



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

CCITT

COMITÉ CONSULTATIF
INTERNATIONAL
TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE

G.165

(11/1988)

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

Caractéristiques générales des communications et des
circuits téléphoniques internationaux – Dispositifs
associés à des circuits téléphoniques de grande longueur

ANNULEURS D'ÉCHO

Réédition de la Recommandation du CCITT G.165 publiée
dans le Livre Bleu, Fascicule III.1 (1988)

NOTES

- 1 La Recommandation G.165 du CCITT a été publiée dans le fascicule III.1 du Livre Bleu. Ce fichier est un extrait du Livre Bleu. La présentation peut en être légèrement différente, mais le contenu est identique à celui du Livre Bleu et les conditions en matière de droits d'auteur restent inchangées (voir plus loin).
- 2 Dans la présente Recommandation, le terme «Administration» désigne indifféremment une administration de télécommunication ou une exploitation reconnue.

© UIT 1988, 2007

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

Recommandation G.165

ANNULEURS D'ÉCHO

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

1 Considérations générales

1.1 Les annuleurs d'écho sont des dispositifs commandés par la voix, placés dans la partie à quatre fils d'un circuit (il peut s'agir du trajet d'un circuit individuel ou d'un trajet de transmission d'un signal multiplex) et servant à réduire l'écho en soustrayant de l'écho du circuit une certaine fraction estimée de cet écho. Ils peuvent être caractérisés par le fait que la transmission ou que la soustraction d'écho fait appel à des moyens analogiques ou numériques (voir les figures 1/G.165, 2/G.165 et 3/G.165).

1.2 La présente Recommandation est applicable aux projets de constructions des annuleurs d'écho utilisant des techniques numériques ou analogiques et destinés à être utilisés dans un circuit international. Les annuleurs d'écho conçus d'après les spécifications de la présente Recommandation sont compatibles entre eux et avec les supprimeurs d'écho conçus d'après les spécifications des Recommandations G.161 [1] et G.164. La compatibilité est définie au § 1.4 de la Recommandation G.164. Toute latitude est autorisée en ce qui concerne les modalités de conception si elles ne sont pas précisées dans les caractéristiques.

Les annuleurs d'écho peuvent être utilisés à des fins autres que l'élimination de l'écho dans le réseau sur les circuits internationaux, par exemple, dans des répéteurs actifs hybrides à deux fils/quatre fils ou dans des répéteurs à deux fils, mais la présente Recommandation ne s'applique pas à ces annuleurs d'écho.

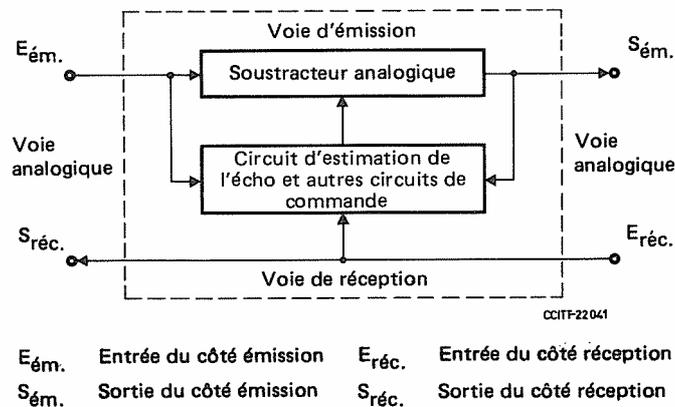


FIGURE 1/G.165

Annuleur d'écho du type A

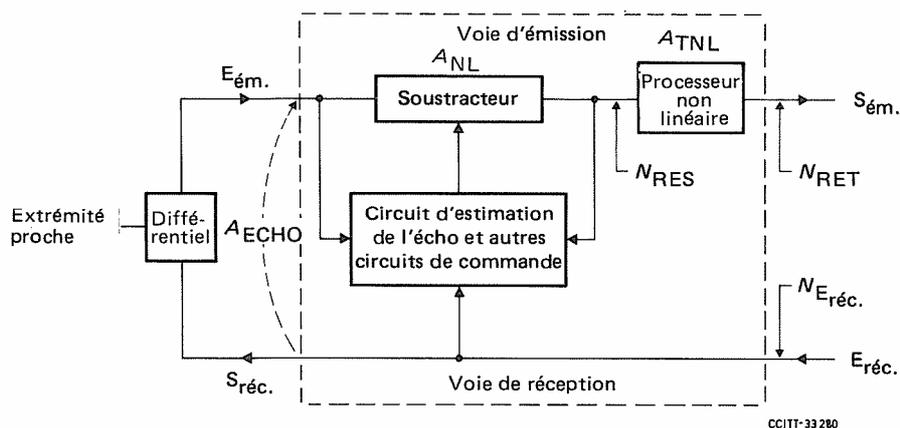


FIGURE 4/G.165
Annuleur d'écho

2.2 affaiblissement d'écho (A_{ECHO})

E: echo loss (A_{ECHO})

S: atenuación del eco (A_{ECO})

Affaiblissement d'un signal entre les bornes de sortie du côté réception ($S_{réc.}$) et les bornes d'entrée du côté émission ($E_{ém.}$) d'un annuleur d'écho, dû à l'affaiblissement de transmission et à l'affaiblissement du circuit différentiel, c'est-à-dire à l'affaiblissement sur le trajet d'écho.

Remarque - Cette définition ne correspond pas entièrement à la définition de l'affaiblissement d'écho donnée au § 2.2 de la Recommandation G.122 qui s'applique à l'affaiblissement sur le trajet *a-t-b* au point de vue de l'extrémité virtuelle du circuit international. L'annuleur d'écho peut être situé plus près du point de réflexion de l'écho.

2.3 annulation (A_{NL})

E: cancellation (A_{CANC})

S: compensación; cancelación (A_{COMP})

Affaiblissement que subit le signal d'écho lorsqu'il passe par la voie d'émission d'un annuleur d'écho. Cette définition exclut spécifiquement tout traitement non linéaire à la sortie de l'annuleur pour obtenir un plus grand affaiblissement.

2.4 niveau d'écho résiduel (N_{RES})

E: residual echo level (L_{RES})

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

Niveau du signal d'écho qui subsiste aux portes de sortie côté émission, d'un annuleur d'écho en fonctionnement après compensation imparfaite de l'écho du circuit. Il est obtenu par rapport au niveau du signal d'entrée côté réception $N_{Eréc.}$ selon l'expression:

$$N_{RES} = N_{Eréc.} - A_{ECHO} - A_{NL}$$

Tout traitement non linéaire est exclu.

2.5 processeur non linéaire (PNL)

E: nonlinear processor (NLP)

S: procesador no lineal (PNL)

Un dispositif comportant un seuil de suppression défini et dans lequel:

- a) les signaux dont le niveau s'avère être inférieur au seuil sont supprimés; et
- b) les signaux dont le niveau s'avère supérieur au seuil passent malgré une éventuelle distorsion du signal.

Remarque 1 – La précision de fonctionnement d'un processeur non linéaire dépend de l'algorithme de détection et de commande utilisé.

Remarque 2 – Un écrêteur de centre analogique dans lequel tous les niveaux de signaux inférieurs à un seuil défini sont confinés à une valeur minimale est un exemple de processeur non linéaire.

2.6 affaiblissement par traitement non linéaire (A_{TNL})

E: *nonlinear processing loss* (A_{NLP})

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

Affaiblissement supplémentaire du niveau d'écho résiduel au moyen d'un traitement non linéaire placé dans la voie d'émission d'un annuleur d'écho.

Remarque – Théoriquement, l'affaiblissement obtenu par un procédé non linéaire ne peut pas être exprimé en dB. Toutefois, aux fins d'illustration et de discussion du fonctionnement des annuleurs d'écho, il est utile d'utiliser le A_{TNL} avec prudence.

2.7 niveau de retour d'écho (N_{RET})

E: *returned echo level* (L_{RET})

S: *nivel del eco devuelto* (N_{DEV})

Niveau du signal aux bornes de sortie du côté émission, d'un annuleur d'écho en fonctionnement, qui est renvoyé à la personne qui parle. L'affaiblissement obtenu par le dispositif non linéaire est inclus s'il est normalement présent. N_{RET} est obtenu par rapport à $N_{\text{Eréc}}$. selon l'expression:

$$N_{\text{RET}} = N_{\text{Eréc}} - (A_{\text{ECHO}} + A_{\text{NL}} + A_{\text{TNL}}).$$

En l'absence de traitement non linéaire, il convient de noter que $N_{\text{RES}} = N_{\text{RET}}$.

2.8 affaiblissement combiné (A_{COM})

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

S: *atenuación combinada* (A_{COMB})

Somme de l'affaiblissement de l'écho, de l'affaiblissement par annulation et de l'affaiblissement par traitement non linéaire (le cas échéant). Cet affaiblissement est obtenu par rapport à $N_{\text{Eréc}}$. et à N_{RET} selon l'expression:

$$N_{\text{RET}} = N_{\text{Eréc}} - A_{\text{COM}}, \text{ où } A_{\text{COM}} = A_{\text{ECHO}} + A_{\text{NL}} + A_{\text{TNL}}.$$

2.9 convergence

E: *convergence*

S: *convergencia*

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

2.10 temps de convergence

E: *convergence time*

S: *tiempo de convergencia*

Pour un trajet d'écho donné, intervalle de temps entre le moment où un signal d'essai défini est appliqué aux bornes d'entrée du côté réception d'un annuleur d'écho, la réponse impulsionnelle estimée du trajet d'écho étant fixée initialement à zéro, et le moment où le niveau de retour d'écho aux bornes de sortie du côté émission atteint un niveau défini.

2.11 temps de fuite

E: leak time

S: tiempo de fuga

Intervalle de temps entre le moment où un signal d'essai cesse d'être appliqué aux bornes d'entrée du côté réception d'un annuleur d'écho ayant entièrement convergé et le moment où le modèle de trajet d'écho de cet annuleur subit un changement tel que, si on applique de nouveau un signal d'essai aux bornes d'entrée du côté réception (les circuits de convergence étant neutralisés), le retour d'écho a un niveau défini.

Cette définition s'applique aux annuleurs d'écho dont les circuits de convergence comprennent par exemple des intégrateurs avec fuite.

3 Caractéristiques des annuleurs d'écho

3.1 Considérations générales

La présente Recommandation s'applique aux projets de réalisation d'annuleurs d'écho. On suppose qu'il s'agit de demi-annuleurs d'écho, c'est-à-dire d'appareils dans lesquels l'annulation a lieu uniquement dans le trajet d'émission sous l'effet de signaux présents dans le trajet de réception.

3.2 Objet, mode de fonctionnement et cadre de fonctionnement

Dans tout circuit téléphonique à deux fils et dans toutes les combinaisons possibles de circuits à deux et à quatre fils, c'est le défaut d'adaptation des impédances qui provoque l'apparition de l'écho. On peut utiliser un annuleur d'écho afin de ramener le niveau de l'écho à une valeur tolérable.

L'écho présent aux bornes d'entrée du côté émission d'un annuleur d'écho est une copie déformée et différée des paroles provenant de l'extrémité distante; plus précisément, l'écho est constitué de ces paroles telles qu'elles sont modifiées par le trajet d'écho. Le trajet d'écho est communément décrit par sa réponse impulsionnelle (voir la figure 5/G.165). Pour un trajet d'écho typique, cette réponse comporte un retard pur t_r , dû aux retards inhérents aux éléments de transmission du trajet d'écho, et un signal dispersé dû à la limitation de bande et aux réflexions multiples. Leur somme constitue le retard de trajet d'écho t_d . Les valeurs de ce retard et de cette dispersion dépendent des propriétés du trajet d'écho; elles peuvent par exemple être différentes sur différents réseaux nationaux. On admet que les trajets d'écho sont fondamentalement linéaires et qu'ils ne varient pas continuellement², par exemple, qu'ils n'ont pas de roulis de phase (voir la Recommandation G.164). En outre, l'affaiblissement du trajet d'écho en dB (voir le § 2.2) aura probablement une valeur telle que l'affaiblissement minimal entre la borne de sortie du côté réception et la borne d'entrée du côté émission de l'annuleur d'écho sera égal à la différence entre les niveaux relatifs à ces deux bornes majorée de 6 dB. Les annuleurs d'écho conçus conformément à la présente Recommandation fonctionneront correctement avec un affaiblissement d'écho (A_{ECHO}) supérieur ou égal à 6 dB. Avec un (A_{ECHO}) inférieur à 6 dB, ils peuvent aussi fonctionner, mais moyennant une dégradation de la qualité de fonctionnement. Il n'est pas possible de quantifier cette dégradation de la qualité de fonctionnement.

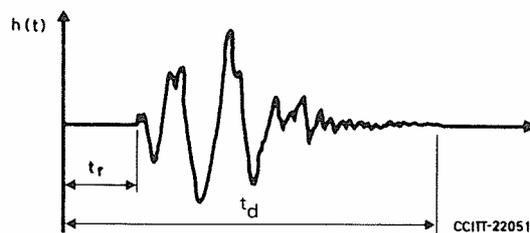


FIGURE 5/G.165

Exemple d'une réponse impulsionnelle d'un trajet d'écho

² Les annuleurs d'écho prévus spécifiquement pour des trajets d'écho non linéaires et/ou dépendant du temps doivent probablement être beaucoup plus compliqués que les autres. Il semble que les renseignements disponibles sont insuffisants pour permettre d'inclure de tels annuleurs d'écho dans la présente Recommandation. Les annuleurs d'écho conformes à la présente Recommandation sont du type adaptatif; ils sont capables de faire face aux variations lentes sur les trajets des courants d'écho lorsque les seuls signaux présents sont des signaux vocaux à la réception.

Un annuleur d'écho doit être capable de faire la synthèse d'une copie de la réponse impulsionnelle du trajet d'écho. Dans bien des annuleurs d'écho, la simulation du trajet d'écho se fait au moyen d'une représentation dans laquelle on échantillonne les données au taux de Nyquist (8000 Hz). Pour qu'il puisse fonctionner correctement, l'annuleur d'écho doit avoir une capacité de mémoire suffisante pour le nombre d'échantillons voulu³. Si les positions de stockage sont trop peu nombreuses, le compensateur ne pourra pas faire convenablement la synthèse de tous les trajets d'écho; si elles sont trop nombreuses, il en résultera un bruit supplémentaire indésirable dû aux positions inutilisées qui, par suite du bruit dû à l'estimation, ne sont généralement pas réduites à zéro. Il convient de reconnaître qu'un annuleur d'écho introduit un trajet d'écho parallèle supplémentaire. Si la réponse impulsionnelle du modèle de trajet d'écho diffère suffisamment de celle du trajet de l'écho lui-même, l'écho total envoyé risque d'être supérieur à celui qui est dû au trajet d'écho à lui seul.

Les trajets d'écho changent tandis que l'annuleur d'écho est utilisé dans des communications successives. Lorsque les paroles commencent à arriver aux bornes d'entrée du côté réception, le compensateur d'écho doit s'adapter (ou converger) au nouveau trajet d'écho et il est souhaitable que cela se fasse assez vite, par exemple, en moins d'une demi-seconde. De même, l'écho résiduel devrait être faible quels que soient le niveau des paroles reçues et les caractéristiques du trajet d'écho. Certaines Administrations estiment qu'un niveau légèrement supérieur peut être autorisé pour l'écho résiduel, à condition que celui-ci soit encore réduit par application, à un faible degré, d'un traitement non linéaire. (Voir le § 5.)

Lorsque l'abonné commence à parler alors que des paroles arrivent encore de son correspondant éloigné (double parole), il peut se faire que l'annuleur d'écho interprète le signal émis comme un nouveau signal d'écho et essaie de s'y adapter. Cela risque de dégrader sérieusement la qualité subjective de la communication. Non seulement l'annulation de l'écho est réduite, mais encore le signal de double parole risque de subir une distorsion du fait que l'annuleur essaie dynamiquement de s'adapter. Deux solutions se présentent généralement en pareil cas. L'une consiste à utiliser un algorithme qui entraîne une adaptation lente pendant les périodes de double parole. L'autre consiste à employer un détecteur de double parole semblable à celui que l'on met en oeuvre dans les supprimeurs d'écho. Cependant, un tel détecteur employé dans un annuleur d'écho ne joue pas le même rôle que lorsqu'il est employé dans un supprimeur d'écho, car il doit en général favoriser l'intervention aux dépens du fonctionnement intempestif en présence d'écho.

Les annuleurs d'écho sont ainsi soumis aux conditions essentielles suivantes:

- 1) convergence rapide;
- 2) faible niveau subjectif de retour d'écho lorsque l'un des deux interlocuteurs est seul à parler;
- 3) faible divergence en cas de double parole.

Lorsque des annuleurs d'écho sont installés sur le côté abonné de l'équipement de signalisation internationale, les tonalités de signalisation ne les traversent pas, en sorte qu'aucune action spéciale ne doit être prise. Si les annuleurs se trouvent sur le côté international de l'équipement de signalisation, ils sont normalement neutralisés par le commutateur pendant les intervalles d'échange actif de signalisation afin d'empêcher toute distorsion des tonalités de signalisation par l'annuleur d'écho. Lorsque des tonalités de signalisation apparaissent simultanément aux bornes de réception et d'émission d'un annuleur d'écho (double conversation), le signal reçu est traité selon le modèle de trajet d'écho que contient l'annuleur. L'évaluation du signal produite par l'annuleur peut provoquer une distorsion suffisante du signal sur le côté émission pour qu'il soit impossible à l'unité de réception de la signalisation de le reconnaître correctement (Remarque 1). Un annuleur d'écho doit être neutralisé pendant la transmission des signaux de contrôle de continuité des systèmes de signalisation n° 6 et n° 7 du CCITT (Remarque 2). Si un annuleur d'écho conforme à la Recommandation G.165 se trouvant sur le côté international d'unités de signalisation du système n° 5 du CCITT est en activité, il perturbe l'échange de signaux asservis en permanence de ce système si des précautions additionnelles spéciales ne sont pas prises (voir la Recommandation Q.115 où l'on trouvera davantage de détails à ce sujet).

Remarque 1 – Ce problème peut ne pas se présenter avec certains modèles d'annuleurs d'écho si les fréquences d'émission et de réception ne sont pas les mêmes.

Remarque 2 – La Recommandation Q.271 pour le système de signalisation n° 6 du CCITT et la Recommandation Q.724 pour le système de signalisation n° 7 du CCITT comportent toutes la disposition suivante: «La présence de supprimeurs d'écho actifs dans le circuit empêchant tout essai de continuité, il faut neutraliser ces supprimeurs au cours de cet essai et les réactiver, si nécessaire, une fois le contrôle terminé.»

³ Les annuleurs d'écho ayant des capacités de mise en mémoire de 16 à 40 ms ont été essayés avec succès. Le retard de trajet d'écho maximal t_d dans le réseau sur lequel l'annuleur sera utilisé déterminera la capacité de mise en mémoire requise.

3.3 *Mise en action et neutralisation sous l'effet d'une cause extérieure*

L'anneleur d'écho devrait au choix permettre la mise en action ou la neutralisation sous l'effet d'une mise à la terre extérieure provenant du circuit interurbain. Cet élément aurait pour fonction de permettre ou d'empêcher, selon le cas, le fonctionnement normal des anneleurs d'écho. Certains anneleurs d'écho du type C peuvent être neutralisés directement par un signal numérique. Certains signaux numériques de données peuvent exiger la fourniture par des anneleurs d'écho du type C d'une intégrité de séquence de bits à 64 kbit/s dans l'état de neutralisation depuis l'extérieur.

3.4 *Essais et caractéristiques de qualité de fonctionnement lorsque des signaux d'entrée sont appliqués à la voie d'émission et à la voie de réception*

3.4.1 *Qualité de transmission*

Les conditions de qualité de transmission pertinentes de la Recommandation G.164 s'appliquent aussi aux anneleurs d'écho, excepté pour les points indiqués ci-après.

3.4.1.1 *Distorsion de temps de propagation - Type A*

La distorsion de temps de propagation par rapport au temps de propagation minimum ne doit pas dépasser les valeurs indiquées au tableau 1/G.165.

TABLEAU 1/G.165

Bande de fréquences (Hz)	Distorsion du temps de propagation (μ s)
500 à 600	300
600 à 1000	150
1000 à 2600	50
2600 à 3000	250

3.4.1.2 *Distorsion d'affaiblissement – Type A*

La distorsion d'affaiblissement doit être telle que si Q dB est l'affaiblissement à 800 Hz (ou 1000 Hz), l'affaiblissement sera compris entre, $(Q + 0,5)$ dB et $(Q - 0,2)$ dB pour toutes les fréquences de la bande allant de 300 à 3400 Hz et, $(Q + 1)$ dB et $(Q - 0,2)$ dB pour la fréquence de 200 Hz.

3.4.1.3 *Temps de propagation de groupe – Type C*

Le temps de propagation de groupe sur la voie d'émission doit être réduit à un minimum et ne doit pas dépasser 1 ms. Aucun retard notable ne doit intervenir sur la voie de réception.

Remarque – La création de sauts de trames dans le trajet d'écho peut conduire à la dégradation périodique des anneleurs d'écho. Si un retard est nécessaire pour synchroniser les trains numériques émission et réception, le retard global admissible sur la voie émission, y compris le temps de propagation de groupe susmentionné, ne doit pas dépasser 1 ms et, sur la voie réception, 250 μ s.

3.4.1.4 *Temps de propagation de groupe – Type D*

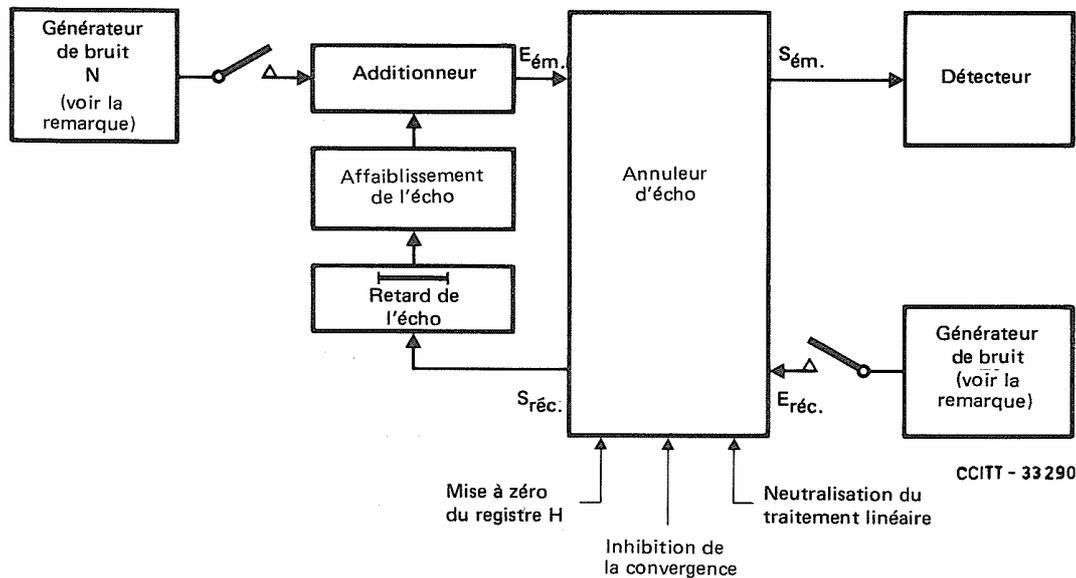
Le temps de propagation de groupe sur les voies d'émission et de réception doit être conforme aux spécifications du § 3.4.1.3 pour les anneleurs d'écho de type C, compte tenu, de plus, du temps de propagation autorisé pour les codecs dans la Recommandation G.712.

3.4.2 *Qualité de fonctionnement des anneleurs d'écho*

Les spécifications de qualité suivantes concernent les anneleurs d'écho équipés de processeurs non linéaires. (Pour les anneleurs d'écho non équipés d'un processeur non linéaire, voir l'annexe A.)

Pour les essais, on suppose que le processeur non linéaire peut être neutralisé, que la mémoire de la réponse impulsionnelle sur le trajet d'écho (registre H) peut être vidée (mise à zéro) et que l'adaptation peut être neutralisée.

Pour définir les conditions requises, on décrit les essais réalisés en appliquant des signaux aux bornes d'entrée du côté réception et du côté émission d'un annuleur d'écho et en mesurant les signaux à la sortie du côté émission. Le montage expérimental est représenté à la figure 6/G.165. On suppose que le niveau relatif de puissance des bornes est égal à 0 dBr. Le bruit à limitation de bande est utilisé comme signal d'essai à l'entrée du côté réception. L'affaiblissement d'écho est indépendant de la fréquence.



Remarque – Les conditions requises énoncées au § 3.4.2 se fondent sur l'emploi de bruit blanc à bande limitée (300 à 3400 Hz) comme signal d'essai. L'utilisation d'un bruit mis en forme selon la Recommandation G.227 est possible. L'applicabilité des conditions requises énoncées au § 3.4.2 doit toutefois être confirmée et fait l'objet d'une étude.

L'emploi de signaux d'essai de remplacement plus représentatifs de la voix réelle, ainsi que la possibilité de modifier les procédures et conditions requises des essais, sont également en cours d'étude.

FIGURE 6/G.165

Essai pour la qualité de fonctionnement des annuleurs d'écho

L'annuleur d'écho est avant tout destiné à réduire l'écho d'un signal de déclenchement de la parole. Cela se fait en produisant par synthèse une copie de la réponse impulsionnelle du trajet d'écho et en l'utilisant pour obtenir une estimation de l'écho qui est soustrait de l'écho réel du circuit. Cette synthèse doit être faite au moyen d'un signal téléphonique d'entrée. Il est difficile de définir un signal téléphonique d'essai; les essais suivants sont des essais types pour lesquels on utilise un signal de mesure de bruit à limitation de bande, surtout pour la commodité et la répétabilité des mesures. Avant que ces essais soient effectués sur un annuleur d'écho, il convient de s'assurer que celui-ci produit par synthèse une copie correcte de la réponse impulsionnelle du trajet d'écho à partir d'un signal vocal d'entrée et de l'écho correspondant. Les signaux vocaux ne sont pas utilisés dans les essais décrits dans le présent § 3.3. De plus, le processeur non linéaire de l'annuleur d'écho doit être conçu de manière à minimaliser et à éviter potentiellement les effets perceptibles de mutilation de la double conversation et les contrastes de bruits [voir la note a) au tableau 1/G.164]. Des essais visant à garantir le bon fonctionnement sont à l'étude.

3.4.2.1 Essai no 1 – Essai effectué pour mesurer le niveau d'écho résiduel et de retour d'écho en régime permanent

Cet essai a pour objet de s'assurer que l'annulation en régime permanent (A_{NL}) est suffisante pour produire un niveau d'écho résiduel assez faible pour permettre l'utilisation d'un traitement non linéaire sans dépendance excessive à l'égard de ce traitement.

Le registre H est initialement libéré, un signal de réception est appliqué pendant un temps suffisant pour que l'annuleur converge produisant un niveau d'écho résiduel en régime permanent.

Conditions (provisoires)

Le registre H étant au début mis à zéro, le processeur non linéaire neutralisé, pour toute valeur d'un signal d'entrée du côté réception telle que $-30 \text{ dBm0} \leq N_{\text{Eréc.}} \leq -10 \text{ dBm0}$ et pour toutes les valeurs de l'affaiblissement d'écho $\geq 6 \text{ dB}$, avec un retard du trajet d'écho, $t_d \leq \Delta \text{ ms}^4$, le niveau d'écho résiduel doit être inférieur ou égal à celui qu'indique la figure 7/G.165. Lorsque le processeur non linéaire est mis en action, le niveau de retour d'écho doit être inférieur à -65 dBm0 .

Remarque – La Recommandation G.113 autorise jusqu'à 5 codecs MIC dans le trajet d'écho. Aucune vérification n'a été effectuée pour déterminer si la condition requise de la figure 7/G.165 était remplie dans ce cas. Cette question est à l'étude.

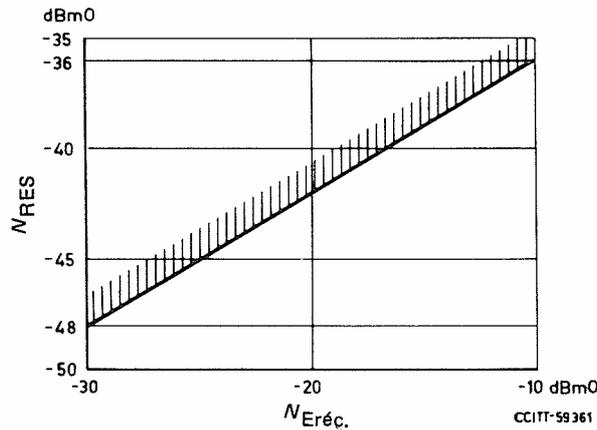


FIGURE 7/G.165

3.4.2.2 Essai n° 2 – Essai de convergence

Cet essai a pour objet de vérifier que l'annuleur d'écho converge rapidement pour toutes les combinaisons de niveau du signal d'entrée et du trajet d'écho et que le niveau de retour d'écho reste suffisamment faible. Le registre H est d'abord libéré et l'adaptation est inhibée. Le détecteur de double parole, s'il existe, est placé en mode de fonctionnement «double parole» par application de signaux aux bornes d'entrée du côté émission et d'entrée du côté réception. Le signal du côté émission est supprimé et l'adaptation est, simultanément, mise en action. Le degré d'adaptation, mesuré par le niveau de retour d'écho, dépend des caractéristiques de convergence de l'annuleur d'écho et du temps de maintien requis pour la détection de l'état de double parole.

La procédure à suivre pour cet essai est la suivante: on met à zéro le registre H et on inhibe l'adaptation. Le signal N est appliqué avec un niveau de -10 dBm0 et, d'autre part, on applique un signal à l'entrée de réception. On supprime ensuite le signal N et, simultanément, on met en action l'adaptation (voir la figure 8/G.165). Au bout de 500 ms, on inhibe l'adaptation et on mesure le niveau de retour d'écho. Le processeur non linéaire doit être mis en action.

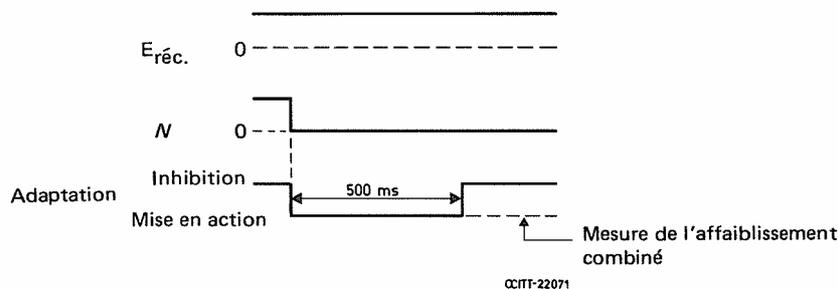


FIGURE 8/G.165

⁴ On peut réaliser des annuleurs d'écho différents de façon qu'ils fonctionnent de manière satisfaisante pour des valeurs différentes du retard du trajet d'écho, selon qu'on les emploiera dans tel ou tel réseau. □ représente donc, dans la présente Recommandation, le retard du trajet d'écho t_d pour lequel l'annuleur a été conçu.

Conditions

Le registre H étant au début mis à zéro, pour tous les niveaux $N_{\text{Eréc.}}$ présents pendant 500 ms tels que $-30 \text{ dBm0} \leq N_{\text{Eréc.}} \leq -10 \text{ dBm0}$ et pour toutes les valeurs de l'affaiblissement de l'écho $\geq 6 \text{ dB}$ avec un retard du trajet d'écho $t_d \leq \Delta \text{ ms}$, l'affaiblissement combiné ($A_{\text{COM}} = A_{\text{ECHO}} + A_{\text{NL}} + A_{\text{TNL}}$) devrait être $\geq 27 \text{ dB}$.

3.4.2.3 Essai n° 3 – Qualité de transmission dans les conditions de double parole (provisoire)

Les deux parties de cet essai ont pour objet de mesurer la qualité de fonctionnement de l'annuleur d'écho dans diverses conditions de double parole. Les essais supposent que, à la détection de double parole, on prend des mesures de nature à empêcher ou à ralentir l'adaptation afin d'éviter une réduction excessive de l'annulation.

3.4.2.3.1 L'essai n° 3 a a pour objet de vérifier que la détection de la double parole n'est pas sensible au point que l'écho et le faible niveau de la voix près de l'extrémité produisent le déclenchement intempestif du détecteur de double parole, ce qui empêcherait l'adaptation de se produire. La méthode d'essai consiste à libérer de son contenu le registre H; ensuite, pour une certaine valeur du retard de l'écho et de l'affaiblissement de l'écho, on applique un signal aux bornes d'entrée du côté réception. Simultanément (voir la figure 9/G.165), un signal perturbateur d'un niveau suffisamment faible pour ne pas sérieusement gêner le pouvoir de convergence de l'annuleur d'écho est appliqué aux bornes d'entrée du côté émission. Ce signal ne doit pas déclencher la mise en action du détecteur de double parole et par conséquent l'adaptation et l'annulation doivent se produire. Au bout d'une seconde, on procède à l'inhibition de l'adaptation et on mesure l'écho résiduel. Le processus non linéaire doit être *neutralisé*.

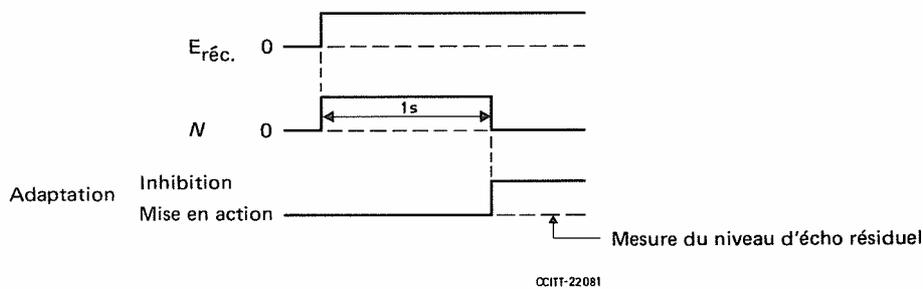


FIGURE 9/G.165

Conditions

Le registre H étant au début mis à zéro, la convergence doit se produire au bout d'une seconde et N_{RES} devrait être $\leq N$, pour toutes les valeurs de $N_{\text{Eréc.}}$ telles que $-25 \text{ dBm0} \leq N_{\text{Eréc.}} \leq -10 \text{ dBm0}$, $N = N_{\text{Eréc.}} - 15 \text{ dB}$, $A_{\text{ECHO}} \geq 6 \text{ dB}$, avec un retard du trajet d'écho $t_d \leq \Delta \text{ ms}$.

3.4.2.3.2 L'essai n° 3 b a pour objet de vérifier que le détecteur de double parole est suffisamment sensible et qu'il fonctionne suffisamment vite pour empêcher une grande divergence pendant la double parole.

La méthode de l'essai consiste à faire converger entièrement l'annuleur d'écho pour un trajet d'écho donné. Un signal est alors appliqué aux bornes d'entrée du côté réception. Simultanément (voir la figure 10/G.165), un signal N est appliqué aux bornes d'entrée du côté émission dont le niveau est au moins égal à celui de l'entrée du côté réception. Le détecteur de double parole est ainsi déclenché. Après un temps fixé arbitrairement, $\delta t > 0$, on procède à l'inhibition de l'adaptation et on mesure l'écho résiduel. Le processeur non linéaire doit être *neutralisé*.

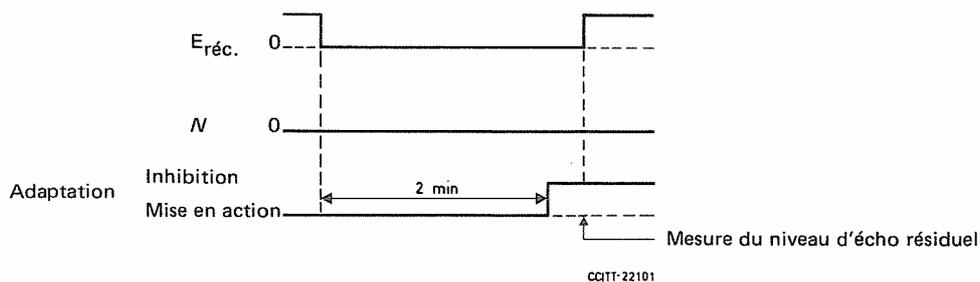


FIGURE 10/G.165

Conditions

L'annuleur d'écho étant au début à l'état de convergence complète, le niveau d'écho résiduel, après application simultanée du niveau d'entrée du côté réception et du niveau N pendant une période de temps indéterminée, ne doit pas augmenter de plus de 10 dB par rapport aux conditions de l'essai n° 1 en régime permanent, pour tous les niveaux $N_{\text{Eréc.}}$ tels que $-30 \text{ dBm0} \leq N_{\text{Eréc.}} \leq -10 \text{ dBm0}$ et pour tous les niveaux N tels que $N \geq N_{\text{Eréc.}}$, ainsi que pour toutes les valeurs de l'affaiblissement d'écho supérieures ou égales à 6 dB avec un retard du trajet d'écho $t_d \leq \Delta \text{ ms}$.

3.4.2.4 Essai n° 4 – Essai effectué pour mesurer le temps de fuite

Cet essai a pour objet de vérifier que le temps de fuite n'est pas trop bref, c'est-à-dire que le contenu du registre H ne revient pas trop rapidement à zéro.

La méthode consiste à faire converger totalement les annuleurs d'écho pour un trajet donné, puis à supprimer tous les signaux provenant de l'annuleur d'écho. Au bout de deux minutes, le contenu du registre H est gelé, on applique un signal aux bornes d'entrée du côté réception, et le niveau de l'écho résiduel est mesuré (voir la figure 11/G.165). Si l'on a recours en fonctionnement normal à un processeur non linéaire, celui-ci doit être *neutralisé*.

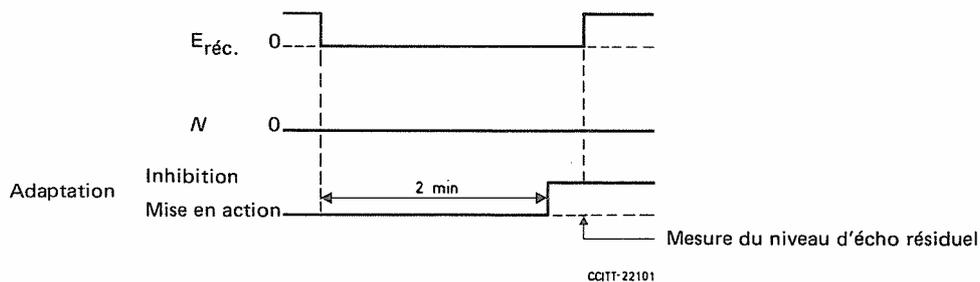


FIGURE 11/G.165

Conditions

L'annuleur d'écho étant au début dans l'état de convergence totale, le niveau d'écho résiduel ne doit pas augmenter de plus de 10 dB par rapport aux conditions de régime permanent indiquées dans l'essai n° 1 pour tous les niveaux $N_{\text{Eréc.}}$ tels que $-30 \text{ dBm0} \leq N_{\text{Eréc.}} \leq -10 \text{ dBm0}$, deux minutes après la suppression du signal appliqué à l'entrée du côté réception.

3.4.2.5 Essai n° 5 – Convergence infinie de l'affaiblissement de retour d'écho

Cet essai a pour objet de vérifier que l'annuleur d'écho a les moyens d'empêcher la production non désirée d'un écho. Cela peut se produire lorsque le registre H contient un modèle de trajet d'écho, provenant soit d'une communication précédente, soit de la communication en cours et que le trajet d'écho est ouvert (l'écho du circuit disparaît) alors qu'un signal est présent aux bornes d'entrée du côté réception.

La méthode d'essai consiste à faire converger totalement l'annuleur d'écho pour un trajet d'écho donné. Le trajet d'écho est alors interrompu tandis qu'un signal est appliqué à l'entrée du côté réception. 500 ms après l'interruption du trajet d'écho, on doit mesurer le signal du retour d'écho à la sortie du côté émission (voir la figure 12/G.165). Le processeur non linéaire doit être *neutralisé*.

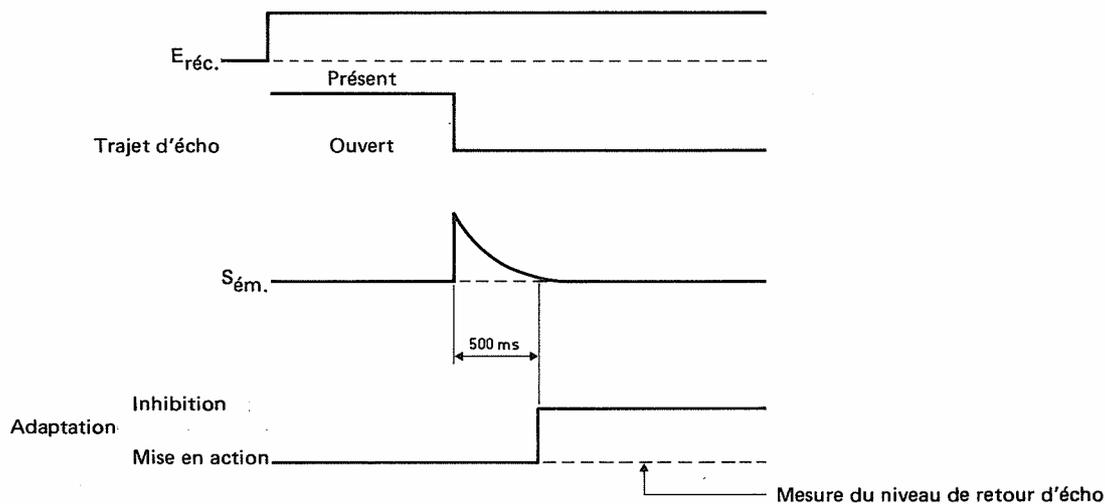


FIGURE 12/G.165

Conditions (provisoires)

L'annuleur d'écho étant au début dans l'état de convergence totale, le niveau de retour d'écho à la sortie du côté émission devrait être, 500 ms après l'interruption du trajet d'écho, inférieur ou égal à -37 dBm0 pour toutes les valeurs de l'affaiblissement d'écho supérieures ou égales à 6 dB, et pour tous les niveaux $N_{\text{Eréc.}}$ tels que $-30 \text{ dBm0} \leq N_{\text{Eréc.}} \leq -10 \text{ dBm0}$.

3.4.2.6 Essai n° 6 – Essai de stabilité

À l'étude.

4 Caractéristiques d'un dispositif de neutralisation par tonalité des annuleurs d'écho

4.1 Considérations générales

Afin d'assurer le bon fonctionnement de tous les modems de la série V actuellement spécifiés, les annuleurs d'écho couverts par la présente Recommandation devraient être équipés d'un détecteur de tonalité conforme au présent § 4. Ce détecteur de tonalité répond à un signal de neutralisation différent de celui, décrit au § 5 de la Recommandation G.164, qui sert à neutraliser le supprimeur d'écho, et consiste en une tonalité de 2100 Hz dans laquelle sont insérées les inversions de phase périodiques. Le dispositif de neutralisation par tonalité ne devrait répondre qu'au signal dans la bande spécifiée. Il ne devrait pas répondre à d'autres signaux comme la parole ou une tonalité de 2100 Hz sans inversion de phase. Le dispositif de neutralisation de tonalité devrait détecter un signal de neutralisation qui peut être présent dans le trajet d'émission ou de réception et y répondre.

Les conditions d'un bon fonctionnement du dispositif de neutralisation des annuleurs d'écho avec l'équipement AAMT n° 2 qui transmet la tonalité de 2100 Hz avec inversions de phase peuvent être remplies si l'on fait appel au dispositif de neutralisation de tonalité spécifié dans le présent § 4 ou au dispositif de neutralisation par tonalité des supprimeurs d'écho spécifié au § 5 de la Recommandation G.164. Cependant l'emploi du dispositif de neutralisation décrit au § 5 de la Recommandation G.164 ne garantit pas un bon fonctionnement avec tous les modems de la série V actuellement spécifiés.

Dans le présent § 4, le terme «neutralisé» se rapporte à une condition dans laquelle l'annuleur d'écho est configuré de manière à ne plus modifier les signaux qui le traversent dans l'une ou l'autre direction. A cette condition, aucune estimation d'écho n'est soustraite du trajet d'émission, le processeur non linéaire est rendu transparent et le temps de propagation à travers l'annuleur d'écho continue à remplir les conditions spécifiées au § 3.4.1. Toutefois, il ne faut pas supposer qu'il existe une relation quelconque entre les conditions de circuit avant et après la neutralisation. D'une part, le fonctionnement des annuleurs d'écho avec entrées de tonalités (telles que la tonalité de neutralisation) n'est pas spécifié. D'autre part, la réponse impulsionnelle mémorisée dans l'annuleur d'écho avant la convergence (et avant l'émission de la tonalité de neutralisation) est arbitraire. Il peut alors se produire des trajets d'écho additionnels apparents qui restent inchangés dans certains annuleurs d'écho, jusqu'à ce que la tonalité de neutralisation soit reconnue. Il y a lieu de noter également que les supprimeurs d'écho peuvent être placés sur le même circuit et qu'il n'existe pas de relation précise

entre leur temps de propagation dans les états d'activation et de neutralisation. Malgré ce qui précède, il est possible, par exemple, de mesurer le temps de propagation aller et retour d'un circuit avec la tonalité de neutralisation, mais il convient d'utiliser le front arrière de la rafale de tonalité, et de prévoir un délai suffisant pour que tous les dispositifs puissent être neutralisés avant la fin de la tonalité de neutralisation et le début de la base de temps.

L'on remarquera qu'avec cet état, les conditions requises pour l'intégrité de séquence à 64 kbit/s ne sont pas remplies; dans ce cas l'on aura recours à d'autres moyens de neutralisation conformes au § 3.4.

Un dispositif de référence de neutralisation par tonalité est décrit en annexe B.

4.2 *Caractéristiques du dispositif de neutralisation*

Le dispositif de neutralisation par tonalité des annuleurs d'écho exige la détection d'une tonalité de 2100 Hz avec des inversions de phase de cette tonalité. Les caractéristiques du signal transmis sont définies dans la Recommandation V.25.

Les caractéristiques de fréquence du détecteur de tonalité sont les mêmes que celles du détecteur de tonalité de supprimeur d'écho données au § 5.2 de la Recommandation G.164.

La gamme dynamique de ce détecteur doit être compatible avec les niveaux d'entrée spécifiés dans les Recommandations V.2 et H.51, compte tenu des variations introduites par le réseau téléphonique public.

4.3 *Caractéristiques de la bande de garde*

Semblables à celles qui sont définies au § 5.3 de la Recommandation G.164, compatibles avec la gamme dynamique donnée au § 4.2 ci-dessus, à une exception près qui est la suivante. Le détecteur doit fonctionner parfaitement avec un bruit blanc inférieur ou égal à 11 dB au-dessous du niveau du signal à 2100 Hz. Aucune directive définitive ne peut être donnée pour la gamme comprise entre 5 et 11 dB en raison des variations enregistrées dans les équipements d'essai utilisés. En particulier, la qualité de fonctionnement peut varier avec le rapport valeur de crête/valeur moyenne du générateur de bruit utilisé. Toutefois, à titre de directive générale, le pourcentage de bon fonctionnement (détection de variations de phase de $180^\circ \pm 25^\circ$ et non-détection de variations de phase de $0^\circ \pm 110^\circ$) ne devrait pas diminuer de plus de 1% pour chaque réduction en dB du rapport signal/bruit au-dessous de 11 dB. L'Administration de la République fédérale d'Allemagne mentionne la possibilité de concevoir un détecteur pouvant parfaitement fonctionner à un rapport signal/bruit de 5 dB.

4.4 *Caractéristiques de la bande de maintien de la neutralisation*

Voir la définition du § 5.4 de la Recommandation G.164.

4.5 *Temps de fonctionnement*

Le temps de fonctionnement doit être suffisamment long pour assurer une protection contre un fonctionnement intempestif dû à des signaux vocaux, mais pas long au point d'étendre inutilement le temps de neutralisation. Le dispositif de neutralisation par tonalité doit fonctionner à moins d'une seconde de la réception du signal de neutralisation.

4.6 *Fonctionnement intempestif dû aux courants locaux*

Comme au § 5.6 de la Recommandation G.164.

4.7 *Mauvais fonctionnement dû à des signaux de données*

Il est souhaitable d'avoir peu de fonctionnements intempestifs du dispositif de neutralisation par tonalité provoqués par des signaux de données provenant d'ensembles de données auxquels nuirait la neutralisation de l'annuleur d'écho. A cet égard, il est normal que, pour un annuleur d'écho monté sur un circuit en fonctionnement, les signaux de données habituels provenant de tels ensembles de données ne puissent provoquer, en moyenne, plus de 10 fonctionnements intempestifs pour 100 heures de transmission de données.

4.8 *Temps de libération*

Comme au § 5.7 de la Recommandation G.164.

4.9 *Autres considérations*

L'écho de la tonalité de neutralisation, mais également l'écho de la tonalité d'appel peuvent gêner la détection de la tonalité de neutralisation de l'annuleur d'écho. C'est pourquoi, il n'est pas recommandé d'additionner les entrées des signaux de réception et d'émission pour former une entrée à un seul détecteur.

Il convient d'examiner attentivement le nombre d'inversions de phase nécessaires pour la détection de la tonalité de neutralisation. Certaines Administrations estiment qu'une inversion de phase permet d'améliorer la probabilité de détection, même en présence de bruit d'impulsion de glissement, et d'un faible rapport signal/bruit. D'autres, en revanche, pensent qu'il en faut deux pour améliorer la probabilité de bien distinguer les tonalités à phases non inversées des tonalités à phases inversées à 2100 Hz.

5 **Processeurs non linéaires pour annuleurs d'écho**

5.1 *Portée*

Dans la présente Recommandation, le terme «processeur non linéaire» ne désigne que les dispositifs correspondant à la définition donnée au § 2.5 et dont l'efficacité dans les annuleurs d'écho a été reconnue. Il existe plusieurs manières de mettre en service de tels processeurs non linéaires (entre autres exemples, les écrêteurs de centre), avec des caractéristiques d'exploitation fixes ou adaptables; cependant, aucune mise en service particulière n'est recommandée. Le § 5.2 donne les principes généraux et directives. Pour des renseignements plus détaillés et plus concrets, on devra se reporter aux textes relatifs aux mises en service spécifiques. Le cas particulier d'un «processeur de référence non linéaire» est traité dans l'annexe C. L'emploi de ce terme indique que cette mise en service n'est décrite qu'à titre d'information et d'illustration. Ceci n'exclut nullement d'autres mises en oeuvre et ne signifie pas que le processeur de référence linéaire soit nécessairement la réalisation la plus appropriée pour quelque raison technique fonctionnelle ou économique que ce soit.

5.2 *Principes généraux et directives*

5.2.1 *Fonction*

5.2.1.1 *Considérations générales*

Le processeur non linéaire est situé dans la voie d'émission entre la sortie du soustracteur et les bornes de sortie côté émission de l'annuleur d'écho. Il s'agit théoriquement d'un dispositif qui bloque les signaux de faible niveau et laisse passer les signaux à niveau élevé. Il a pour fonction de réduire plus le niveau d'écho résiduel (N_{RES} , voir la définition du § 2.4) restant après une annulation imparfaite de l'écho de circuit, de sorte que le faible niveau d'écho de retour nécessaire (N_{RET} voir la définition du § 2.7) puisse être atteint.

5.2.1.2 *Qualité de fonctionnement du réseau*

Une annulation imparfaite peut se produire du fait que l'annuleur d'écho conforme à la présente Recommandation risque de n'être pas capable de modéliser correctement des trajets d'écho produisant des distorsions non linéaires de niveaux significatifs (voir le § 3.2): une telle distorsion peut par exemple se produire dans les réseaux conformes à la Recommandation G.113 qui autorise jusqu'à cinq paires de codecs MIC (conformes à la Recommandation G.712) par trajet d'écho. La distorsion de quantification accumulée émise par ces codecs peut empêcher un annuleur d'écho d'atteindre le N_{RET} nécessaire par le seul moyen des techniques d'annulation linéaires. Il est donc recommandé d'incorporer des processeurs non linéaires adaptés à tous les annuleurs d'écho capables uniquement de modéliser les composantes linéaires des trajets d'écho, mais devant servir à une utilisation générale sur le réseau.

5.2.1.3 *Restrictions*

Cet emploi des processeurs non linéaires représente un compromis quant à la transparence des circuits; ce compromis peut être atteint par un annuleur d'écho capable d'atteindre le N_{RET} nécessaire par le seul moyen des techniques de modélage et d'annulation. Théoriquement, le processeur non linéaire ne devrait pas causer de distorsion de la parole émise par l'abonné d'origine. La réalité risque d'être relativement éloignée de cette théorie; il est donc recommandé de ne pas laisser les processeurs non linéaires en activité dans des conditions de double parole ou lorsque l'abonné d'origine est le seul à parler. Par conséquent, il convient de ne pas trop dépendre du processeur non linéaire, et d'avoir un N_{RES} suffisamment faible afin de se garantir contre tout écho désagréable en cas de double parole.

5.2.1.4 *Transmission de données*

Les processeurs non linéaires peuvent affecter la transmission de données à travers un annuleur d'écho en activité. Cette question est à l'étude.

5.2.2 *Seuil de suppression*

5.2.2.1 *Considérations générales*

Le niveau du seuil de suppression (T_{SUP}) d'un processeur non linéaire s'exprime en dBm0, et est égal au niveau le plus élevé d'un signal d'onde sinusoïdale à un moment donné et venant d'être supprimé. L'on peut utiliser des seuils de suppression fixes ou adaptables.

5.2.2.2 *Seuil de suppression fixe*

Avec un seuil de suppression fixe, le niveau qu'il convient d'utiliser sera fonction de l'annulation obtenue et des statistiques concernant les niveaux de parole et les conditions de ligne du réseau particulier dans lequel l'annuleur d'écho doit fonctionner. Il est donc recommandé que les niveaux réels puissent être sélectionnés en fonction du champ afin de permettre à l'utilisateur de le régler en fonction de l'environnement réel du réseau. Les valeurs des seuils de suppression fixe qu'il convient d'utiliser sont à l'étude – voir les remarques 1 et 2.

Remarque 1 – Il est suggéré à titre provisoire que le seuil de suppression soit fixé quelques décibels au-dessus du niveau que l'on obtiendrait dans les *crêtes* de NRES en cas de blocage d'un «locuteur 2σ » et d'un «affaiblissement de retour d'écho 2σ ».

Remarque 2 – Les résultats d'une étude sur le terrain dont une Administration a fait état ont montré qu'un seuil de suppression fixe de -36 dBm0 assurait une performance satisfaisante. Une étude théorique menée par une autre Administration et portant sur un trajet d'écho contenant cinq paires de codecs MIC a montré que le bruit de quantification pour un N_R de -10 dBm0 pouvait donner un N_{RES} de -38 dBm0.

5.2.2.3 *Seuil de suppression adaptatif*

Il est possible d'atteindre un bon compromis entre l'utilisation d'un seuil de suppression (T_{SUP}) élevé afin d'empêcher que ce dernier soit dépassé par un fort écho résiduel d'abonné, et l'utilisation d'un T_{SUP} faible afin de réduire la distorsion des paroles à l'intervention en donnant à T_{SUP} les capacités de s'adapter aux conditions réelles du circuit et aux niveaux réels des paroles. Il existe un certain nombre de méthodes le permettant; aucune mise en oeuvre particulière n'est recommandée. Des directives générales s'appliquant aux niveaux des algorithmes de commande et des seuils de suppression sont à l'étude.

5.2.3 *Commande de l'activation d'un processeur non linéaire*

5.2.3.1 *Considérations générales*

Pour se conformer à la recommandation contenue au § 5.2.1.3, il est indispensable de commander l'activation du processeur non linéaire de sorte qu'il ne soit pas en activité lorsque des paroles émises par l'abonné d'origine risquent d'être présentes. Lorsqu'il est en état «d'activité», le processeur non linéaire doit fonctionner normalement pour réduire N_{RES} . Lorsqu'il est «inactif», il ne doit effectuer de traitement non linéaire sur aucun signal traversant l'annuleur d'écho.

5.2.3.2 *Principes de commande*

Nous recommandons que les deux principes suivants régissent la commande de l'activation d'un processeur non linéaire. Premièrement, étant destinée à réduire plus le N_{RES} , la commande doit être active quand le niveau de N_{RES} risque d'être important. Ensuite, étant donné qu'elle ne devrait pas déformer les paroles émises par l'abonné d'origine, elle ne devrait pas être mise en service lorsque des paroles sont émises par l'abonné d'origine. En cas de contradiction entre ces deux principes, la fonction de commande devrait donner la préférence au second.

5.2.3.3 *Caractéristiques statistiques*

La figure 13/G.165 donne un diagramme théorique représentant les deux étapes de fonctionnement d'un processeur non linéaire. Un seuil T_{WZ} divise le plan N_E, N_R en deux parties W et Z. Dans la partie W, le PNL (processeur non linéaire) n'est pas en service tandis qu'il est actif dans la partie Z. La reconnaissance de la condition de double parole ou la présence de paroles émises par l'abonné d'origine sont nécessaires à une bonne commande du PNL visant à garantir le fonctionnement dans la partie du plan appropriée. Une détection imparfaite de la double parole jointe à un niveau élevé du seuil de suppression entraîneront une distorsion des paroles émises par l'abonné d'origine. L'annuleur d'écho offre alors certaines des caractéristiques d'un supprimeur d'écho. Un faible niveau de suppression permettra de réaliser facilement la double parole même si l'on fait une erreur dans la détection, car les paroles émises par l'abonné d'origine ne

subiront qu'une faible distorsion non linéaire. Si le seuil de suppression est trop bas, des crêtes d'écho résiduel peuvent être perçues.

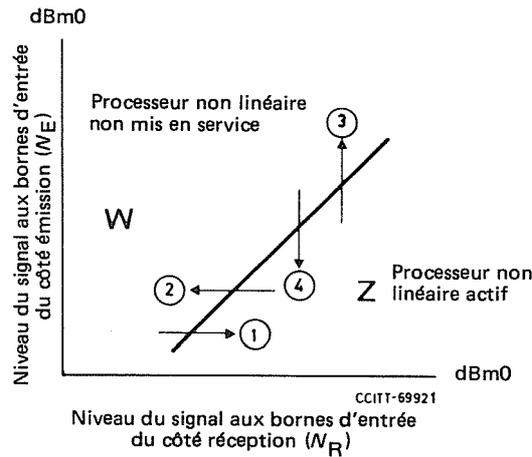


FIGURE 13/G.165

Régions de fonctionnement d'un processeur non linéaire

5.2.3.4 Caractéristiques dynamiques

L'on peut spécifier les caractéristiques dynamiques en indiquant le temps qui s'écoule entre le passage des conditions des signaux d'un point d'une région à un point d'une autre région avant l'établissement de l'état qui convient à la deuxième région. Dans la figure 13/G.165, des flèches représentent quatre de ces transitions.

Transition n° 1 – De W vers Z, N_E constant, N_R croissant

Dans ce cas, le signal N_E s'est produit d'abord et N_R augmente jusqu'à un niveau suffisamment élevé pour dépasser le signal N_E dans le trajet de commande et faire changer le processeur non linéaire de l'état inactif à l'état actif. Etant donné que cela entraînera une distorsion du signal N_E (parole du locuteur proche dans ce cas), l'action ne devrait pas être déclenchée trop rapidement.

Transition n° 2 – De Z vers W, N_E constant, N_R décroissant

Dans ce cas, le signal N_R a dépassé le signal N_E dans le trajet de commande et le processeur non linéaire se trouve à l'état actif. Le signal N_R diminue alors. Le processeur non linéaire devrait demeurer à l'état actif suffisamment longtemps pour empêcher que l'écho qui est stocké dans le trajet d'écho soit entendu par le locuteur éloigné.

Transition n° 3 – De Z vers W, N_R constant, N_E décroissant

Cette transition est une réplique du début de la double parole. Dès que possible, après la détection du signal N_E , le processeur non linéaire devrait être mis à l'état inactif pour minimiser toute distorsion de la parole du locuteur proche.

Transition n° 4 – De W vers Z, N_R constant, N_E décroissant

Dans ce cas, N_E a été reconnu mais diminue. Toute action entreprise devrait l'être en faveur de la poursuite pour permettre au signal N_E de passer. Cela implique qu'il devrait y avoir un certain retard dans la remise du processeur non linéaire à l'état actif.

5.2.4 Limites de fréquences des trajets de commande

A l'étude.

Remarque – En fonction de la mise en service particulière du processeur non linéaire, les explications et les limites de réponse en fréquence données au § 3.2.4.2 de la Recommandation G.164 concernant les trajets de commande de suppression et d'intervention des annuleurs d'écho peuvent également s'appliquer à des trajets de commande similaires utilisés dans des processeurs non linéaires. Ces trajets de commande peuvent inclure la commande de mise en activité et la commande de niveau du seuil de suppression adaptatif.

5.2.5 *Affaiblissement des signaux au-dessous du seuil*

L'affaiblissement des signaux dont le niveau est inférieur à celui du seuil de suppression d'un processeur non linéaire dans l'état actif doit remplir les conditions énoncées au § 3.4.2.1.

5.2.6 *Essai de processeurs non linéaires (PNL)*

On peut considérer le PNL comme un cas particulier de supprimeur d'écho se confinant à la suppression des signaux de faible niveau. Les types de mesures requises en vue de la détermination des caractéristiques de fonctionnement des PNL ressemblent beaucoup aux essais de supprimeurs d'écho exposés dans la Recommandation G.164. Toutefois, suivant la méthode particulière de mise en oeuvre du processeur non linéaire, les transitions entre les régions W et Z de la figure 13/G.165 peuvent être moins nettement définies que pour les supprimeurs d'écho. Les signaux observés à l'extrémité de sortie de l'annuleur d'écho peuvent être brièvement déformés lorsque des transitions se produisent entre les régions en fonctionnement W et Z. Bien que l'on puisse se servir du contenu de la Recommandation G.164 pour essayer les PNL, il peut s'avérer nécessaire d'introduire des modifications spéciales dans les circuits de mesure afin de mesurer certaines mises en service spécifiques de PNL. Il ne peut être émis de Recommandation concernant un circuit universel de mesures adapté à toutes les mises en oeuvre de PNL.

ANNEXE A

(à la Recommandation G.165)

Annuleurs d'écho sans traitement non linéaire

Il est peut-être possible de mettre en oeuvre des annuleurs d'écho sans traitement linéaire. Pour ces annuleurs d'écho, l'affaiblissement d'écho total est assuré par l'annulation d'écho. L'annulation d'écho que l'on peut obtenir est limitée par les caractéristiques du trajet d'écho et par la méthode de mise en oeuvre de l'annuleur d'écho. En particulier, si l'on utilise une paire de codecs conformes à la Recommandation G.712 dans le trajet d'écho ou dans l'annuleur d'écho, l'annulation d'écho maximale (compte tenu des erreurs de quantification dans l'annuleur d'écho et d'autres dégradations) est celle que représente le trait plein de la figure A-1/G.165.

Au Japon, des annuleurs d'écho donnant des caractéristiques correspondant au trait plein de la figure A-1/G.165 ont été soumis à des essais et leur qualité de fonctionnement a été jugée acceptable. D'autres essais cependant ont montré que l'annulation d'écho requise des compensateurs d'écho pour les applications générales doit être au moins celle que représente la ligne en pointillé de la figure A-1/G.165. Un complément d'étude est nécessaire. Dans l'attente des résultats de cette étude, il n'est pas encore recommandé d'utiliser des annuleurs d'écho non munis de processus non linéaires pour les applications générales.

Toutes les dispositions et les essais figurant dans la Recommandation G.165 s'appliquent à ces annuleurs d'écho, à l'exception de ce qui suit:

- a) au § 3.4.2.1: le niveau d'écho résiduel nécessaire correspond au trait plein de la figure A-1/G.165;
- b) pour tous les autres essais, on ne doit pas tenir compte de toute mention de traitement non linéaire.

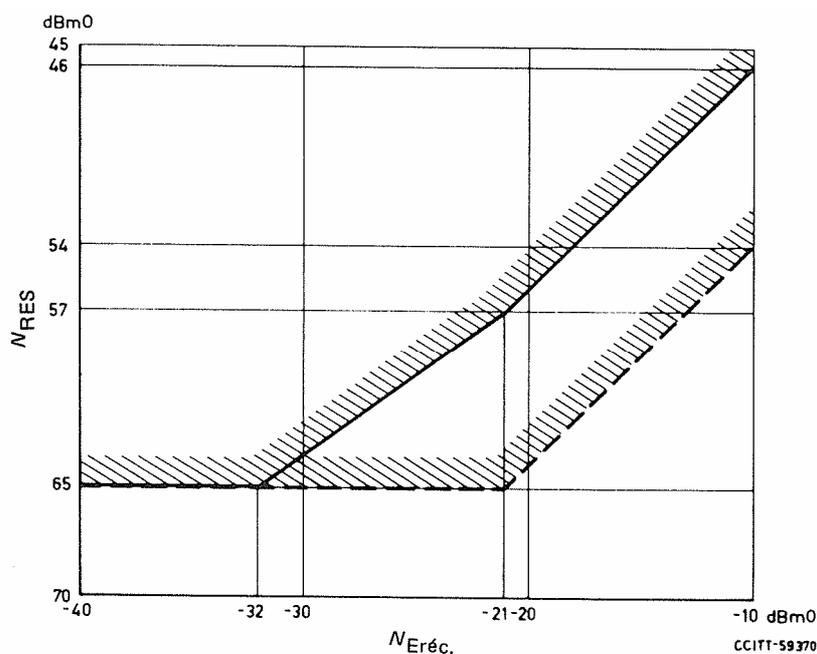


FIGURE A-1/G.165

ANNEXE B

(à la Recommandation G.165)

Description d'un dispositif de référence de neutralisation par tonalité des annuleurs d'écho

B.1 Considérations générales

La présente annexe décrit les caractéristiques d'un dispositif de référence de neutralisation par tonalité des annuleurs d'écho. L'utilisation du mot *référence* signifie qu'il s'agit d'une neutralisation réalisée uniquement à titre d'indicatif. Elle n'exclut pas d'autres réalisations d'un dispositif de neutralisation par tonalité répondant au signal défini dans la Recommandation V.25 et qui obéit également à tous les critères de fiabilité de fonctionnement et de protection contre un mauvais fonctionnement au moyen de signaux vocaux.

B.2 Caractéristiques du dispositif de neutralisation

Le dispositif de référence de neutralisation par tonalité des annuleurs d'écho décrit dans la présente annexe détecte une tonalité de 2100 Hz ainsi que les inversions de phase périodiques de cette tonalité qui se produisent toutes les 450 ± 25 ms. Les caractéristiques du signal transmis sont définies dans la Recommandation V.25.

B.2.1 Détection de tonalité

Les caractéristiques de fréquence du détecteur de tonalité utilisé dans ce dispositif de neutralisation sont les mêmes que celles du détecteur de tonalité de suppressor d'écho données au § 5.2 de la Recommandation G.164, à l'exception de la limite supérieure de la portée dynamique qui est de -6 dBm0.

B.2.2 *Détection de l'inversion de phase*

Le dispositif de référence de neutralisation par tonalité répond à un signal qui, à sa source, contient des inversions de phase de $180^\circ \pm 10^\circ$ (comme le spécifie la Recommandation V.25) après modification de ce signal par des dégradations autorisées dues au réseau, comme le bruit, la gigue de phase, etc. Ce dispositif de neutralisation est insensible à une gigue de phase ayant une crête de $\pm 15^\circ$ dans la gamme des fréquences s'étendant entre 0 et 120 Hz. Ceci est compatible avec la gigue de phase autorisée par les Recommandations H.12 et G.229. Afin de minimiser les risques de neutralisation intempestive de l'annuleur d'écho du fait de courants vocaux et de changements de phase induits par le réseau, ce dispositif de référence de neutralisation par tonalité ne répond pas à des changements uniques de phase de la tonalité de 2100 Hz dans la plage de 0° à $\pm 110^\circ$ se produisant pendant une période d'une seconde. Ce chiffre a été retenu parce qu'il représente le déphasage approximatif entraîné par un seul glissement de trame dans un système MIC.

B.3 *Caractéristiques de la bande de garde*

Remplit les conditions énoncées au § 5.3 de la Recommandation G.164.

Remarque – La possibilité de perturbation pendant la période de détection de l'inversion de phase a été prise en considération. Une source possible de perturbation est la présence d'une tonalité d'appel, comme celle spécifiée dans la Recommandation V.25. Si la tonalité d'appel perturbe la détection d'inversion de phase, la tonalité de la séquence de détection de neutralisation est reprise, mais une seule fois. La Recommandation V.25 assure une période de silence d'au moins une seconde entre les tonalités d'appel.

B.4 *Caractéristiques de la bande de maintien de la neutralisation*

Remplit les conditions énoncées au § 5.4 de la Recommandation G.164.

B.5 *Temps de fonctionnement*

Le dispositif de référence de neutralisation par tonalité fonctionne pendant la première seconde de la réception sans perturbations de la tonalité soutenue de 2100 Hz avec inversions de phase périodique, d'un niveau situé entre -6 et -31 dBm0. Le temps de fonctionnement d'une seconde permet la détection de la tonalité de 2100 Hz et assure que deux inversions de phase vont avoir lieu (à moins qu'un glissement ou qu'un bruit impulsif ne masque l'une de ces inversions).

B.6 *Fonctionnement intempestif dû aux courants vocaux*

Remplit les conditions énoncées au § 5.6 de la Recommandation G.164.

B.7 *Fonctionnements intempestifs dus à des signaux de données*

Remplit les conditions énoncées au § 4.7 de la Recommandation G.165. A cette fin, les circuits du dispositif de neutralisation par tonalité deviennent inopérants si une tonalité de libération (c'est-à-dire sans inversions de phase ou autres brouillages) de 2100 Hz est détectée pendant une seconde. Le circuit détecté devient inopérant pendant la transmission des données et ne se remet en marche que 250 ± 150 ms après que le signal dans la bande de maintien soit tombé à au moins 3 dB au-dessous de la sensibilité de maintien maximale. Ainsi le risque d'une neutralisation accidentelle d'annuleur d'écho au cours de la transmission des données est minimisé.

B.8 *Temps de libération*

Remplit les conditions énoncées au § 5.7 de la Recommandation G.164.

ANNEXE C

(à la Recommandation G.165)

Description d'un processeur de référence non linéaire

C.1 Considérations générales

Cette annexe, donnée uniquement à des fins d'illustration (voir le § 5.1) décrit un processeur de référence non linéaire fondé sur des théories aussi simples que possible et qui n'est pas conçu comme guide détaillé de conception, mais contenant suffisamment d'informations concernant un large éventail de réalisations possibles. A cette fin, deux variantes de processeurs de référence non linéaires ont été incorporées à la présente annexe. Toutes deux se fondent sur un écrêteur de centre ayant l'une des fonctions de transfert idéalisées illustrées à la figure C-1/G.165. Le niveau du seuil de suppression (déterminé dans ce cas par les niveaux d'écrêtage) de la première variante est adaptable, l'adaptation se faisant par référence à N_R . La commande d'activation se fait par référence à la différence qui existe entre N_R et N_E . Dans la deuxième variante, le seuil de suppression est fixe. Le processeur de référence non linéaire est supposé être utilisé dans un annuleur d'écho capable d'annuler les composantes linéaires de tout écho de retour d'au moins N dB. La valeur de N est à l'étude.

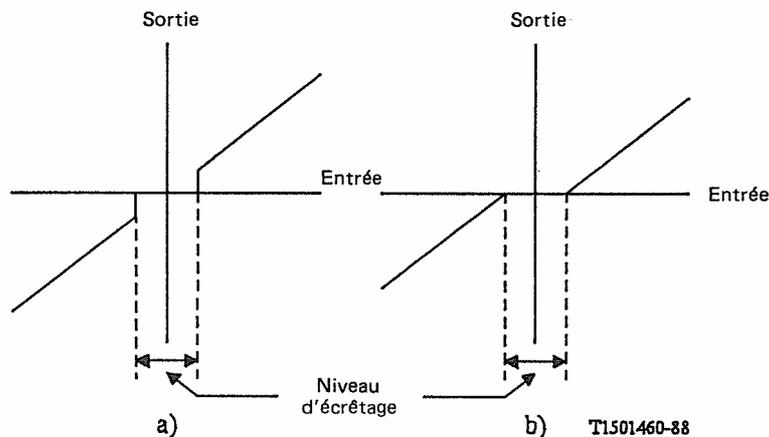


Figure C-1/G.165

Deux exemples de fonctions de transfert idéalisées de l'écrêteur de centre

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

$$T_{SUP} = (N_R - x \pm 3) \text{ dBm0 pour } -30 \leq N_R \leq -10 \text{ dBm0}$$

$$T_{SUP} \text{ fixe} = x' \text{ dBm0}$$

Remarque – Les valeurs de x et x' sont à l'étude. Les valeurs de 18 et de -36 ont été respectivement proposées pour x et x' , mais il faut confirmer que ces valeurs peuvent être utilisées dans tous les réseaux.

C.3 Caractéristiques statiques de la commande de mise en activité

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

Remarque 1 – T_{WZ} est comme précédemment défini au § 5.2.3.3.

Remarque 2 – y peut prendre une valeur différente pour chaque variante, ceci est à l'étude. Les valeurs de x dB pour le T_{SUP} adaptatif et de 6 dB pour y dans le cas de T_{SUP} fixe paraissent raisonnables.

C.4 Caractéristiques dynamiques de la commande de mise en activité

Les caractéristiques dynamiques de la commande de mise en activité sont données dans les tableaux C-1/G.165 et C-2/G.165. Voir également la figure 13/G.165.

C.5 Limites de fréquences des trajets de commande

Voir le § 5.2.4 de la Recommandation G.165.

C.6 Essais

Les tableaux C-1/G.165 et C-2/G.165 indiquent en se référant à la Recommandation G.164 de quelle façon la qualité de fonctionnement dynamique de la commande de mise en activité des processeurs non linéaires peut être vérifiée au moyen de signaux d'ondes sinusoïdales. Les figures C-2/G.165 et C-3/G.165 montrent les traces d'oscilloscope obtenues à l'occasion de ces essais.

TABLEAU C-1/G.165

Temps de maintien du processeur non linéaire

Frontière	Signal initial		Signal final		Valeur recommandée (ms)	Essai n° (Rec. G.164)	Excursion (voir la figure 13/G.165)	Circuit d'essai, figure n°:	Trace de l'oscilloscope
	Emission N_E (dBm0)	Réception N_R (dBm0)	Emission N_E (dBm0)	Réception N_R (dBm0)					
Z/W	Fixe	-25	-10	-25	-30	5	Transition (2)	14/G.164	Trace 1 et trace 2 de la figure C-3/G.165 (β)
W/Z	Fixe	-15	-25	-40	-25	6	Transition (4)	17/G.164	Trace 1 et trace 2 de la figure C-2/G.165 (β)

a) Δ est défini dans le § 3.4.2.1 [note de bas de page⁴⁾]

TABEAU C-2/G.165

Temps de maintien du processeur non linéaire

Frontière	Signal initial		Signal final		Valeur recommandée (ms)	Essai n° (Rec. G.164)	Excursion (voir la figure 13/G.165)	Circuit d'essai, figure n°:	Trace de l'oscilloscope
	Emission M_E (dBm0)	Réception M_R (dBm0)	Emission M_E (dBm0)	Réception M_R (dBm0)					
W/Z	Fixe	-25	-30	-25	-10	16 à 120	Transition ①	14/G.164	Trace 2 de la figure C-3/G.165 (α)
				-55 -40 -30	-40 -40 -30				
Z/W	Fixe	-40	-25	-15	-25	≤ 1	Transition ③	17/G.164	Trace 2 de la figure C-2/G.165 (α)
				-55 -55 -40	-50 -30 -15				

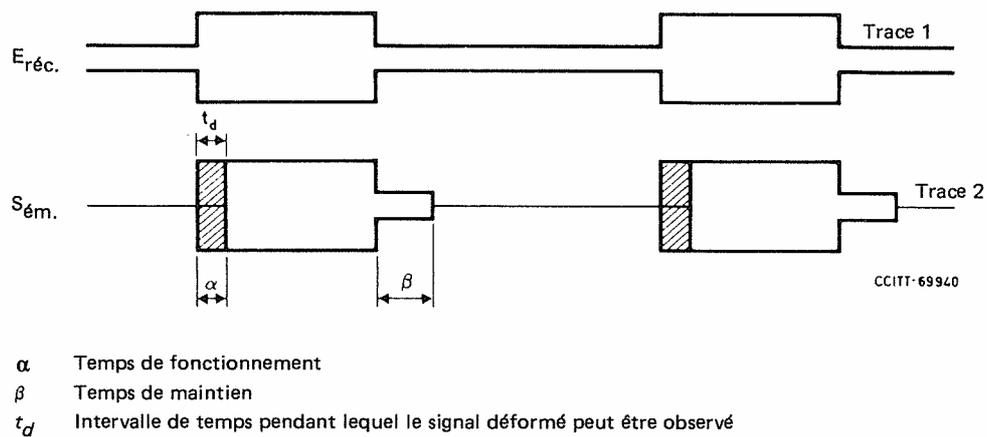


FIGURE C-2/G.165

Traces pour des temps de fonctionnement et de maintien du PNL, N_R constant

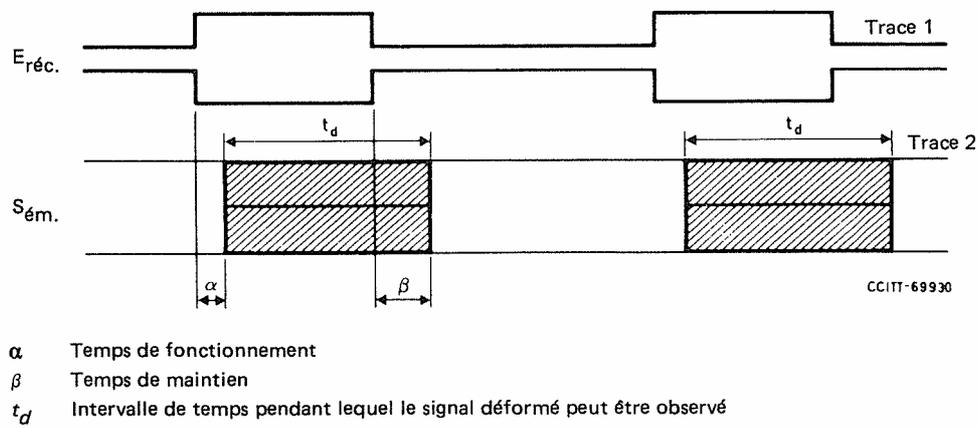


FIGURE C-3/G.165

Traces pour des temps de fonctionnement et de maintien du PNL, N_E constant

Référence

- [1] Recommandation du CCITT *Suppresseurs d'écho pour circuits à temps de propagation court ou long*, Livre orange, tome III-1; Rec. G.161, UIT, Genève, 1977.

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE G
SYSTÈMES ET SUPPORTS DE TRANSMISSION, SYSTÈMES ET RÉSEAUX NUMÉRIQUES

CONNEXIONS ET CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX	
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	
Définitions et considérations générales	G.210–G.219
Recommandations générales	G.220–G.229
Équipements de modulation communs aux divers systèmes à courants porteurs	G.230–G.239
Emploi de groupes primaires, secondaires, etc.	G.240–G.299
CARACTÉRISTIQUES INDIVIDUELLES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX À COURANTS PORTEURS SUR LIGNES MÉTALLIQUES	
Systèmes à courants porteurs sur paires symétriques non chargées, organisés en groupes primaires et secondaires	G.320–G.329
Systèmes à courants porteurs sur paires coaxiales de 2,6/9,5 mm	G.330–G.339
Systèmes à courants porteurs sur paires coaxiales de 1,2/4,4 mm	G.340–G.349
Recommandations complémentaires relatives aux systèmes en câble	G.350–G.399
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX HERTZIENS OU À SATELLITES ET INTERCONNEXION AVEC LES SYSTÈMES SUR LIGNES MÉTALLIQUES	
Recommandations générales	G.400–G.419
Interconnexion de faisceaux avec les systèmes à courants porteurs sur lignes métalliques	G.420–G.429
Circuits fictifs de référence	G.430–G.439
Bruit de circuit	G.440–G.449
COORDINATION DE LA RADIODÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SUR LIGNES	
Circuits radiotéléphoniques	G.450–G.469
Liaisons avec les stations mobiles	G.470–G.499
EQUIPEMENTS DE TEST	
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	
Généralités	G.600–G.609
Paires symétriques en câble	G.610–G.619
Câbles terrestres à paires coaxiales	G.620–G.629
Câbles sous-marins	G.630–G.649
Câbles à fibres optiques	G.650–G.659

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

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