos sur le réseau RTPC. En conséquence, l'ingénieur responsable de l'architecture du réseau privé devrait s'assurer que la quantité de retard ajoutée ne dépasse pas le délai autorisé qui est spécifié par les prestataires de service du réseau RTPC pour les connexions sur ce réseau. Pour le cas où cette spécification serait dépassée, l'ingénieur responsable du réseau privé devrait prendre des mesures appropriées pour réduire l'écho.

I.4 Effet des annuleurs sur les services vocaux et les services de données

Les annuleurs d'écho localisés dans le réseau sont présents sur des liaisons qui connaissent de longs retards. Ils devraient être conçus pour permettre à une voie de transmission de parole de transporter les données en bande vocale, y compris les données de télécopie. Cela signifie qu'ils devraient pouvoir garder la possibilité d'être neutralisés lorsqu'une demande provient des équipements terminaux du client. Le constructeur de modems a cependant la responsabilité de décider si les annuleurs d'écho localisés dans le réseau devaient être actifs ou neutralisés.

I.4.1 Interaction avec les données en bande vocale

La transmission des données peut s'effectuer en duplex intégral dans la bande vocale, selon l'algorithme de modulation du modem. De nouveaux algorithmes de modulation sont actuellement élaborés, et les constructeurs doivent déterminer dans quel état optimal devra se trouver l'annuleur d'écho lorsque le modem est en fonctionnement, par exemple s'il doit être à l'état actif ou neutralisé, ou si la communication doit être acheminée sur une liaison ne disposant jamais des fonctions de l'annuleur d'écho.

I.4.2 Interaction entre la réduction d'écho et la transmission de télécopie

Ceux qui conçoivent les terminaux de télécopie ont produit des terminaux en tenant compte du fait que les prestataires de service installaient des dispositifs de réduction d'écho localisés dans le réseau conformément aux Recommandations G.164 et G.165. Ainsi, les responsables de l'architecture du réseau RTPC devaient continuer à développer le réseau de façon à ne pas empêcher sciemment qu'un service facultatif de transmission par télécopie ou de transmission de données en bande vocale puisse être assuré en continu.

Bien que les équipements de télécopie puissent transmettre une tonalité de neutralisation selon G.164 au début d'une communication, aucune spécification ne garantit que la puissance des signaux transmis dans la bande continuera à maintenir les dispositifs de réduction d'écho à l'état neutralisé pendant la durée de communication. Les dispositifs de réduction d'écho conformes à l'une des Recommandations G.161 (suppresseurs d'écho analogiques), G.164 (suppresseurs d'écho numériques), G.165 (annuleurs d'écho) et G.168 (annuleurs d'écho de réseau numérique) sont

Remplacée par une version plus récente

conçus pour se réactiver quand le niveau de signal chute en dessous d'un seuil qui est prédéfini pendant un temps prédéfini, une fois que la communication est cours. Cela s'explique par le fait que les dispositifs de réduction d'écho conformes aux Recommandations G.164 et G.165 sont conçus pour être réactivés si aucune énergie du signal n'est présente dans les deux sens de transmission du signal pendant une période dont la durée est supérieure à 100 ms (durée minimale) ou à 400 ms (durée maximale) (voir 5.2/G.164 et 5.5/G.164).

L'algorithme de modulation V.27 *ter* utilisé dans la Recommandation T.30 est protégé contre la mutilation de la séquence d'apprentissage par des supprimeurs d'écho (compte tenu de l'utilisation d'une porteuse non modulée précédant le signal d'apprentissage). Par contre, l'algorithme de modulation V.29 n'est pas protégé contre cette mutilation. Certaines réalisations reposent sur des solutions propriétaires (notamment surtout l'ajout d'une porteuse non modulée antérieurement aux transmissions V.29, du même format que celui utilisé pendant les transmissions V.27 *ter*). Ces algorithmes ne peuvent malheureusement pas être interprétés universellement par des terminaux conçus par différents constructeurs de modems. De ce fait, si le temps de garde dans la transmission V.21 ou V.29 effectuée à partir du télécopieur, dépasse la limite de temps de 75 ± 20 ms conformément à la Recommandation T.30, il est possible qu'un supprimeur d'écho soit réactivé. Dans un tel cas, le segment initial de la séquence de contrôle d'apprentissage pourrait être mutilé, empêchant ainsi l'établissement de la communication.

La présence de l'écho peut interférer avec la transmission de télécopie de deux façons:

- l'écho peut être interprété de façon erronée comme message de protocole T.30, puis interrompre la procédure de prise de contact entre les deux terminaux. Ceci est un aspect particulièrement important si les télécopieurs ne sont pas protégés contre l'écho;
- l'écho peut réduire le rapport signal/bruit nécessaire à la bonne qualité de transmission des données d'image.

L'écho pourrait être produit pour les raisons suivantes:

- les supprimeurs d'écho sont neutralisés (afin d'éviter les erreurs dans la transmission en bande vocale). Comme cela est expliqué ci-dessus, les supprimeurs d'écho activés peuvent provoquer des erreurs dans la transmission des données en bande vocale. Cependant, il peut être préférable de les maintenir activés pendant la transmission de la télécopie;
- si les annuleurs d'écho sont neutralisés selon les procédures de la Recommandation G.164 (tonalité à 2100 Hz), alors, selon le temps de propagation et le temps de réaction des télécopieurs, l'écho pourrait être produit pendant la procédure initiale de prise de contact. Cela pourrait interrompre l'établissement de l'appel. Cela limite également à 400 ms le temps pendant lequel aucune énergie ne pourrait être libérée dans l'un ou l'autre sens en vue de réactiver le dispositif de réduction d'écho. Si les annuleurs d'écho restent neutralisés, l'écho qui émane du signal V.21 peut perturber le télécopieur à l'autre extrémité et perturber le démodulateur de télécopie des équipements de multiplication de circuits par paquets sur le réseau (PCME) ou les équipements de multiplication de circuits numériques (DCME). La qualité de l'image peut également s'en trouver altérée;
- les annuleurs d'écho qui répondent à la tonalité de neutralisation G.165/G.168 ne sont pas neutralisés par la tonalité à 2100 Hz sans inversion de phase.

D'autres instances susceptibles de connaître des difficultés pendant la communication sont par exemple l'échange de protocoles de prises de contact entre les pages. La neutralisation des annuleurs d'écho pourrait rendre possible l'écho au niveau de ces instances. Par contre, des annuleurs d'écho activés réduisent l'écho, y compris celui de la personne qui écoute.

Dans certaines conditions, des annuleurs d'écho qui ont été neutralisés en utilisant les procédures G.164 (2100 Hz) peuvent perturber l'établissement de la communication ou la qualité de

Remplacée par une version plus récente

la transmission par télécopie, étant donné qu'ils peuvent être neutralisés par inadvertance par la tonalité d'identification du poste appelé (CED, *call station identification*); de ce fait, la réduction d'écho ne fonctionne pas comme cela avait été prévu.

Il convient de noter qu'un certain nombre d'annuleurs d'écho déjà mis en place sur le réseau RTPC ne peuvent pas éliminer complètement les rafales d'écho de courte durée qui pourraient se produire alors que l'annuleur converge de nouveau après des transitions entre les signaux à bande étroite tels que la tonalité d'identification du poste appelé (CED) ou le protocole de prise de contact pour commande de liaison de données à haut débit (HDLC, *high-level data link control*) V.21, les signaux d'image à large bande (par exemple les signaux V.29 ou V.27 *ter*), et de nouveau, les signaux en bande étroite. Il ne sera pas possible de garantir que tous les annuleurs d'écho seront à même d'éviter ce problème dans le futur.

NOTE – Le cas dans lequel un annuleur d'écho se trouve sur un côté de la liaison et un supprimeur d'écho se trouve sur l'autre côté n'est pas précisé explicitement dans le présent appendice; ce "cas mixte" peut être obtenu par déduction à partir des I.2.2 et I.2.3.

Les Recommandations en vigueur impliquent que les annuleurs d'écho doivent être activés pendant la transmission de télécopie. En général, les supprimeurs d'écho n'obtiennent pas un même niveau de caractéristiques de fonctionnement pour la parole, les données en bande vocale ou la télécopie. Les supprimeurs d'écho activés pourraient provoquer des défaillances en raison de l'écrêtage et de la mutilation de la séquence de vérification d'apprentissage, en empêchant par là même l'établissement de la communication de télécopie. Cependant, il est peut-être plus adapté d'activer les supprimeurs d'écho pendant la transmission de télécopie pour une protection contre l'écho à la fois pour la personne qui parle et la personne qui écoute, et d'éviter ainsi qu'ils interfèrent avec la télécopie lors de l'établissement de la communication et pendant la transmission de l'image.

En conclusion, il est plus approprié d'utiliser les annuleurs d'écho qui ont été neutralisés selon les procédures des Recommandations G.165/G.168.

I.5 Parole à haut niveau de signaux

I.5.1 Introduction

Un certain nombre de sources pourrait produire des niveaux de parole élevés dans le réseau. Par exemple, dans les téléphones mains libres, le microphone peut permettre la génération de parole à haut niveau de signaux. Compte tenu de cette perspective, la Recommandation G.165 a été modifiée, en 1992, pour inclure un essai de surcharge (essai n° 8) à des niveaux dépassant 0 dBm0 (les valeurs provisoires pour l'essai étant de +3,05 dBm0 et +3,25 dBm0) et pour augmenter les niveaux d'essai maximaux de -10 dBm0 à 0 dBm0.

La présence de parole à haut niveau de signaux peut provoquer des non-linéarités accrues qui dégraderaient le fonctionnement de certains annuleurs d'écho, en particulier les annuleurs d'écho qui n'ont pas été mis en oeuvre par des dispositifs entièrement numériques. Un autre domaine dans lequel les niveaux élevés de signaux peuvent être à l'origine de difficultés est la détection de la double parole et les circuits de commande à processeur non linéaire. Ces techniques sont précisées dans les deux sous-paragraphes qui suivent.

I.5.2 Détection de la double parole et détection d'activité

Les caractéristiques de fonctionnement des annuleurs d'écho dépendent beaucoup des algorithmes de détection d'activité et de détection de double parole utilisés. Par exemple, si la double parole n'est pas identifiée rapidement, la parole proche masque l'écho résiduel qui est utilisé pour actualiser le modèle de réponse impulsionnelle de l'annuleur d'écho.

Les points suivants font l'objet d'un complément d'étude:

Remplacée par une version plus récente

- effet des algorithmes de détection d'activité sur les codeurs à faible débit;
- effet de la détection de la double parole en présence de niveaux élevés de signaux.

Il peut en résulter des nouvelles spécifications en vue d'une meilleure conception des annuleurs d'écho.

I.5.3 Effet des codeurs à faible débit

Ceci fait l'objet d'un complément d'étude.

I.5.4 Effet d'un trajet d'écho non linéaire

Dans la théorie des annuleurs d'écho, on suppose que le trajet d'écho est linéaire et qu'il est invariant dans le temps. De ce fait, il est important que l'écrtage et la distorsion non linéaire ne se produisent pas sur le trajet d'écho entre R_{out} et S_{in} . Si des écrtages se produisent, il est important que ces écrtages soient légers, peu fréquents et qu'ils se produisent uniquement dans les conditions de la double parole. D'autre part, il est nécessaire que l'environnement soit corrigé, par exemple le décalage de fréquences doit être éliminé et la mise en œuvre d'un plan de transmission acceptable doit être assurée.

Une source potentielle de difficultés avec des niveaux de parole élevés provient des non-linéarités qui se produisent sur le trajet d'écho. En ce qui concerne les caractéristiques de fonctionnement optimales des annuleurs d'écho, il est important que le signal injecté au niveau de l'accès R_{in} de l'annuleur d'écho ait un rapport linéaire avec le signal au niveau de l'accès S_{in} de l'annuleur d'écho. Si une distorsion non linéaire intervient avec des signaux de parole de niveau élevé, la distorsion devrait intervenir avant qu'elle ne soit utilisée par l'annuleur d'écho, de sorte que le même signal mutilé soit envoyé vers l'accès R_{out} . Cependant, les caractéristiques de l'annuleur d'écho peuvent se dégrader encore davantage si le trajet d'écho n'est pas linéaire.

Certains annuleurs d'écho utilisent le signal à l'accès R_{in} de même que son signal R_{rcv} reçu par des dispositifs internes et transmettent également R_{in} vers l'accès R_{out} . Ceci est acceptable dans la mesure où il n'y a pas d'écrtage ou d'autre distorsion non linéaire d'une portion du signal n'intervenant simultanément à l'autre. Par ailleurs, le trajet d'écho ne semble pas être linéaire par rapport à l'annuleur d'écho et, par conséquent, son fonctionnement en est altéré.

En outre, l'écrtage ou toute autre distorsion non linéaire ne devrait pas être "ajouté" au signal à l'accès S_{in} . Ceci est très important quand:

- 1) l'écho est présent uniquement à l'accès S_{in} ;
- 2) à la fois l'écho et la parole proche sont présents et le détecteur de double parole n'a pas été déclenché, étant donné que la mutilation (la distorsion) de l'un affecte l'autre.

I.5.5 Directives pour l'utilisation de R_{out} dans les annuleurs d'écho

La configuration selon laquelle le même signal alimente à la fois l'accès R_{in} et le trajet d'écho peut conduire à une dégradation des performances si R_{out} n'est numériquement pas équivalent (bit pour bit) à R_{in} dans toutes les conditions du signal. Le signal R_{rcv} peut être utilisé de façon interne par l'annuleur d'écho comme signal source pour le trajet d'écho, après avoir traversé l'accès R_{in} . Il est donc recommandé que R_{out} (qui est utilisé pour contrôler le trajet d'écho) soit équivalent numériquement au signal R_{rcv} .

Remplacée par une version plus récente

I.6 Aspects relatifs aux évolutions de réseau et de service

I.6.1 Transparence des bits dans les annuleurs d'écho

Une tonalité d'appel à 2100 Hz comportant des inversions de phase devrait provoquer la neutralisation de l'annuleur d'écho et fournir un trajet de signal de libération de ligne analogique voir la Recommandation G.165. En d'autres termes, une tonalité comprise entre 300 Hz et 3400 Hz devrait traverser l'annuleur d'écho sans aucun changement quant à son niveau de puissance et sa fréquence, mais la transparence des bits à 64 kbit/s n'est pas garantie (voir 3.3/G.165). Il convient de noter que la transparence peut être obtenue à 64 kbit/s et qu'elle peut être mise en oeuvre dans certains annuleurs d'écho, mais que le niveau de puissance dans la bande devrait rester au-dessus d'un niveau de puissance prédéfini pour rester dans cet état.

Si les annuleurs d'écho doivent être appliqués à des circuits de jonction et s'ils sont neutralisés par l'utilisation d'un "commutateur vers la voie de signalisation de l'annuleur d'écho", l'annuleur devrait utiliser les possibilités de libération de ligne à 64 kbit/s si de telles possibilités sont fournies.

I.6.2 Non-linéarités et effet de variation dans le temps sur le trajet d'écho

Deux questions sont relatives à l'introduction de techniques de traitement non linéaire et variant dans le temps du signal sur le réseau RTPC:

- 1) l'apparition de la compression vocale sur le trajet d'écho;
 - 2) l'apparition des affaiblissements d'insertion numérique.
- compte tenu de l'utilisation croissante de la compression vocale sur les réseaux public et privé, plus particulièrement de la modulation de codage d'impulsion différentielle adaptative à 32 kbit/s (MICDA, voir la Recommandation G.726), l'apparition d'un codec de compression vocale sur le trajet d'écho devient plus probable. Les mesures effectuées sur les annuleurs d'écho, y compris un circuit MICDA sur le trajet d'écho, ont montré que la dégradation du niveau d'écho résiduel pouvait dépasser 8 dB, voire davantage.
 - avec l'usage de plus en plus fréquent des techniques numériques dans le traitement des signaux en bande vocale, les affaiblissements d'insertion numérique sont utilisés de plus en plus souvent sur les lignes d'affaiblissement numériques. Un tel remplissage numérique se produit généralement dans les centraux d'extrémité du réseau RTPC quand ils sont utilisés comme ordinateur serveur connecté à un module en ligne numérique distant, de même que dans les équipements situés dans les locaux du client (CPE, *customer premises equipment*), tels que les autocommutateurs privés. Des lignes d'affaiblissement numériques mal conçues peuvent ajouter des non-linéarités importantes au signal transmis, y compris le signal de retour d'écho, en dégradant par conséquent le fonctionnement de l'annuleur. La nécessité de maintenir une linéarité dans les signaux affaiblis numériquement devrait être admise.

L'utilisation d'autres techniques de compression vocale relatives à la non-linéarité affectant les caractéristiques de fonctionnement des annuleurs fait l'objet d'un complément d'étude.

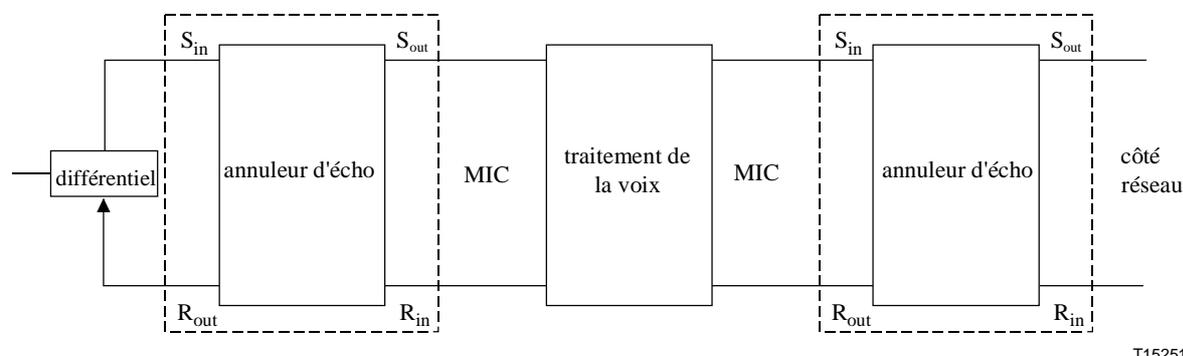
I.6.3 Compression vocale des annuleurs montés en cascade

L'utilisation de la compression vocale qui fait partie du trajet de transmission vocale pourrait également affecter les communications utilisant une configuration des annuleurs en cascade. La Figure I.1 indique un circuit sur lequel les annuleurs sont montés en cascade, la technique de la compression vocale étant utilisée uniquement entre les deux annuleurs. Bien que l'annuleur le plus proche du circuit différentiel ne soit pas affecté, un trajet écho non linéaire ou variable dans le temps serait perçu par l'annuleur placé du côté du réseau comme cela est décrit dans I.5.4 et I.6.2. Les caractéristiques de fonctionnement du montage en cascade peuvent cependant être acceptables si l'annuleur qui est le plus proche du réseau reste stable et conserve une augmentation

Remplacée par une version plus récente

d'affaiblissement d'adaptation pour l'écho. Théoriquement, l'annuleur se trouvant du côté du réseau ne perçoit pas un écho parce que l'annuleur du côté distant a éliminé cet écho. Il est cependant recommandé que les annuleurs se trouvant du côté réseau soient effectivement retirés de la connexion.

Les conditions dans lesquelles aucune dégradation de fonctionnement ne se produit appellent un complément d'étude.



T1525160-96

Figure I.1/G.168 – Compression vocale entre les annuleurs d'écho montés en cascade

I.6.4 Montage en cascade des annuleurs d'écho

On admet généralement que les annuleurs d'écho conçus de façon appropriée peuvent être montés en cascade, et ce avec une pénalité de fonctionnement négligeable ou nulle. Dans la Recommandation G.131, la Règle B indique que les annuleurs d'écho selon G.165 peuvent être connectés en cascade sans dégradation des caractéristiques d'écho (voir 2.3.2.1.1/G.131). Compte tenu d'une utilisation croissante de l'acheminement dynamique et des options particulières telles que l'acheminement d'appel, et en raison des longs retards qui se produisent dans les codeurs de parole à faible débit pour les applications mobiles, il est très vraisemblable que certaines connexions sont équipées d'un nombre d'annuleurs d'écho au moins égal à un.

Des essais subjectifs effectués sur certains annuleurs d'écho ont pour objet de vérifier que le montage en cascade ne crée pas de difficultés dans la plupart des cas. Cependant, les comptes rendus d'essai indiquent que le montage en cascade d'autres annuleurs d'écho n'est pas exempt de difficultés. Dans de tels cas, il est impératif que le réseau RTPC et des ingénieurs responsables de l'architecture des réseaux privés s'assurent que les annuleurs d'écho qui provoquent de notables dégradations lors du montage en cascade ne puissent pas être montés en cascade.

Les résultats des essais ont indiqué que la conception inadaptée de certains circuits auxiliaires, tels que les processeurs non linéaires, pouvait entraîner des difficultés quand le retard de trajet d'écho pour l'un des annuleurs d'écho montés en cascade dépassait ses possibilités de trajet d'écho. Par exemple, dans certains annuleurs d'écho, le processeur non linéaire peut fonctionner de façon intempestive pour la double parole. Ceci survient quand le temps de maintien dans le circuit du processeur non linéaire ne correspond pas aux caractéristiques de retard sur le trajet d'écho.

A des fins d'illustration, on suppose que l'algorithme de traitement non linéaire est conçu pour le fonctionnement sur la base de la valeur NEST ou DTD. Dans le cas où les possibilités du trajet d'écho d'un annuleur sont dépassées, l'écho arrive plus tard que le moment "prévu". Par conséquent, la comparaison s'applique entre les niveaux de puissance d'une rafale de parole distante et ceux d'une rafale de parole locale qui n'ont aucun rapport entre eux. La mutilation peut intervenir dans de telles conditions. Cependant, pour des raisons comme celles-ci, il est important que le réseau RTPC et les

Remplacée par une version plus récente

ingénieurs responsables de l'architecture des réseaux privés s'assurent que les possibilités du trajet d'écho des annuleurs ne sont jamais dépassées, à moins que des mesures de réduction de l'écho additionnel aient été prises à l'intérieur du réseau privé.

Cette difficulté est atténuée étant donné qu'elle se produit pendant la double parole, et la plupart des essais nécessitant le montage en cascade des annuleurs d'écho excluent les nombreux cas dans lesquels les possibilités de trajet d'écho sont largement dépassées. En dernier lieu, étant donné que certaines adaptations ont été faites par rapport aux constantes de temps du processeur non linéaire (NLP), des améliorations partielles peuvent être apportées.

On a observé qu'en cas d'une convergence trop rapide, un annuleur d'écho pouvait avoir des effets fâcheux s'il est utilisé dans une situation où ses possibilités de trajet d'écho sont dépassées (comme cela se produit parfois lors du fonctionnement des annuleurs d'écho montés en cascade). De ce fait, les possibilités de trajet d'écho d'un annuleur d'écho devraient avoir une durée de 4 à 6 ms supérieure au retard maximal prévu sur le réseau, selon les estimations figurant dans le Tableau 1/G.114. Ceci tient compte de l'effet de dispersion. Par exemple, un annuleur de 48 ms pourrait être choisi pour tenir compte d'un retard pur maximal de 44 ms.

La Figure I.2 montre trois couples d'annuleurs d'écho dos à dos (EC_A , EC_B , EC_C), quatre générateurs de retard (D_1 , D_2 , D_3 et D_4) et deux circuits différentiels (désignés par l'affaiblissement d'adaptation R_1 et R_2). Les valeurs R_1 et R_2 devraient correspondre à un fonctionnement approprié de l'annuleur le plus proche (au moins 6 dB par exemple). En neutralisant sélectivement les annuleurs d'écho (que ce soit individuellement ou par couples), et en faisant varier les retards, il est possible de saisir les attributs pertinents des liaisons téléphoniques équipées d'annuleurs d'écho.

A titre d'exemple (voir la Figure I.2a), un retard de 50 ms en D_1 et D_3 , de 100 ms en D_2 , de 150 ms en D_4 et une terminaison à quatre fils au lieu de R_2 constituent une représentation exacte d'un appel international émanant d'un poste analogique et se terminant dans un réseau mobile numérique. Dans un tel cas, EC_A et EC_B pourraient se trouver aux deux extrémités d'une ligne internationale, alors que EC_C se trouve dans le réseau mobile (auquel cas un des annuleurs du couple face à droite peut être inefficace ou absent). Sinon (voir la Figure I.2b), EC_A pourrait se trouver dans un réseau (terrestre) national alors que EC_B et EC_C se trouvent aux extrémités d'une installation internationale. Dans un tel cas, les générateurs D_1 , D_2 et D_4 se trouveraient à des distances relativement courtes et D_3 fournirait un retard compatible avec une connexion internationale.

La configuration d'échantillonnage dans la Figure I.2 peut être facilement étendue si davantage de couples d'annuleurs d'écho sont nécessaires. En particulier, l'inclusion d'un quatrième couple d'annuleurs d'écho (et d'un autre générateur de retard) permettrait d'obtenir les caractéristiques principales d'une connexion internationale avec des annuleurs d'écho dans chaque réseau national, de même qu'aux extrémités du réseau international.

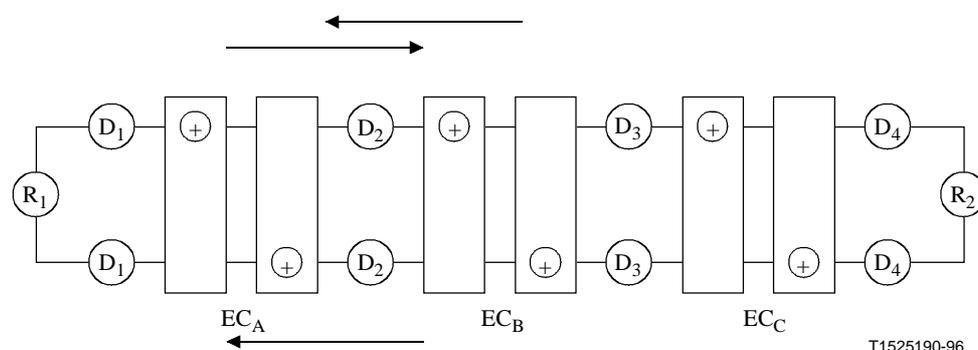


Figure I.2/G.168 – Liaison de référence pour des annuleurs d'écho en cascade

Remplacée par une version plus récente

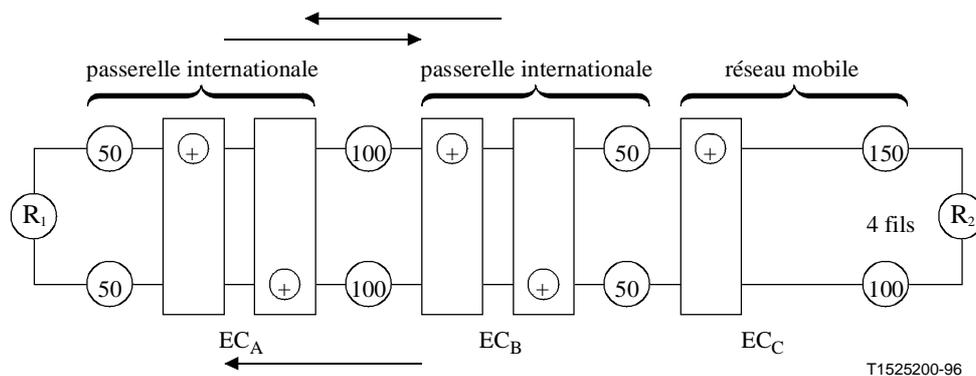


Figure I.2a/G.168 – Exemple de connexion internationale dont l'origine est analogique et l'extrémité est un réseau numérique cellulaire

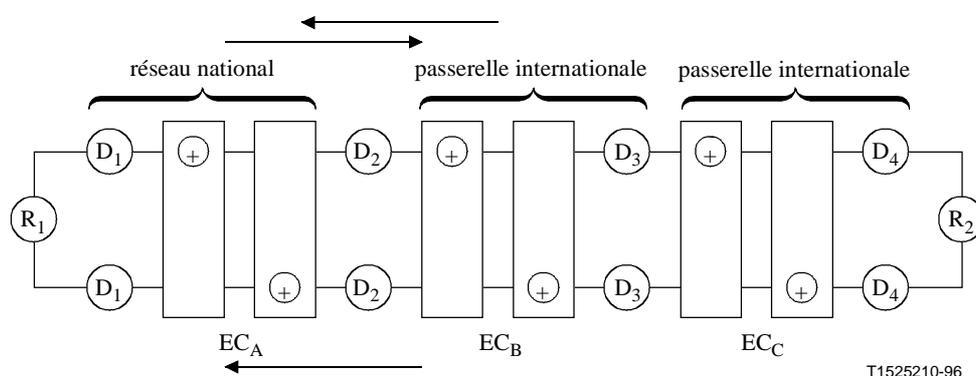


Figure I.2b/G.168 – Exemple de connexion internationale

I.6.5 Vitesse de convergence

Une vitesse élevée de convergence est souhaitable pour réduire l'écho pendant l'acquisition initiale et pour réduire l'écho au minimum quand le trajet d'écho change.

Certains annuleurs d'écho produisent du bruit en essayant d'adapter de façon continue le trajet d'écho. Ceci peut être apparenté à la vitesse d'adaptation. Cet effet est particulièrement visible et fâcheux, en particulier dans les conditions de la double parole, quand le processus d'adaptation est interrompu. Pour certaines réalisations d'annuleur, alors que la vitesse d'adaptation augmente au-delà des limites de vitesse optimale, la précision de la fonction de transfert après l'adaptation devient médiocre. Une vitesse élevée de convergence est souhaitable pour l'acquisition initiale, alors qu'une vitesse faible de convergence peut être nécessaire à la synchronisation ultérieure, étant donné que la fonction de transfert d'écho change très lentement. Le besoin d'une vitesse de convergence élevée quand les composantes variables dans le temps se trouvent sur le trajet d'écho fait l'objet d'un complément d'étude.

I.6.6 Réduction d'écho acoustique et conditions d'environnement

La question de la réduction de l'écho acoustique revêt une importance accrue en raison des postes téléphoniques mains libres. Bien que les aspects liés à l'annulation de l'écho acoustique et ceux liés à l'annulation de l'écho dans les réseaux aient des points communs, ils ont également des différences notables. Des questions telles que les points de niveau, l'affaiblissement du trajet d'écho naturel (ou gain), le degré d'affaiblissement de commutation de même que le niveau et le type de protection avec

Remplacée par une version plus récente

amorçage de sifflement (hurlement) sont toutes très importantes en vue d'étudier les annuleurs d'écho acoustique. En outre, il est important qu'un annuleur d'écho acoustique puisse être à même de fonctionner en harmonie avec un annuleur d'écho électrique.

Les téléphones analogiques mains libres rendant possible la double parole peuvent générer un signal d'écho acoustique. Ce signal d'écho est ajouté au signal d'écho électrique provenant de la connexion deux fils-quatre fils du circuit différentiel et ne peut pas être diminué suffisamment s'il est décorrélé. Des téléphones mains libres analogiques comprenant des dispositifs de compression dynamique peuvent amplifier le bruit de salle ambiant pendant les pauses de parole et le transférer vers l'entrée de l'annuleur d'écho sur le trajet d'émission. En raison des commutations dépendant des niveaux du signal dans les postes téléphoniques mains libres, le niveau du signal de la double parole peut être diminué à l'entrée de l'annuleur d'écho sur le trajet d'émission. Cela peut conduire à un écrêtage accru par le processeur non linéaire, puisque le niveau de ce signal de double parole peut chuter en dessous du niveau de seuil.

I.6.7 Nouveau service à commutation de circuits

On a laissé entendre qu'il pouvait être bénéfique de modifier le mode de neutralisation des annuleurs G.165 de sorte que l'annuleur neutralise avant la libération de la connexion, dès la réception de la tonalité de neutralisation.

Il a été indiqué qu'une procédure habituelle pour initialiser une transmission numérique dans certains réseaux par un réseau vocal numérique utilisant le codeur MIC uniquement était de faire précéder la transmission numérique d'une tonalité à 2100 Hz pour neutraliser n'importe quels annuleurs/supprimeurs d'écho dans le circuit. Les annuleurs restent cependant neutralisés tant que les données numériques transmises, lorsqu'elles sont interprétées comme des échantillons MIC, contiennent suffisamment d'énergie pour maintenir les annuleurs à l'état neutralisé. Le succès de cette méthode non normalisée dépend du contenu du flux de données numériques, des solutions propriétaires étant normalement utilisées pour garantir que ces annuleurs restent à l'état neutralisé, étant donné qu'il ne peut pas être garanti qu'un niveau de puissance suffisant pourra être maintenu. Quand le signal de neutralisation est engendré par des moyens numériques, une complexité supplémentaire est nécessaire pour les terminaux qui utilisent un protocole orienté bit et une interface série, en raison de l'incapacité du terminal à aligner les octets utilisés dans la voie de transmission.

Dans de telles conditions, le besoin d'un signal de neutralisation dans la bande de l'annuleur d'écho, non aligné sur les octets, fait l'objet d'un complément d'étude.

I.6.8 Bruit de confort

A mesure que le réseau téléphonique contient davantage de liaisons numériques, il devient de plus en plus vraisemblable que le trajet d'écho sera analogique, alors que le trajet des liaisons à grande distance sera numérique. Une conséquence est que le trajet à longue distance a un bruit de voie repos faible alors que le trajet d'écho a un bruit de voie repos plus élevé. Cela provoque en outre une situation appelée "modulation de bruit". Lors du fonctionnement du processeur non linéaire (NLP), le locuteur "entend" le bruit de voie repos du trajet d'écho, de même que le bruit ambiant distant. Ainsi, le locuteur entend les intervalles de parole avec du bruit de fond suivi par des intervalles de silence, ce qui peut être très fâcheux dans certaines instances.

Il existe deux méthodes connues relatives au bruit de confort. La première solution consiste à introduire du bruit pseudo-aléatoire pendant l'intervalle de silence. La seconde doit permettre à une partie du bruit de fond ou à du bruit de voie repos de traverser le processeur non linéaire.

Remplacée par une version plus récente

I.7 Aspects particuliers liés à la mise en réseau des équipements DCME/PCME

Il est bien connu que la réduction d'écho est nécessaire dans des circuits à long retard, tels que les liaisons satellite. Par ailleurs, il peut être nécessaire de réduire l'écho, même dans un circuit terrestre court, étant donné le retard additionnel de mise en mémoire tampon dans les équipements DCME ou PCME. Si l'écho est présent, il peut être classé comme parole et réduire le gain de compression.

Une interaction possible concerne l'effet de charge potentielle du bruit de confort injecté par l'annuleur d'écho sur des équipements DCME/PCME (voir la Figure I.3). Le fonctionnement de l'annuleur d'écho peut moduler le bruit analogique proche injecté sur l'accès S_{in} de l'annuleur d'écho. De ce fait, le détecteur de parole adaptatif des équipements DCME/PCME pourrait provoquer un mauvais classement de ce changement dans le niveau de bruit en présence de parole. Dans un tel cas, les équipements DCME/PCME transmettent du bruit impulsionnel comme de la parole et augmentent ainsi le facteur d'activité du circuit. Ceci a pour conséquence de réduire le gain de compression, et d'augmenter l'apparition de gel de voie dans certains systèmes.

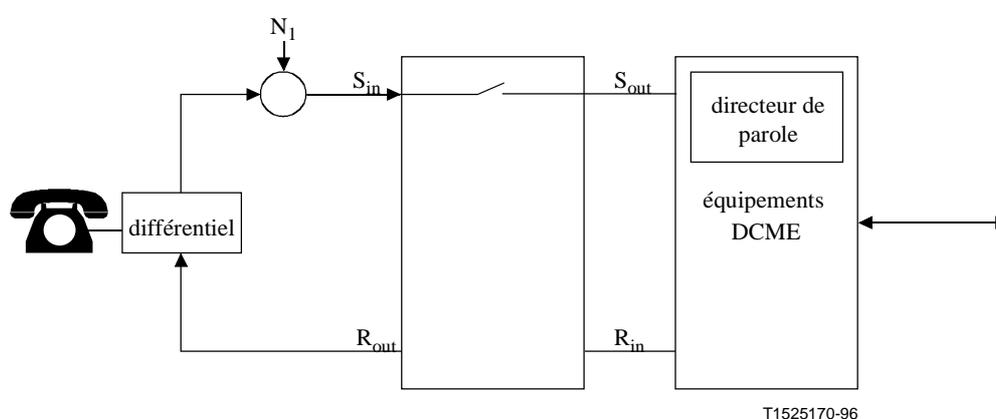


Figure I.3/G.168 – Interaction du détecteur de parole et du dispositif de réduction d'écho

I.7.1 Interaction détaillée

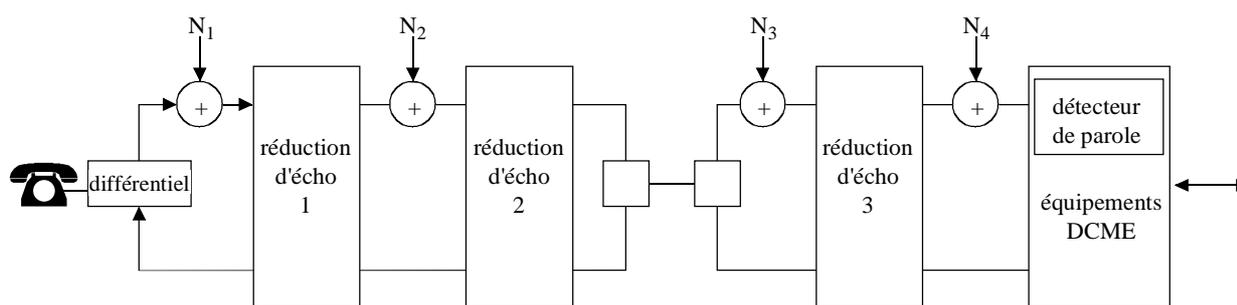
Cette interaction se produit comme suit:

- 1) la réception de la parole se produit à l'entrée réception (R_{in}) de l'unité de contrôle d'écho;
- 2) le supprimeur d'écho ou le processeur non linéaire (NLP) de l'annuleur est activé, en stoppant l'écho ou l'écho résiduel et en affaiblissant le bruit terrestre analogique généré du côté proche (N_1), présent à l'entrée émission (S_{in});
- 3) si une faible quantité de bruit est générée entre l'accès sortie émission (S_{out}) et l'entrée du détecteur de parole des équipements DCME, le seuil du détecteur de parole s'adapte à son niveau minimal (en général -50 dBm0);
- 4) quand la parole à la réception est interrompue, après un temps de maintien adapté de l'unité de contrôle d'écho, le supprimeur d'écho ou le processeur non linéaire de l'annuleur est fermé et le bruit terrestre généré du côté proche (N_1), tel qu'il est capté par le détecteur de parole des équipements DCME, réapparaît comme un changement brutal dans le niveau de bruit;
- 5) le changement brutal intervenu dans le niveau de bruit peut dépasser le seuil de détection de la parole, de sorte que les équipements DCME transmettent le bruit impulsionnel comme si c'était de la parole. La durée de l'impulsion du signal de bruit est fonction de la vitesse d'adaptation du détecteur de parole et du niveau de bruit terrestre généré du côté proche.

Remplacée par une version plus récente

Cette séquence se répète pour chaque salve de parole et produit une très fâcheuse salve de bruit, corrélée par de la parole entendue par des locuteurs distants chaque fois qu'ils s'interrompent.

Cette interaction ne se limite pas à des configurations de réseau équipées d'un dispositif unique de réduction d'écho. La Figure I.4 est l'illustration d'une configuration de réseau comportant de multiples dispositifs de réduction d'écho ayant des interactions avec un détecteur de parole DCME/PCME. Dans une telle configuration, le détecteur de parole DCME/PCME peut réagir à des augmentations incrémentielles de la puissance de bruit, provenant du supprimeur d'écho ou des activations de l'écrêteur de centre de l'annuleur d'écho sur les trajets d'émission des dispositifs de réduction d'écho 1 et 3 (le rôle de l'écrêteur de centre est d'éliminer les échos résiduels provenant d'une annulation imparfaite). Le détecteur de parole DCME/PCME subit tout d'abord une augmentation incrémentielle de la puissance de bruit provenant de l'activation du commutateur 3 du dispositif de réduction d'écho, suivie d'une seconde augmentation incrémentielle provenant de l'activation du commutateur 1. La variation du comportement pour lequel le détecteur de parole DCME/PCME réagit incorrectement à de telles augmentations incrémentielles de la puissance de bruit est fonction des niveaux de puissance N_1 , N_2 , N_3 et N_4 et de l'algorithme d'adaptation du seuil de détecteur de parole spécifique aux équipements DCME. Par exemple, les augmentations à deux niveaux de bruit présentées au détecteur de parole DCME/PCME, résultant de l'activation du commutateur ou de l'écrêteur de centre aux emplacements 1 et 3, sont masquées si le niveau de puissance N_4 est trop élevé. De façon similaire, les niveaux de puissance élevés de bruit en N_2 ou N_3 peuvent masquer des augmentations incrémentielles de la puissance de bruit provoquées par l'unité de contrôle d'écho 1.



T1525180-96

Figure I.4/G.168 – Dispositifs multiples de réduction d'écho dans une configuration de réseau DCME/PCME

I.7.2 Solutions possibles

Les interactions entre les dispositifs de contrôle d'écho et le détecteur de parole DCME peuvent être traitées selon plusieurs méthodes. Selon l'une de ces méthodes, le dispositif de contrôle d'écho pourrait être modifié pour contrôler le bruit généré par la terre à l'accès d'entrée émission. Quand le trajet de transmission dans le sens émission est interrompu, un niveau approprié de bruit doit être injecté dans la sortie émission en direction des équipements DCME, afin de maintenir le bruit capté par le détecteur de parole à un niveau constant (bruit de confort) et d'éviter l'activation du détecteur de parole. Tous les annuleurs d'écho peuvent utiliser cette méthode, en raison de la multiplicité des dispositifs de réduction d'écho utilisés et du caractère unique de cette application.

Dans une seconde méthode, le seuil adaptatif du détecteur de parole des équipements DCME/PCME est gelé en présence de parole sur la voie de réception correspondante.

Remplacée par une version plus récente

Une troisième méthode est de spécifier un détecteur de parole adaptatif avec une option d'adaptation rapide, ce qui permettrait d'enregistrer les changements incrémentiels dans le niveau de bruit et de réduire au minimum les bruits impulsionnels.

Les méthodes décrites ci-dessus peuvent ne pas être acceptables en raison du grand nombre de dispositifs différents de contrôle d'écho utilisés et du caractère unique de l'application proposée. Par ailleurs, l'élargissement du parc des annuleurs empêche qu'une mise en phase rapide soit prise en compte dans les nouveaux annuleurs d'écho.

Ce thème fera l'objet d'un complément d'étude et pourra conduire à l'élaboration de Recommandations qui modifieront la Recommandation G.165 pour tenir compte de la nouvelle génération des annuleurs d'écho. L'idée principale du présent sous-paragraphe est que la solution dépendra des procédures de détection de parole qui seront utilisées à la fois pour les équipements DCME/PCME et pour les annuleurs d'écho.

I.8 Aspects concernant les caractéristiques de fonctionnement des annuleurs d'écho dans les conditions de la double parole

I.8.1 Introduction

Une situation de double parole (comme le suggère le nom) est susceptible de se produire quand les deux signaux présents à l'entrée d'un annuleur d'écho ont des caractéristiques de parole active.

Le signal de la source composite qui simule la double parole comprend une rafale (d'énergie constante) et une pause réelle. On a cependant montré qu'un signal plus approprié de double parole pouvait être obtenu par un signal constitué de deux rafales dotées d'une énergie de signal fort; ces deux rafales sont identiques au signal initial, tandis que la pause est remplie d'un signal de la source composite (CSS) raccourcie comprenant un son voisé, une séquence de bruit et une pause réelle. La Figure I.5 indique que le signal de double parole a été modifié avec une longueur de séquence de 800 ms.

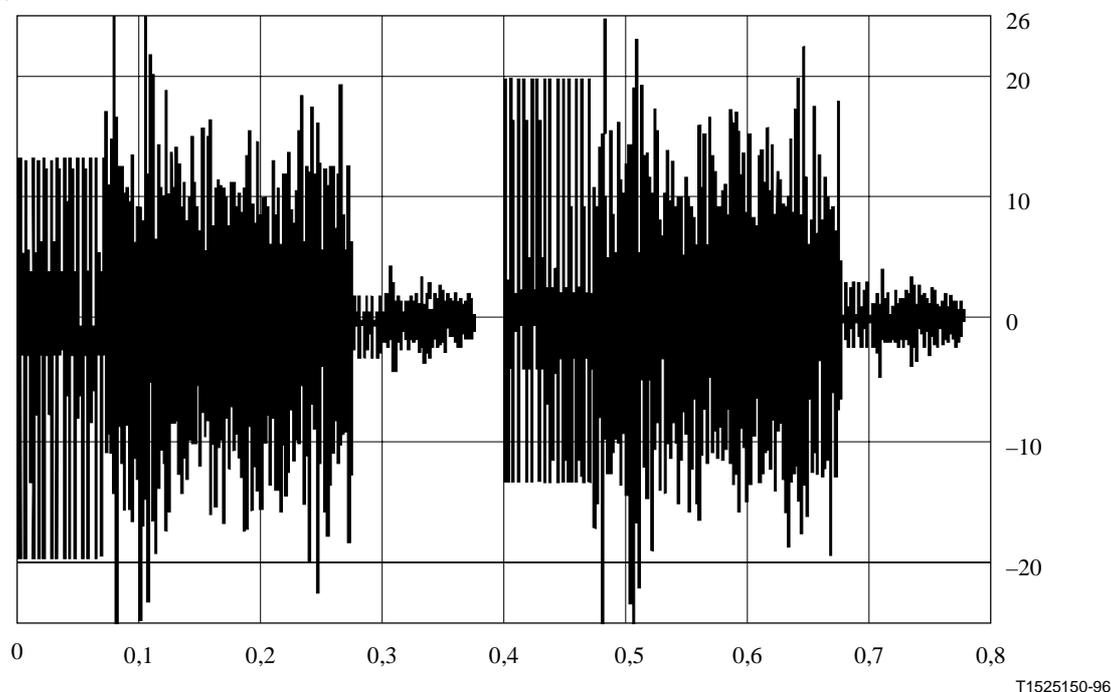


Figure I.5/G.168 – Signal de double parole modifié

Remplacée par une version plus récente

I.8.2 Paramètres de double parole

Les caractéristiques des annuleurs d'écho dans les conditions de double parole sont déterminées par de nombreux paramètres. Les aspects suivants sont obtenus à partir des enregistrements et des essais prévoyant l'écoute:

- une des dégradations les plus notables lors de l'écoute du signal de double parole est due à l'introduction erronée du processeur non linéaire (NLP) pendant la parole continue;
- les intervalles de parole provoqués par le processeur non linéaire (NLP) comme cela est mentionné ci-dessus pendant la parole continue semblent être plus fâcheux que la mutilation au début de la séquence de la double parole (premier mot du premier son);
- la détectabilité et la gêne provoquée par les signaux d'écho dans les conditions de la double parole dépendent du niveau et du son de signal d'écho;
- les annuleurs d'écho se comportent différemment si la double parole intervient au début de l'adaptation ou après l'achèvement de la convergence.

I.8.3 Analyse des paramètres techniques ayant une influence sur les caractéristiques de fonctionnement dans les conditions de la double parole

Les paramètres suivants doivent être pris en compte lors de la définition du signal d'essai et de la procédure de mesure:

- niveaux de signal aux accès R_{in} et S_{gen} (signal de réception et signal de double parole);
- rapport de niveaux et diagramme temporel pour les deux signaux aux accès R_{in} et S_{gen} ;
- temps de double parole (statut de convergence de l'annuleur d'écho);
- durée de la double parole.

Les caractéristiques de l'annuleur d'écho sont elles-mêmes déterminées par des paramètres techniques tels que:

- 1) la sensibilité de détection de la double parole;
- 2) le niveau de seuil de détection de la double parole (introduction du processeur non linéaire, contrôle adaptatif éventuel);
- 3) la fiabilité de détection de la double parole;
- 4) le temps de commutation du processeur non linéaire (NLP);
- 5) le temps de maintien de détection de la double parole;
- 6) les caractéristiques de fréquence de l'affaiblissement du signal d'écho résiduel mesurées entre l'accès R_{in} et l'accès S_{out} (affaiblissement d'adaptation pour l'écho par rapport à la fréquence, "son" du signal d'écho);
- 7) divergence dans les conditions de la double parole.

Par rapport à ces facteurs, les paramètres dominants peuvent être classifiés en différents groupes:

- les points 1 à 3 sont déterminés par les caractéristiques de détection de la double parole (sensibilité, fiabilité);
- les caractéristiques de commutation du processeur non linéaire déterminent les points 4 et 5;
- les points 6 et 7 (caractéristiques de fréquence, c'est-à-dire affaiblissement d'adaptation pour l'écho par rapport à la fréquence et à la divergence) dépendent de l'algorithme de filtrage.

Une procédure de mesure appropriée dans l'évaluation des caractéristiques de la double parole nécessite une séquence de mesure appropriée. Une association de deux signaux de la source composite a été obtenue de façon à reproduire des séquences normales de double parole. Les deux signaux sont décrits dans la Recommandation P.501. La longueur du signal de la source composite

Remplacée par une version plus récente

pour la mesure est égale à 700 ms, le second signal de la source composite simulant la double parole injectée dans le trajet d'écho ayant une durée de 800 ms. En raison de leur longueur de séquence différente, les rapports de niveaux sur les deux entrées R_{in} et S_{gen} (ou) S_{in} des annuleurs d'écho changent, si les deux signaux sont répétés périodiquement. Les mêmes rapports peuvent être observés si on utilise des signaux de parole réelle. Différentes mesures effectuées sur divers annuleurs d'écho indiquent que cette association de signaux reproduit les résultats obtenus dans les conditions de la double parole par rapport à la parole simple.

I.8.4 Essais subjectifs

Des essais subjectifs ont été effectués dans le but de qualifier les effets de l'annulation d'écho qui ne peuvent pas être saisis par des mesures objectives.

Les résultats des essais, évalués par des auditeurs non qualifiés et qualifiés, ont indiqué qu'une dégradation d'un signal de double parole émis était due principalement à l'introduction du processeur non linéaire pendant la parole continue, dans la mesure où les annuleurs d'écho ont achevé la convergence. Dans la mesure où le signal de la source composite est utilisé dans une procédure de mesures objectives, les caractéristiques de commutation peuvent être facilement déterminées après une rafale du signal de la double parole, parce que l'ensemble des composantes représente une durée qui est définie précisément pour le signal de la source composite (CSS). Des essais subjectifs ont indiqué que des caractéristiques satisfaisantes pouvaient être obtenues pour la double parole, même avec des niveaux de signal de double parole inférieurs de 15 dB aux niveaux du signal à l'entrée réception. Si les rafales de signaux de la source composite en double parole ne sont pas complètement transmises, il est très probable que des intervalles de parole plus longs se produiront. La méthodologie des essais subjectifs sur les annuleurs d'écho est actuellement étudiée par la Commission d'études 12, et leur corrélation avec les essais objectifs appelle un complément d'étude.

Remplacée par une version plus récente

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	Systemes et supports de transmission, systemes et reseaux numeriques
Série H	Systemes audiovisuels et multimédias
Série I	Reseau numerique 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 reseaux: systemes 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 reseaux 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 reseau téléphonique
Série X	Reseaux pour données et communication entre systemes ouverts
Série Z	Langages de programmation