



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

G.164

**SYSTÈMES ET SUPPORTS DE TRANSMISSION
DISPOSITIFS ASSOCIÉS À DES CIRCUITS
TÉLÉPHONIQUES DE GRANDE LONGUEUR ET
AUTRES ÉQUIPEMENTS TERMINAUX**

SUPPRESSEURS D'ÉCHO

Recommandation UIT-T G.164

(Extrait du *Livre Bleu*)

NOTES

1 La Recommandation G.164 de l'UIT-T 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, 1993

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.

SUPPRESSEURS D'ÉCHO

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

1 Considérations générales

1.1 Application

La présente Recommandation s'applique au projet de construction des supprimeurs d'écho utilisés sur des communications téléphoniques internationales ayant les caractéristiques suivantes:

1.1.1 Temps moyen de propagation dans un sens, entre abonnés, pouvant atteindre la valeur maximale considérée comme admissible dans la Recommandation G.114. (La conception du supprimeur d'écho ne doit pas imposer, pour qu'il soit utilisable, une valeur plus faible pour le temps de propagation.)

1.1.2 Niveau du bruit de circuit aux bornes d'entrée du côté émission ($E_{ém.}$) ou aux bornes d'entrée du côté réception ($E_{réc.}$) allant jusqu'à -40 dBm0p.

1.1.3 Temps de propagation aller et retour entre les bornes de sortie du côté réception ($S_{réc.}$) et les bornes d'entrée du côté émission ($E_{ém.}$) du supprimeur d'écho allant jusqu'à 24 ms (y compris toute l'installation de transmission et de commutation).

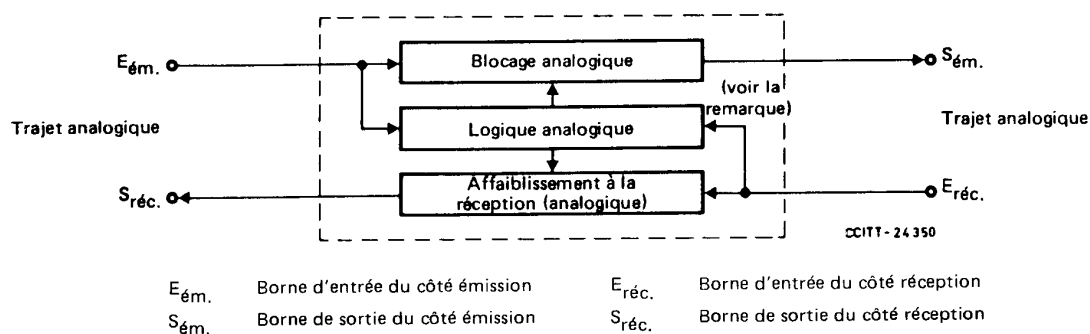
Remarque – La Recommandation G.161 [1] indique 25 ms. Dans la présente Recommandation, la valeur de 24 ms, multiple de 2, est retenue parce qu'elle convient mieux au projet de construction des supprimeurs d'écho numériques.

1.1.4 Affaiblissement du trajet d'écho, en dB, (voir la Recommandation citée en [2]) susceptible d'être tel que l'affaiblissement minimum entre les bornes de sortie du côté réception et les bornes d'entrée du côté émission du supprimeur d'écho sera égal à la différence entre les niveaux relatifs à ces deux accès majorée de 6 dB.

Les supprimeurs d'écho doivent être conçus de manière à fonctionner de façon satisfaisante dans toutes les conditions décrites ci-dessus.

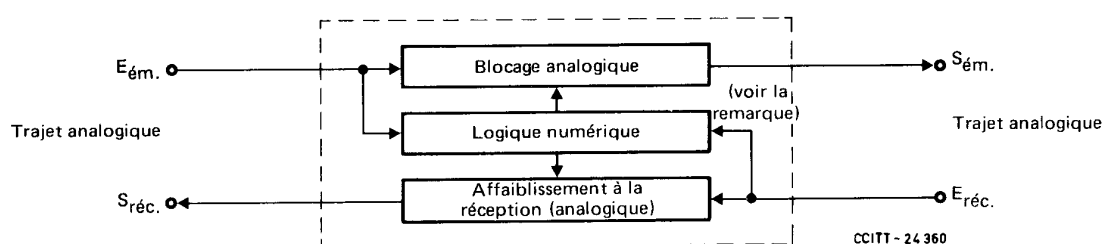
1.2 Caractéristiques de projet de construction

Les supprimeurs d'écho conformes aux caractéristiques données dans la présente Recommandation sont des demi-supprimeurs d'écho terminaux à fonctionnement différentiel et algorithme d'intervention assurant un état d'intervention partiel. Ils peuvent être en outre caractérisés par le fait que les trajets de transmission, les fonctions logiques et le traitement de la parole (suppression et affaiblissement à la réception) utilisent des techniques analogiques ou numériques. Les combinaisons que l'on rencontrera le plus probablement dans la pratique et dont traite particulièrement la présente Recommandation sont représentées aux figures 1/G.164, 2/G.164, 3/G.164 et 4/G.164 en tant que types A, B, C et D. Toutes les conditions de la présente Recommandation s'appliquent de la même façon aux types A, B, C et D sauf exception indiquée.



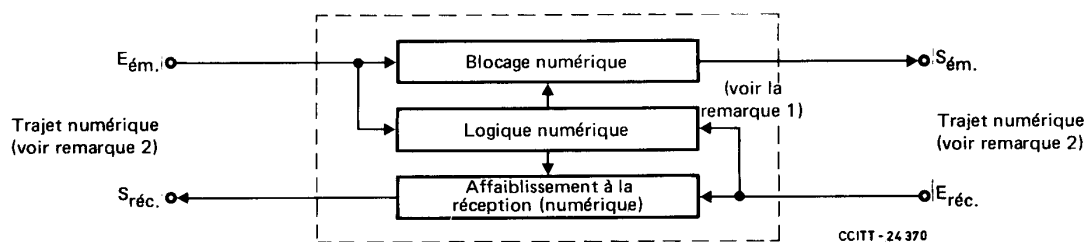
Remarque – Ces bornes d'entrée peuvent être connectées à l'une ou à l'autre des extrémités de l'ensemble «affaiblissement à la réception», selon la manière dont sont câblés les circuits logiques.

FIGURE 1/G.164
Suppresseur d'écho de type A



Remarque – Ces bornes d'entrée peuvent être connectées à l'une ou à l'autre des extrémités de l'ensemble «affaiblissement à la réception», selon la manière dont sont câblés les circuits logiques.

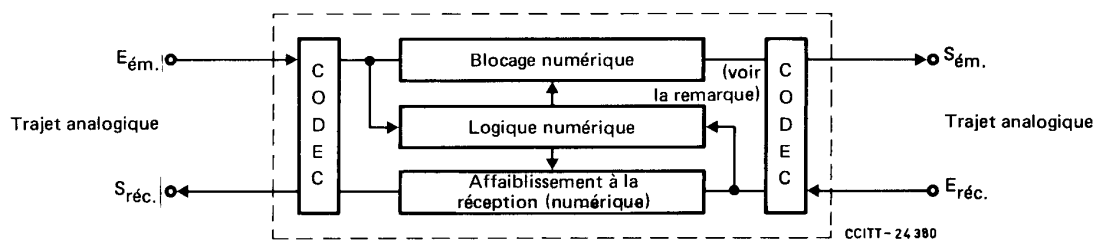
FIGURE 2/G.164
Suppresseur d'écho de type B



Remarque 1 – Ces bornes d'entrée peuvent être connectées à l'une ou à l'autre des extrémités de l'ensemble «affaiblissement à la réception», selon la manière dont sont câblés les circuits logiques.

Remarque 2 – Le trajet numérique peut être à n'importe quelle interface numérique, c'est-à-dire à 64 kbit/s, 1544 ou 2048 kbit/s ou à une interface quelconque d'ordre supérieur.

FIGURE 3/G.164
Suppresseur d'écho de type C



Remarque – Ces bornes d'entrée peuvent être connectées à l'une ou à l'autre des extrémités de l'ensemble « affaiblissement à la réception », selon la manière dont sont câblés les circuits logiques.

FIGURE 4/G.164
Supprimeur d'écho de type D

1.3 Variantes

1.3.1 La Recommandation G.161 [1] reste applicable à la conception de supprimeurs d'écho analogiques. Les supprimeurs d'écho analogiques doivent donc être conformes à la présente Recommandation dans son intégralité ou à la Recommandation G.161 [1] dans son intégralité.

1.3.2 La présente Recommandation est applicable aux supprimeurs d'écho qui utilisent une sensibilité différentielle fixe, voir le § 3 et à ceux qui font appel à une sensibilité différentielle adaptative, voir le § 4.

1.4 Compatibilité

Il est nécessaire que tous les dispositifs de réduction d'écho utilisés sur les communications internationales soient compatibles entre eux. Les supprimeurs d'écho conçus conformément à la présente Recommandation seront compatibles entre eux, ainsi qu'avec les supprimeurs d'écho conformes aux spécifications de la Recommandation G.161 [1] et avec les annuleurs d'écho conçus selon les spécifications de la Recommandation G.165. La compatibilité se définit comme suit:

Etant donné,

- 1) qu'un certain type de dispositif de réduction d'écho (par exemple, type I) a été conçu de manière à fonctionner de façon satisfaisante sur toute connexion entièrement équipée d'un couple de tels dispositifs, et
- 2) qu'un autre type de dispositif de réduction d'écho (par exemple, type II) a été conçu de façon analogue,

on dit que le dispositif du type II est compatible avec celui du type I s'il est possible de remplacer un dispositif de réduction d'écho d'un type par un dispositif de réduction d'écho de l'autre type sans que la qualité de la communication s'abaisse jusqu'à un niveau non satisfaisant.

En ce sens la compatibilité ne signifie pas que le même appareil d'essai ou les mêmes méthodes d'essai puissent nécessairement être utilisés pour tester les dispositifs de réduction d'écho du type I ou du type II.

1.5 Utilité des méthodes d'essai

Des méthodes d'essai objectives sont très importantes pour permettre de mesurer les caractéristiques de fonctionnement essentielles des supprimeurs d'écho. En conséquence, des méthodes d'essai appropriées sont indiquées au § 6. Les supprimeurs d'écho doivent fonctionner correctement pour répondre aux signaux vocaux. Du fait de la difficulté inhérente à la définition d'un signal vocal d'essai, les essais ci-après sont des essais de type et se fondent sur l'emploi de signaux sinusoïdaux faciles à manier et pouvant être répétés. Ces essais ne devraient être effectués sur des supprimeurs d'écho qu'après démonstration de la capacité du dispositif à fonctionner correctement avec des signaux vocaux entrants.

1.6 Mise en action/neutralisation

Chaque supprimeur d'écho doit être équipé des dispositifs suivants:

- a) un dispositif qui permet la mise en action ou la neutralisation sous l'effet d'une mise à la terre extérieure provenant du circuit interurbain. Ce dispositif aurait pour fonction de permettre ou d'empêcher, selon le cas, le fonctionnement normal du supprimeur d'écho. Certains supprimeurs d'écho du type C peuvent être neutralisés directement par un signal numérique.

Certains signaux de données numériques peuvent exiger de la part des supprimeurs d'écho du type C la fourniture d'une intégrité de séquence de bits à 64 kbit/s dans l'état de neutralisation depuis l'extérieur;

- b) un dispositif de neutralisation par tonalité ayant pour effet d'éviter l'application de l'affaiblissement de blocage et de l'affaiblissement à la réception lorsque les supprimeurs sont traversés par des signaux de neutralisation ayant certaines fréquences spécifiées. Le dispositif de neutralisation devrait donc agir sous l'effet de certaines fréquences spécifiées mais non sous l'effet des fréquences de la parole. (Voir le § 5.)

1.7 Remarques explicatives

1.7.1 Lorsqu'un supprimeur d'écho est dans le mode de suppression (ou de blocage), il introduit un affaiblissement important dans la voie de retour; cet affaiblissement non seulement supprime l'écho, mais empêche les paroles prononcées par l'autre interlocuteur de parvenir au premier lorsque les deux interlocuteurs viennent à parler simultanément (double parole). Pour éviter cet effet de "hachage" qui risque de se produire lorsque les deux interlocuteurs parlent simultanément, le supprimeur d'écho doit pouvoir alors fonctionner selon un autre mode. D'après la terminologie normalement utilisée, le second interlocuteur doit pouvoir "intervenir" ou annuler l'action de suppression lorsqu'il interrompt le premier.

1.7.2 L'intervention a donc pour résultat de transformer un circuit permettant la transmission de la parole dans un seul sens en un circuit permettant la transmission simultanée de la parole dans les deux sens et a nécessairement pour conséquence de laisser passer l'écho sans le supprimer. Afin de réduire l'importance de l'écho renvoyé pendant l'intervention, on insère un affaiblissement dans la voie de réception. Cela a naturellement pour effet d'affaiblir les paroles reçues. Si l'action d'intervention est réglée de manière qu'elle réduise l'écho au minimum, les paroles de l'un ou des deux interlocuteurs qui parlent simultanément demeurent "hachées" dans une certaine mesure lorsque la commande du supprimeur d'écho passe de l'un des interlocuteurs à l'autre. De ce fait, la construction d'un supprimeur d'écho se fonde sur deux conditions fondamentales:

- 1) assurer une suppression suffisante de l'écho lorsqu'un seul des interlocuteurs parle;
- 2) assurer une intervention souple et directe lorsque les deux interlocuteurs parlent simultanément.

La seconde de ces conditions implique deux fonctions qui s'excluent mutuellement:

- a) éviter tout hachage des paroles lorsque les deux interlocuteurs parlent simultanément;
- b) supprimer l'écho pendant que les deux interlocuteurs parlent simultanément et immédiatement après.

1.7.3 On utilise un circuit différentiel pour reconnaître la condition dans laquelle il doit y avoir intervention. Le niveau des courants vocaux de la voie d'émission est comparé à celui de la voie de réception pour déterminer s'il s'agit de l'écho de paroles prononcées par un interlocuteur ou des paroles prononcées par l'autre. Le niveau de l'écho est diminué de l'affaiblissement du trajet d'écho, l'écho étant lui-même retardé d'un temps égal ou double du temps de propagation entre le supprimeur d'écho et les points de réflexion. (Le temps de propagation aller et retour sur le trajet d'écho est appelé "retard aux extrémités".) Pour la conception du circuit différentiel, il faut tenir compte à la fois de l'affaiblissement minimal du trajet d'écho et du retard maximal aux extrémités.

1.7.4 Les supprimeurs d'écho à sensibilité différentielle fixe sont conçus de telle façon que si le niveau des courants vocaux de la voie d'émission est inférieur au niveau de l'écho prévu (compte tenu de l'affaiblissement minimal du trajet d'écho) le blocage est maintenu. Si, au contraire, ce niveau dépasse celui de l'écho prévu, il se produit une intervention et l'action de blocage est annulée.

1.7.5 Les supprimeurs d'écho à sensibilité différentielle adaptative sont conçus de façon à s'adapter à l'affaiblissement du trajet d'écho réel sur la connexion (qui est généralement sensiblement au-dessus de la valeur minimale; voir le § 2 de la Recommandation G.122). Les courants vocaux de la voie d'émission sont donc plus souvent d'un niveau supérieur à celui de l'écho attendu, et l'intervention se produit plus facilement. Le temps d'adaptation est généralement de moins d'une seconde, interrompu ou ralenti pendant les périodes de double parole. La fonction d'adaptation réduit la dégradation due au hachage des paroles qui a lieu dans la voie d'émission.

1.7.6 On a recours au maintien de l'intervention pour minimiser le hachage des courants vocaux en cas de double parole. Un processus en deux temps est recommandé en guise de protection contre une intervention intempestive due à l'écho ou à un bruit impulsif:

- a) On introduit en premier lieu l'état d'intervention partielle. Cet état est caractérisé par la brièveté du temps de maintien de l'intervention. L'affaiblissement à la réception peut être inséré ou ne pas l'être mais, s'il est utilisé, le temps de maintien de l'intervention doit être également bref.
- b) Une fois que les conditions du signal donnant lieu à l'intervention ont persisté pendant une certaine durée, on applique l'intervention totale. Un affaiblissement à la réception doit être inséré et l'on doit appliquer un temps de maintien de l'intervention plus long.

2 Définitions relatives aux supprimeurs d'écho

2.1 supprimeur d'écho

E: echo suppressor

S: supresor de eco

Dispositif commandé par la voix, placé dans la partie à quatre fils d'un circuit et servant à insérer un affaiblissement dans le trajet de transmission afin de supprimer l'écho. Le trajet sur lequel agit le supprimeur d'écho peut être le trajet d'un circuit individuel ou le trajet de transmission d'un signal multiplex.

2.2 supprimeur d'écho complet

E: full echo suppressor

S: supresor de eco completo

Supprimeur d'écho dans lequel les signaux vocaux transmis dans l'un quelconque des deux sens de transmission commandent l'introduction de l'affaiblissement de blocage dans l'autre sens.

2.3 demi-supprimeur d'écho

E: half-echo suppressor

S: semisupresor de eco

Supprimeur d'écho dans lequel les signaux vocaux transmis dans l'un des deux sens de transmission commandent l'introduction de l'affaiblissement de blocage dans l'autre sens, cette action n'étant pas réciproque.

2.4 supprimeur d'écho différentiel

E: differential echo suppressor

S: supresor de eco diferencial

Supprimeur d'écho dont le fonctionnement est déterminé par la différence des niveaux des signaux transmis dans les deux sens de transmission.

2.5 supprimeur d'écho à intervention partielle

E: partial break-in echo suppressor

S: supresor de eco con intervención parcial

Supprimeur d'écho comportant des fonctions d'intervention partielle et d'intervention totale.

2.6 supprimeur d'écho à intervention adaptable

E: adaptive break-in echo suppressor

S: supresor de eco con intervención adaptativa

Supprimeur d'écho permettant l'ajustement automatique de la sensibilité différentielle d'intervention en fonction de l'affaiblissement du trajet d'écho.

2.7 affaiblissement de blocage

E: suppression loss

S: atenuación para la supresión

Valeur spécifiée minimale de l'affaiblissement qu'un supprimeur d'écho introduit dans la voie d'émission (du supprimeur d'écho), en vue de réduire l'effet des courants d'écho.

2.8 affaiblissement à la réception

E: receive loss

S: atenuación en la recepción

Valeur spécifiée de l'affaiblissement qu'un supprimeur d'écho introduit dans la voie de réception (du supprimeur d'écho), en vue de réduire l'effet des courants d'écho pendant l'intervention.

2.9 supprimeur d'écho terminal (voir la figure 5/G.164)

E: terminal echo suppressor

S: supresor de eco terminal

Supprimeur d'écho conçu de façon à fonctionner à une extrémité d'un circuit, ou aux deux extrémités.

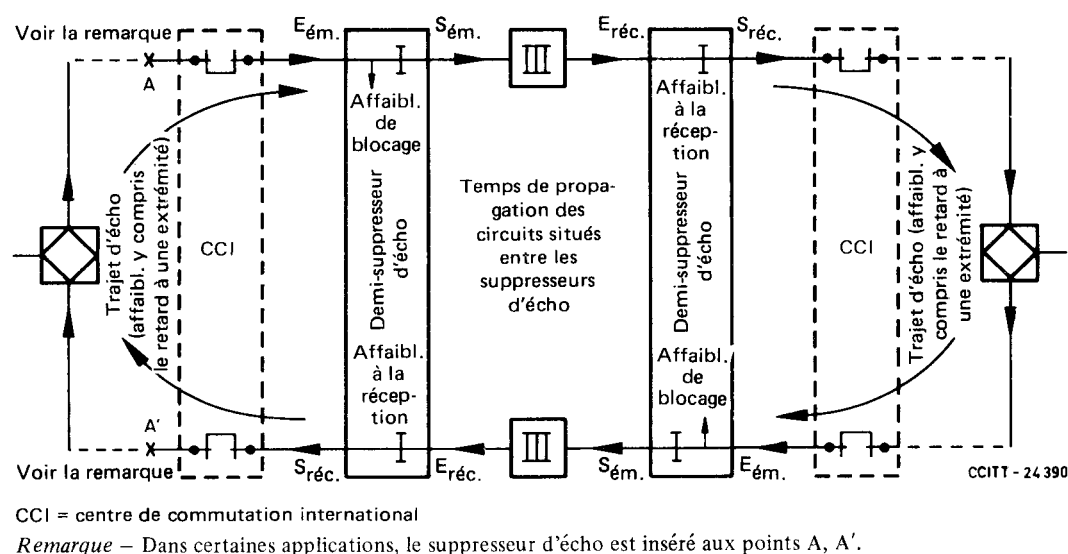


FIGURE 5/G.164

2.10 temps de fonctionnement pour le blocage

E: suppression operate time

S: tiempo de funcionamiento para la supresión

Intervalle de temps entre le moment où des signaux d'essai définis, appliqués aux bornes d'entrée du côté émission et/ou réception, sont modifiés d'une façon déterminée et le moment où l'affaiblissement de blocage est introduit dans la voie d'émission du supprimeur d'écho.

2.11 temps de maintien pour le blocage

E: suppression hangover time

S: tiempo de bloqueo para la supresión

Intervalle de temps entre le moment où des signaux d'essai définis, appliqués aux bornes d'entrée du côté émission et/ou réception, sont modifiés d'une façon déterminée et le moment où l'affaiblissement de blocage est retiré de la voie d'émission.

2.12 intervention partielle

E: partial break-in

S: intervención parcial

Etat temporaire d'intervention, présent au début de l'intervention, caractérisé par un bref temps de maintien de l'intervention. L'affaiblissement à la réception peut être inséré au cours de l'intervention partielle, à condition qu'il ait aussi le bref temps de maintien de l'intervention.

2.13 temps de fonctionnement pour l'intervention partielle

E: partial break-in operate time

S: tiempo de funcionamiento para la intervención parcial

Intervalle de temps entre le moment où des signaux d'essai définis, appliqués aux bornes d'entrée d'émission et/ou de réception, sont modifiés d'une façon déterminée, de manière à faire cesser le blocage et le moment où le blocage cesse. L'insertion d'un affaiblissement dans la voie de réception peut se produire au moment où le blocage cesse ou légèrement plus tard.

2.14 intervention totale

E: full break-in

S: intervención total

Etat stable d'intervention, qui peut suivre l'état d'intervention partielle, une fois qu'il a été déterminé, avec une grande probabilité, que le signal qui a provoqué l'intervention est un signal de parole. Cet état est caractérisé par l'insertion de l'affaiblissement à la réception et par des temps de maintien de l'intervention plus longs.

2.15 temps de fonctionnement pour l'intervention totale

E: full break-in operate time

S: tiempo de funcionamiento para la intervención total

Intervalle de temps entre le moment où des signaux d'essai définis, appliqués aux bornes d'entrée d'émission et/ou de réception, sont modifiés d'une manière déterminée, de manière à faire cesser le blocage et à allonger le temps de maintien, et le moment où le temps de maintien plus long est appliqué. Le blocage cesse au même moment que pour l'intervention partielle. L'insertion d'un affaiblissement dans la voie de réception peut se produire au moment où le blocage cesse au légèrement plus tard.

2.16 temps de maintien pour l'intervention

E: break-in hangover time

S: tiempo de bloqueo para la intervención

Intervalle de temps entre le moment où des signaux d'essai définis, appliqués aux bornes d'entrée d'émission et/ou de réception, sont modifiés d'une façon déterminée, de manière à rétablir le blocage et le moment où le blocage est rétabli. Le temps de maintien pour le retrait de l'affaiblissement dans la voie de réception peut être plus long que le temps de maintien pour le rétablissement du blocage.

2.17 sensibilité différentielle

E: differential sensitivity

S: sensibilidad diferencial

Différence, en dB, entre le niveau des signaux d'essai appliqués à la voie d'émission et à la voie de réception, au moment où se produit l'intervention.

3 Caractéristiques des supprimeurs d'écho à sensibilité différentielle d'intervention fixe

3.1 Qualité de transmission

Sauf avis contraire, les caractéristiques de qualité doivent être observées quand on applique des signaux en régime permanent au trajet d'émission et au trajet de réception séparément.

Les limites spécifiées ci-après pour les caractéristiques de transmission doivent être observées dans toute la gamme de températures de +10° C à +40° C ainsi que dans tout l'intervalle de variation de l'alimentation en énergie admis par les diverses Administrations.

Les supprimeurs d'écho des types A, B et D sont placés dans la partie à fréquences vocales d'un circuit à 4 fils ayant une impédance nominale de 600 ohms. Les voies d'émission (central vers ligne) et de réception (ligne vers central) ont des niveaux relatifs différents selon les réseaux nationaux, par exemple:

- 1) émission: – 16 dBr; réception: + 7 dBr;
- 2) émission: – 4 dBr; réception: + 4 dBr.

Les fréquences de tonalité d'essai sont 800 Hz ou 1000 Hz, valeur nominale. Pour éviter les sous-multiples de la fréquence d'échantillonnage de 8000 Hz, les fréquences des tonalités d'essai doivent être comprises dans les intervalles 804–860 Hz et 1004–1020 Hz, respectivement.

3.1.1 Supprimeurs d'écho de types A et B

3.1.1.1 Affaiblissement d'insertion

L'affaiblissement d'insertion à 800 Hz (ou à 1000 Hz) d'un supprimeur d'écho en position de repos doit être de $0 \pm 0,3$ dB, pour un niveau de la fréquence de mesure inférieur à 0 dBm0.

3.1.1.2 Distorsion d'affaiblissement

La distorsion d'affaiblissement doit être telle que, si l'affaiblissement à 800 Hz (ou à 1000 Hz) est Q dB, l'affaiblissement à une fréquence quelconque de la bande de 300 à 3400 Hz soit compris entre $(Q + 0,3)$ dB et $(Q - 0,2)$ dB et, à 200 Hz, entre $(Q + 1)$ dB et $(Q - 0,2)$ dB.

3.1.1.3 Distorsion de temps de propagation

La distorsion de temps de propagation, mesurée entre deux fréquences quelconques, ne doit pas dépasser 30 μ s dans la bande de 1000 à 2400 Hz, et 60 μ s dans la bande de 500 à 3000 Hz.

3.1.1.4 Impédance

Les valeurs d'impédance et d'affaiblissement d'adaptation sont applicables à tous les états de fonctionnement des supprimeurs d'écho.

- 1) La valeur nominale des impédances d'entrée et de sortie doit être de 600 ohms (non réactives).
- 2) L'affaiblissement d'adaptation par rapport à l'impédance nominale ne doit pas être inférieur à 20 dB dans la bande de 300 à 600 Hz ni à 25 dB dans la bande de 600 à 3400 Hz.
- 3) La dissymétrie d'impédance de chaque borne par rapport à la terre ne doit pas être inférieure à 50 dB dans toute la bande de 300 à 3400 Hz.

3.1.1.5 Surcharge

L'affaiblissement d'insertion à 800 Hz (ou à 1000 Hz) ne doit pas augmenter de plus de 0,2 dB lorsque le niveau de la fréquence de mesure passe de 0 dBm0 à +5 dBm0.

3.1.1.6 Distorsion harmonique

La puissance totale de distorsion harmonique, pour une onde sinusoïdale pure de 800 Hz (ou de 1000 Hz) à un niveau de 0 dBm0, ne doit pas dépasser –34 dBm0.

3.1.1.7 Intermodulation

Pour les fréquences $f_1 = 900$ Hz et $f_2 = 1020$ Hz appliquées simultanément chacune au niveau de 5 dBm0, la différence entre le niveau de sortie de l'une ou l'autre de ces deux fréquences et celui de l'un ou l'autre des produits d'intermodulation ($2f_1 - f_2$) ou ($2f_2 - f_1$) devrait être d'au moins 45 dB. Quand on utilise des compresseurs de parole pour assurer l'affaiblissement pendant l'intervention, cette limite est abaissée à 26 dB pendant l'état d'intervention, pour la voie de réception (voie de réception à l'état W).

3.1.1.8 Réponse transitoire

Si des dispositifs d'affaiblissement insérés dans la voie de réception fonctionnent au rythme des syllabes, leur réponse transitoire doit être conforme aux dispositions de la Recommandation G.162, qui traite de la réponse transitoire globale d'un compresseur-extenseur.

3.1.1.9 Bruit

La puissance psophométrique moyenne introduite par un supprimeur d'écho ne doit pas dépasser -70 dBm0p. La puissance moyenne non pondérée de bruit introduite par un supprimeur d'écho dans une bande allant de 300 à 3400 Hz ne doit pas dépasser -50 dBm0.

3.1.1.10 Diaphonie

Quand un supprimeur d'écho est installé dans un circuit en service, l'affaiblissement diaphonique entre la voie d'émission et la voie de réception (et inversement) doit être tel que la puissance du signal sur la voie perturbée due à la diaphonie produite par la voie perturbatrice, ne dépasse pas -65 dBm0 pour un signal sinusoïdal transmis sur la voie perturbatrice avec une puissance au plus égale à +5 dBm0, dans la gamme de 300 à 3400 Hz.

3.1.1.11 Signaux parasites dus aux supprimeurs d'écho

Les diverses conditions de fonctionnement d'un supprimeur d'écho ne doivent pas provoquer l'apparition de signaux parasites appréciables tels que des impulsions formées dans le supprimeur et résultant d'états transitoires. En particulier, ces signaux ne doivent pas avoir une ampleur telle qu'ils puissent entraîner le fonctionnement intempestif ou l'intervention intempestive d'un autre supprimeur d'écho présent sur la communication. A cet égard, il faut tenir compte des communications comportant plusieurs circuits et plusieurs circuits et plusieurs couples de supprimeurs d'écho en tandem.

Pour éviter tout fonctionnement intempestif des autres supprimeurs d'écho dans une chaîne de circuits, la tension (mesurée de zéro à la valeur de crête) des signaux transitoires, produits dans les voies de réception ou d'émission (bouclées sur 600 ohms) et dus à un fonctionnement des supprimeurs d'écho provoqué par des signaux sur la voie opposée, ne doit pas dépasser 20 mV en un point relatif zéro (-34 dBV0) après filtrage parasite dans la bande de 500 à 3000 Hz. De plus, la durée de ces signaux transitoires doit être telle qu'ils ne soient pas audibles en présence de niveaux de bruits normaux (par exemple -50 dBm0p).

3.1.2 Supprimeur d'écho de type C

3.1.2.1 Considérations générales

L'insertion d'un supprimeur d'écho de type C dans une voie de transmission numérique, entre des codes satisfaisant aux caractéristiques de qualité de la Recommandation G.712 [3], ne doit pas avoir pour effet d'altérer cette qualité.

3.1.2.2 Temps de propagation de groupe

Le temps de propagation de groupe à travers le supprimeur d'écho ne doit pas dépasser 0,25 ms.

3.1.2.3 Effet des compléments de ligne numériques

L'insertion d'un affaiblissement dans le signal numérique de la voie de réception pendant l'état d'intervention peut augmenter la distorsion de quantification. Les supprimeurs d'écho du type C, qui maintiennent l'intégrité du bit de signalisation pour la signalisation voie par voie dans les systèmes conformes aux spécifications de la Recommandation G.733 [4] en évitant le bit de plus faible poids, sont susceptibles de faire apparaître une plus forte augmentation de la distorsion de quantification pendant l'état d'intervention que les supprimeurs d'écho du type C utilisés dans les systèmes avec signalisation sur voie commune. Voir la note^{c)} du tableau 1/G.164.

3.1.2.4 Effet des compresseurs numériques instantanés

Lorsqu'on emploie un compresseur instantané sur la voie de réception du supprimeur pendant l'intervention, il ne doit pas produire une distorsion dépassant les limites suivantes:

a) *Distorsion harmonique*

Avec un signal d'entrée sinusoïdal de 0 dBm0 sur toute fréquence comprise entre 300 Hz et 1 kHz, la distorsion harmonique du troisième ordre ne doit pas dépasser -30 dBm0.

b) *Distorsion d'intermodulation*

Avec un signal d'entrée composé de deux signaux sinusoïdaux de même amplitude et de fréquence $f_1 = 900$ et $f_2 = 1020$ Hz à des niveaux compris entre -3 et -35 dBm0, les produits de distorsion à $(2f_1 - f_2)$ et $(2f_1 - f_1)$ ne doivent pas dépasser un niveau de -16 dB rapporté au niveau de sortie de chaque fréquence. Pour les niveaux d'entrée inférieurs à -35 dBm0, ce rapport doit être d'au moins -20 dB.

3.1.3 Supprimeurs d'écho de type D

3.1.3.1 Considérations générales

Les caractéristiques de qualité indiquées dans la Recommandation G.712 [3] s'appliquent aux codecs.

3.1.3.2 Temps de propagation de groupe

Le temps de propagation de groupe ne doit pas dépasser celui des codecs seuls de plus de 0,25 ms.

3.1.3.3 Effet des compléments de ligne numériques

Des compléments de ligne numériques insérés dans la voie de réception pendant l'état d'intervention peuvent augmenter la distorsion de quantification au-delà des limites spécifiées dans la Recommandation G.712 [3]. Voir la note ^{c)} du tableau 1/G.164.

3.1.3.4 Effet des compresseurs numériques instantanés

Voir le § 3.1.2.4

3.2 Caractéristiques lorsque des signaux d'entrée en régime permanent sont appliqués séparément à la voie d'émission et à la voie de réception

3.2.1 L'action d'un supprimeur d'écho à sensibilité différentielle fixe présentant les caractères généraux décrits au § 1 est expliquée ci-après à l'aide du diagramme de fonctionnement théorique de la figure 6/G.164. Les combinaisons significatives des signaux d'entrée sont représentées par les zones X, Y, Z, W et V.

3.2.2 La zone X correspond à l'absence de tout signal appréciable sur la voie d'émission ou sur la voie de réception. La zone Y correspond à la présence de signaux sur la seule voie d'émission. La zone Z représente les combinaisons de niveaux des signaux pour lesquelles le supprimeur d'écho doit assurer le blocage sur la voie d'émission. La zone W correspond à l'intervention, lorsque le blocage doit être annulé. La zone V correspond à l'hystérésis qui doit assurer le maintien de la position d'intervention si le signal sur la voie d'émission est tombé légèrement au-dessous du niveau minimal pour lequel l'intervention doit se produire. De ce fait, la zone V représente une condition bistable. Le tableau 1/G.164 indique les valeurs d'affaiblissement qu'il convient d'introduire dans les deux voies lorsque chacune des cinq zones X, Y, Z, W et V est occupée en permanence. La colonne de droite du tableau renvoie à des essais décrits au § 6. La figure 7/G.164 indique les valeurs limites de l'affaiblissement à la réception, C, qu'il convient d'introduire dans la voie de réception pendant l'intervention. Les indications contenues dans les figures 6/G.164 et 7/G.164 et dans le tableau 1/G.164 sont valables pour des signaux en régime permanent, et dans des cas où des frontières entre les zones sont franchies très lentement.

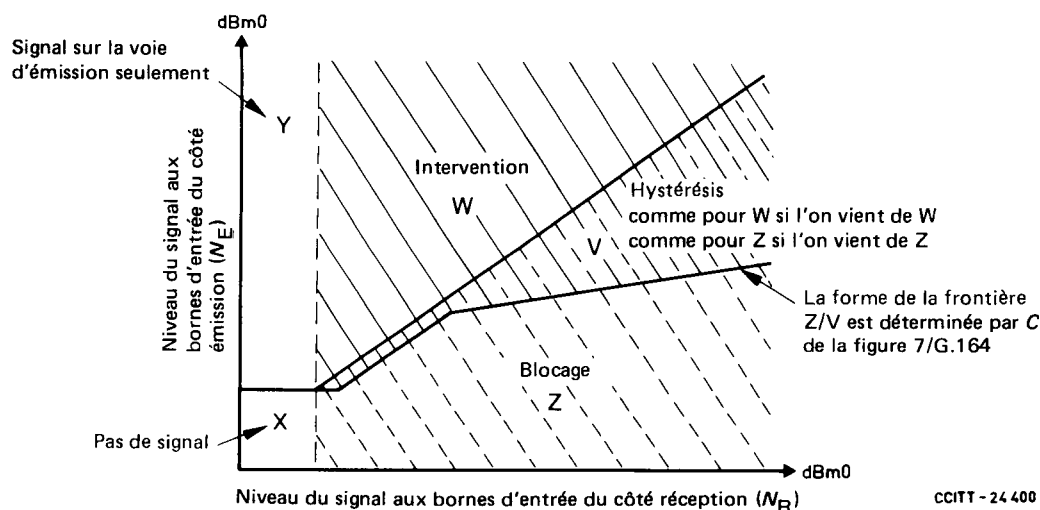


FIGURE 6/G.164

Diagramme explicatif du fonctionnement des supprimeurs d'écho à sensibilité différentielle fixe dans des conditions idéales

TABEAU 1/G.164

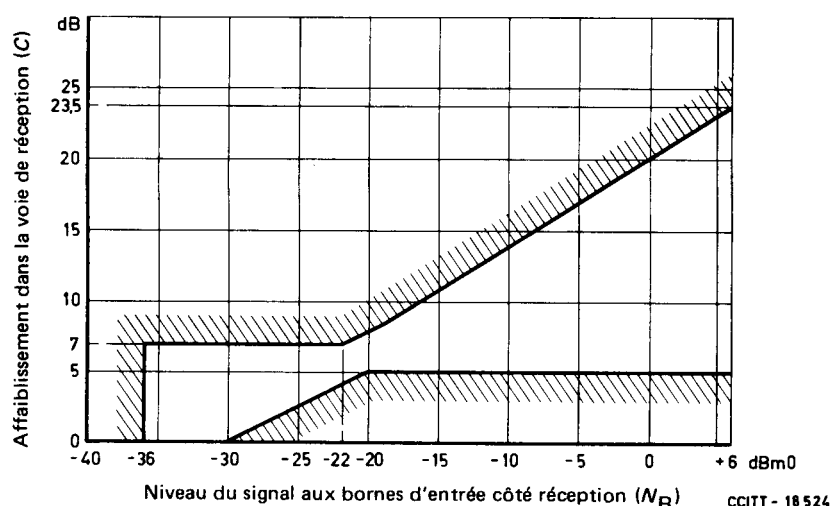
Explications pour le diagramme de fonctionnement de la figure 6/G.164

Zone	Affaiblissement dans la voie d'émission (dB)	Affaiblissement dans la voie de réception (dB)	Essai n°
X	0	0	1
Y	0	0 ^{b)}	2
W	0	Dans les limites indiquées pour C à la figure 7/G.164 ^{c)}	2
Z	50 minimum ^{a)}	0	1
V	Comme pour W si l'on vient de W Comme pour Z si l'on vient de Z		

a) Lorsque des supprimeurs d'écho sont utilisés sur des circuits à faible bruit, la suppression du bruit à l'extrémité distante peut être gênante en raison du contraste de bruit. Deux Administrations ont démontré qu'il était possible de réduire cette dégradation en introduisant un bruit équivalant au bruit d'extrémité distante au cours de l'opération de suppression.

b) Lorsque l'affaiblissement dans la voie de réception est dû à un compresseur de parole, il doit être égal à 0 quand le niveau du signal à la réception est inférieur ou égal à -36 dBm0.

c) Les renseignements contenus dans le supplément n° 21 placé à la fin du présent fascicule indiquent que, pour les signaux téléphoniques codés selon la loi A, la distorsion de quantification supplémentaire causée par un affaiblisseur numérique fixe est minimale pour un affaiblissement de 6 dB. Pour des signaux reçus avec un niveau élevé, cette remarque s'applique aussi aux valeurs d'affaiblissement qui sont un multiple entier de 6 dB. Pour des signaux téléphoniques codés selon la loi μ , la distorsion de quantification supplémentaire est à peu près indépendante de l'affaiblissement introduit par l'affaiblisseur numérique.



Remarque – Les valeurs recommandées sont à l'intérieur de la zone non hachurée.

FIGURE 7/G.164

Valeurs recommandées pour l'affaiblissement C à introduire dans la voie de réception pendant l'intervention

3.2.3 Les éléments indiqués dans la figure 6/G.164 concernent seulement les caractéristiques que l'on peut déterminer sans qu'il soit nécessaire de connaître les circuits internes du supprimeur d'écho ou d'avoir accès à ces circuits, mais tout simplement en appliquant des signaux d'essai aux bornes externes du supprimeur d'écho et en observant son état par des mesures externes. On trouvera au § 6, la description des méthodes d'essai à mettre en oeuvre pour vérifier par des mesures la conformité aux spécifications.

3.2.4 Les niveaux du signal qui définissent les divers seuils sont indiqués dans le tableau 2/G.164.

3.2.4.1 Le niveau nominal du seuil de blocage est -31 dBm0 quand il n'y a pratiquement pas de parole sur la voie d'émission. Le niveau auquel cesse l'action de blocage est aussi nominalement -31 dBm0, mais il peut atteindre au-dessous du seuil de blocage une dénivellation de 3 dB. L'objectif de la spécification, quand des signaux d'un niveau supérieur au seuil sont transmis à la fois sur la voie d'émission et celle de réception, est que le supprimeur d'écho se trouve dans le mode blocage (Z), si $N_R \geq N_E$; passe au mode intervention (W), si $N_E \geq N_R$ et retourne au mode blocage, si $N_R \geq N_E + C$. Des tolérances sont prévues pour tenir compte des fluctuations de filtrage, de tension d'alimentation et de température.

3.2.4.2 Les limites de la réponse en fréquence de la voie de commande de blocage sont indiquées dans la figure 8/G.164. Les limites de la réponse en fréquence des voies de commande d'intervention sont indiquées dans la figure 9/G.164. Il est souhaitable d'assurer un tel filtrage dans les supprimeurs d'écho. Toutefois, ce dispositif est difficile à réaliser dans le cas des supprimeurs des types C et D. En conséquence, pour ces types de supprimeurs, le filtrage peut être omis lorsque les Administrations peuvent avoir la certitude que les signaux perturbateurs sont d'un niveau si faible qu'ils n'ont pas d'influence défavorable sur le fonctionnement du supprimeur d'écho. Les essais 1 et 3 décrits au § 6 peuvent être utilisés pour mesurer les réponses en fréquence.

TABLEAU 2/G.164

Niveaux de seuil entre les zones

Frontière	Symbole du seuil	(voir la remarque 1) A 1000 Hz à $20 \pm 5^\circ \text{C}$ dBm0	(voir la remarque 1) A 1000 Hz entre $10 \pm 40^\circ \text{C}$ dBm0	Variation avec la fréquence	Essai n°
<i>Blocage</i>					
X à Z	T_{xz}	$-33 \leq T_{xz} \leq -29$ pour $N_E = -40$	$T'_{xz} = T_{xz} \pm 1$	Figure 8/G.164	1
Z à X	$T_{zx\text{max.}}$ $T_{zx\text{min.}}$	$T_{xz} - 0 \text{ dB}$ $T_{xz} - 3 \text{ dB}$	$T'_{xz} - 0 \text{ dB}$ $T'_{xz} - 3 \text{ dB}$		1
<i>Intervention</i>					
V à W (en provenance de Z)	T_{vw}	$N_R - 3 \leq N_E \leq N_R$ (voir les remarques 3, 4, 5 et 6) ($-26,5 \leq N_R \leq +3$)		$T'_{vw} = T_{vw} \pm 1,5 \text{ dB}$ entre 500 et 3000 Hz (voir la remarque 2)	3
V à Z (en provenance de W)	$T_{vz\text{max.}}$ $T_{vz\text{min.}}$	$T_{vw} - C + 2 \text{ dB}$ (voir les remarques 3, 4 et 5) $T_{vw} - C - 3 \text{ dB}$ ($-26,5 \leq N_R \leq +3$)		$T'_{vz} = T_{vz} \pm 1,5 \text{ dB}$ entre 500 et 3000 Hz (voir la remarque 2)	3

N_E Niveau, en dBm0, aux bornes d'entrée du côté émission.

N_R Niveau, en dBm0, aux bornes d'entrée du côté réception.

C Affaiblissement introduit dans la voie de réception pendant l'intervention. Cette caractéristique doit être conforme aux limites indiquées dans la figure 7/G.164.

Remarque 1 – La fréquence d'essai est de 1004 à 1020 Hz de manière à éviter un sous-multiple de la fréquence d'échantillonnage de 8000 Hz.

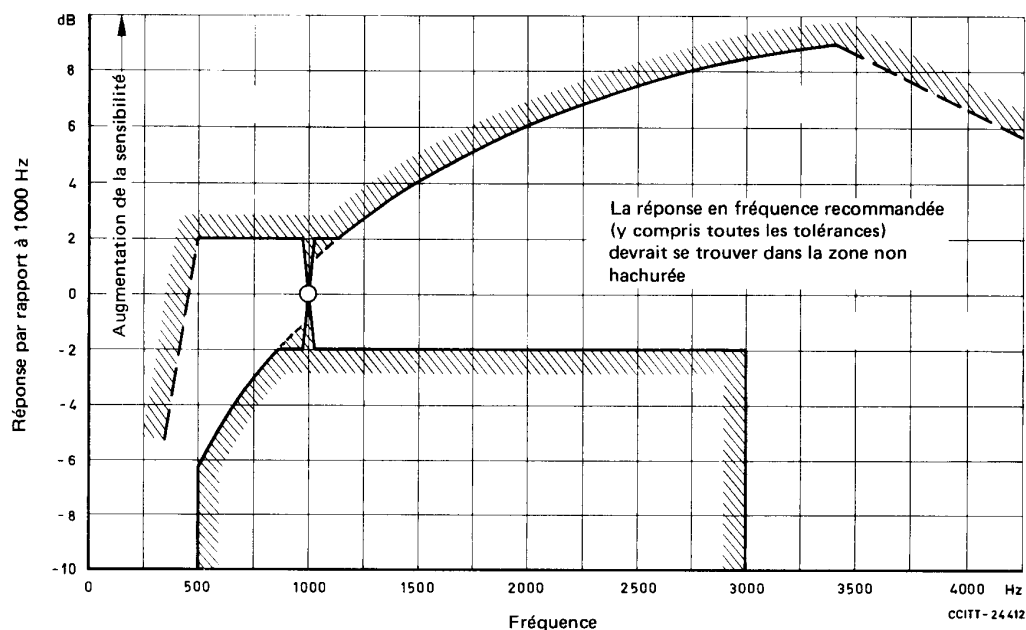
Remarque 2 – Il faut tenir compte des tolérances sur les caractéristiques d'affaiblissement en fonction de la fréquence des deux filtres du détecteur d'intervention, mais il est souhaitable que le seuil d'intervention soit aussi indépendant que possible de la fréquence; une tolérance de $\pm 1,5 \text{ dB}$ doit être respectée si N_E et N_R varient simultanément dans toute la bande de 500 à 3000 Hz.

Remarque 3 – Cela exclut les tolérances dues aux codecs ($\pm 0,5 \text{ dB}$ dans la Recommandation G.712 [3]).

Remarque 4 – Les tolérances concernant T_{vw} et T_{vz} peuvent occasionnellement être dépassées jusqu'à concurrence de 1 dB dans l'intervalle $-26,5 \leq N_R \leq +3 \text{ dBm0}$ par suite d'effets de quantification. En théorie, cela peut entraîner le maintien intempestif de l'intervention quand on utilise les derniers signaux en régime permanent (voir l'essai n° 8). Ce phénomène ne se produit pas pour les signaux vocaux.

Remarque 5 – La combinaison des valeurs limites des seuils T_{vw} et T_{vz} et de faibles valeurs pour l'affaiblissement sur le trajet d'écho et pour C peut, théoriquement, provoquer des oscillations entre le blocage et l'intervention dans le cas des essais qui utilisent des signaux en régime permanent de faible niveau. Ce phénomène n'a pas été observé sur les supprimeurs d'écho existants et il ne se produit pas pour les signaux vocaux.

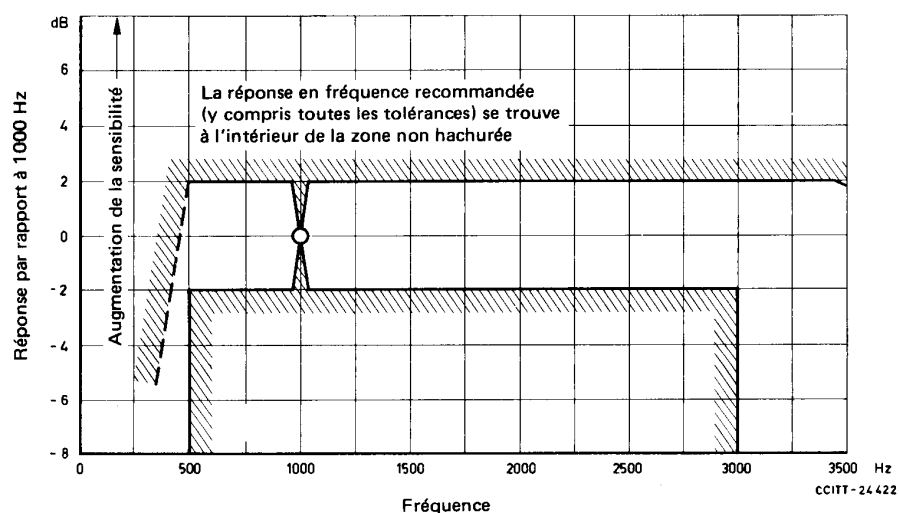
Remarque 6 – Le seuil fixe T_{vw} , qui symbolise une sensibilité différentielle d'une valeur nominale de 0 dB, assure une protection contre toute intervention intempestive due à l'écho pour un affaiblissement minimal de trajet d'écho de 6 dB (voir le § 1.1.4).



Remarque – La diminution de la sensibilité au-dessous de 500 Hz et au-dessus de 3400 Hz devrait avoir une valeur d'au moins 12 dB/octave.

FIGURE 8/G.164

Réponse en fréquence recommandée pour la voie de commande du blocage d'un supprimeur d'écho



Remarque – La diminution de la sensibilité au-dessous de 500 Hz et au-dessus de 3400 Hz devrait avoir une valeur nominale d'au moins 12 dB/octave.

FIGURE 9/G.164

Réponse en fréquence recommandée pour chaque voie de commande du détecteur d'intervention d'un supprimeur d'écho

3.3 *Caractéristiques dynamiques lorsque des signaux sont appliqués, supprimés ou modifiés, indépendamment sur les voies d'émission et de réception*

3.3.1 On peut spécifier les caractéristiques dynamiques en indiquant le temps qui s'écoule, lorsque les valeurs des signaux passent d'un point situé dans une zone à un point situé dans une autre zone, avant que l'état propre à la deuxième zone soit établi (figure 6/G.164 et figure 12/G.164). Si l'on passe de X à Z, on appelle ce temps le temps de fonctionnement pour le blocage; en sens inverse, on l'appelle temps de maintien pour le blocage. Si l'on passe de Z à W ou à Y par l'intermédiaire de V, ce temps est appelé le temps de fonctionnement pour l'intervention; pour le passage en sens inverse, il s'agit du temps de maintien pour l'intervention. Dans la pratique, les frontières V/W et Y/Z peuvent être franchies sous des angles quelconques. Les conditions indiquées dans le tableau 3/G.164 concernent des passages verticaux ou horizontaux.

3.3.2 Le temps de fonctionnement pour le blocage (X/Z) doit être presque constant quand un signal est appliqué brusquement sur la voie de réception à un niveau supérieur au seuil (-31 dBm0) en l'absence de transmission, sur la voie d'émission, de tout signal de niveau appréciable. De même, pour le passage du mode suppression au mode intervention (Z/V/W) avec N_R constant, le temps de fonctionnement indiqué au tableau 3/G.164 devrait en général s'appliquer pour toutes les combinaisons possibles de paires de signaux (N_R et N_E) et non pas seulement pour les deux paires figurant au tableau 3/G.164.

3.3.3 Les temps de maintien indiqués au tableau 4/G.164 devraient en général être respectés chaque fois qu'une suppression ou une intervention s'est produite, quels que soient les niveaux des signaux qui ont déclenché ces actions.

3.3.4 Lorsqu'on fait varier brusquement les niveaux des signaux d'essai sinusoïdaux à la fréquence de 1000 Hz, les temps de fonctionnement indiqués dans le tableau 3/G.164 sont valables, ainsi que les valeurs recommandées pour les temps de maintien indiqués dans le tableau 4/G.164. Pour chacun de ces tableaux, la partie droite se rapporte aux essais décrits au § 6.

3.3.5 Les temps de fonctionnement de la ligne d'affaiblissement à la réception dans la transition Y/W ne sont pas indiqués ou mesurés séparément, mais ils doivent être compris dans les limites admises pour le temps de fonctionnement de blocage.

3.4 *Fonctionnement en présence d'un affaiblissement du trajet d'écho peu important et, éventuellement, de retard aux extrémités*

Les clauses qui précèdent sont valables lorsque le supprimeur d'écho est soumis aux essais dans des conditions telles que les signaux sur les voies d'émission et de réception sont indépendants. Dans la pratique, on doit également maintenir un fonctionnement satisfaisant lorsque la voie d'émission est reliée à la voie de réception par un trajet d'écho pouvant présenter un retard aux extrémités et un affaiblissement peu élevé. Dans ces conditions, il faut contrôler trois caractéristiques du fonctionnement dynamique. Le § 6 décrit des dispositifs d'essai appropriés pour la mesure de ces caractéristiques dont la description est donnée ci-dessous:

3.4.1 Aucun écho (fuite par le trajet d'écho) ne doit provoquer l'apparition intempestive de la position d'intervention si l'affaiblissement du trajet d'écho est peu important et si le retard aux extrémités est nul. Cet inconvénient pourrait être dû à un choix malheureux des constantes de temps du trajet de commande; il se manifesterait alors comme une apparition temporaire intempestive de la position d'intervention, ne persistant que pendant la durée du temps de maintien de l'intervention, lorsqu'un signal serait brusquement appliqué aux bornes entrées du côté réception (voir l'essai n° 7).

3.4.2 Si une protection insuffisante contre le retard aux extrémités est incorporée au supprimeur d'écho, le circuit d'intervention peut fonctionner sur le front arrière de l'écho. Ce phénomène peut se produire lors de l'interruption brusque d'un signal aux bornes d'entrée du côté réception lorsque l'affaiblissement du trajet d'écho est faible et que le retard aux extrémités est important (voir l'essai n° 7).

3.4.3 Dans certains modèles, il se peut que l'hystérésis représentée par la zone bistable V (voir la figure 6/G.164) soit trop importante par rapport à l'affaiblissement inséré dans la voie de réception. Cela peut entraîner un maintien intempestif de l'intervention par l'écho dans les conditions suivantes: un signal permanent est présent aux entrées du côté réception et est couplé aux entrées du côté émission par l'intermédiaire du trajet d'écho. Un signal d'amplitude et de durée suffisantes pour provoquer l'intervention est alors appliqué aux entrées du côté émission. Lors de l'interruption de ce signal, l'écho du signal maintient indûment la position d'intervention (voir l'essai n° 8).

TABLEAU 3/G.164

Temps de fonctionnement

Frontière	Signal initial (voir la remarque)		Signal final (voir la remarque)		Valeur recommandée (ms)	Essai n°	Excursion (voir la figure 12/G.164)	Montage utilisé pour les essais (voir la figure)	Trace sur l'oscilloscope (voir la figure)
	Emission N_E (dBm0)	Réception N_R (dBm0)	Emission N_E (dBm0)	Réception N_R (dBm0)					
Suppression X/Z	−40 −40	−40 −40	−40 −40	−25 −11	≤ 2	4	a → b a → d	14/G.164	15/G.164
Intervention Z/V/W N_E constant	−15 −15 −15	−10 − 5 0	−15 −15 −15	−25 −25 −25	24 à 36	5	h → i g → i f → i	14/G.164	16/G.164
Intervention Z/V/W N_R constant	−40 −40	−25 −15	−19 − 9	−25 −15	Partielle: ≤ 2 Totale: 6 à 10	6	b → k c → j	17/G.164	17/G.164

Remarque – Voir aussi le § 3.3.2.

TABLEAU 4/G.164

Temps de maintien

Frontière	Signal initial		Signal final		Valeur recommandée (ms)	Essai n°	Excursion (voir la figure 12/G.164)	Montage utilisé pour les essais (voir la figure)	Trace sur l'oscilloscope (voir la figure)
	Emission N_E (dBm0)	Réception N_R (dBm0)	Emission N_E (dBm0)	Réception N_R (dBm0)					
Suppression Z/X	−40 −40	−25 −11	−40 −40	−40 −40	24 à 36	4	b → a d → a	14/G.164	15/G.164
Intervention W/V/Z N_R constant	−19 − 9	−25 −15	−40 −40	−25 −15	Partielle: ≤ 26 Totale: 48 à 66	6	k → b j → c	17/G.164	18/G.164

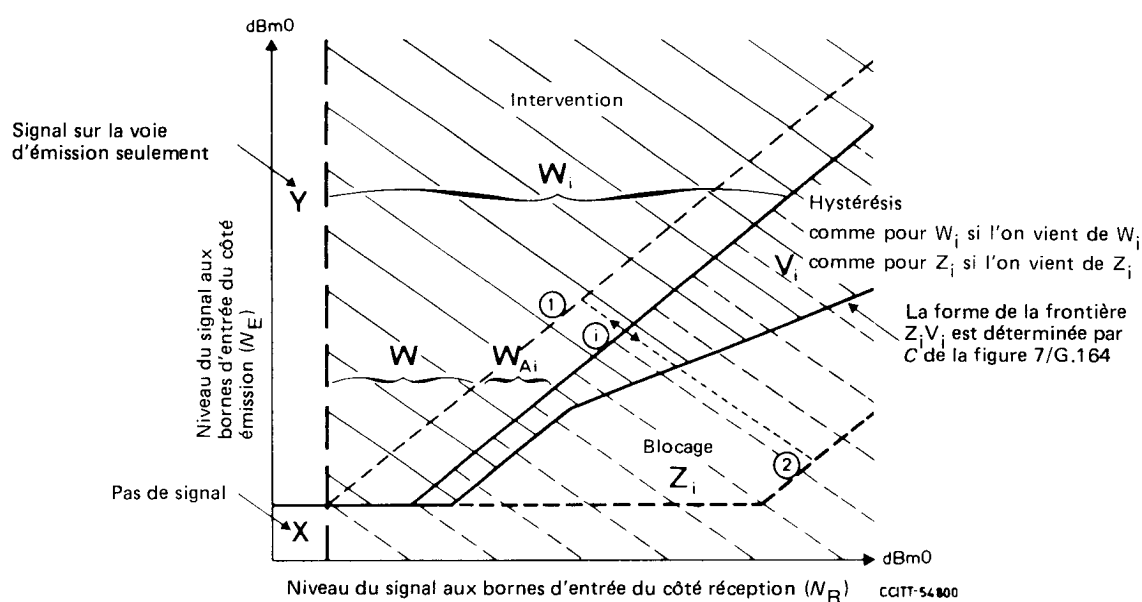
4 Caractéristiques des supprimeurs d'écho avec sensibilité différentielle d'intervention adaptable

4.1 Dispositions du § 3

Les dispositions du § 3 s'appliquent aux supprimeurs d'échos avec sensibilité différentielle d'intervention adaptable lorsque $a_x = 0$ (voir ci-après). Les essais 1 à 8 (voir le § 6) doivent être effectués et les conditions requises des tableaux 1 et 2 ne s'appliquent que lorsque $a_x = 0$.

4.2 Caractéristiques de la fonction adaptable en cas d'application indépendante des signaux aux voies d'émission et de réception

4.2.1 L'action de la fonction adaptable est expliquée ci-après à l'aide du diagramme théorique d'exploitation représenté dans la figure 10/G.164.



Remarque 1 - $W_i = W + W_{Ai}$, où W_{Ai} peut varier avec le temps.

Remarque 2 - Ligne (i) ($N_S = N_R - a_x$) peut varier entre ligne (1) ($N_S = N_R$) et ligne (2) ($N_S = N_R - a_{x\max}$).

FIGURE 10/G.164

Diagramme explicatif du fonctionnement des supprimeurs d'écho à sensibilité différentielle fixe dans des conditions idéales

4.2.2 La fonction adaptable règle automatiquement la sensibilité différentielle par rapport à l'affaiblissement du trajet d'écho. On utilise la caractéristique d'adaptation a_x pour décrire cette modification de sensibilité, et le seuil T_{vw} (voir le tableau 2/G.164) devient le seuil $T_{vi}w_i$ donné par:

$$N_R - a_x - 3 \leq N_E \leq N_R - a_x .$$

a_x est tel que pour des affaiblissements du trajet d'écho de 6 dB, il est égal à 0 et que l'équation se réduit à:

$$N_R - 3 \leq N_E \leq N_R$$

comme l'indique le tableau 2/G.164.

4.2.3 Lorsque le supprimeur d'écho est en régime de blocage (région Z_i , figure 10/G.164) la fonction adaptable provoque une convergence rapide de a_x vers la valeur de l'affaiblissement du trajet d'écho a_E moins 6 dB, c'est-à-dire:

$$a_x = N_R - N_E - 6 \text{ dB} .$$

a_x peut être quantifié par paliers d'une valeur maximale d'environ 3 dB. Dans ce cas la valeur de a_x après la convergence doit être de:

$$a_E - 9 \leq a_x \leq a_E - 6$$

sous réserve que $a_x \geq 0$. Cette équation doit prévaloir pour a_E jusqu'à au moins 26 dB, c'est-à-dire pour une valeur maximale de $a_{x \max} \geq 20$ dB (voir le tableau 5/G.164). Le tableau 6/G.164 donne la vitesse de convergence.

TABLEAU 5/G.164

Valeur d'affaiblissement de a_x après la convergence dans l'état Z_i

Affaiblissement du trajet d'écho a_E (en dB)	a_x (dB)
≤ 6	0
7	0 à 1
8	0 à 2
9	0 à 3
10	1 à 4
.	.
.	.
x	x-9 à x-6
.	.
.	.
.	.
26	17 à 20
.	.
.	.
.	.
$a_{x \text{ max.}} + 6$	$a_{x \text{ max.}} - 3$ à $a_{x \text{ max.}}$
$a_{x \text{ max.}} + 7$	$a_{x \text{ max.}} - 2$ à $a_{x \text{ max.}}$
$a_{x \text{ max.}} + 8$	$a_{x \text{ max.}} - 1$ à $a_{x \text{ max.}}$
$\geq a_{x \text{ max.}} + 9$	$a_{x \text{ max.}}$

TABLEAU 6/G.164

Vitesse de changement de la caractéristique d'adaptation a_x

Etats de fonctionnement (voir la figure 10/G.164)	Variations de la caractéristique d'adaptation a_x	Vitesse de changement	Essai n°
Z_i	Adaptation à l'affaiblissement de retour d'écho (augmentation ou diminution) ($a_x \rightarrow a_E - 6$ dB)	> 4 dB/s (voir la remarque 1)	10 b)
Y	La dernière valeur est mise en mémoire	—	—
$W_i \begin{cases} W \\ W_{Ai} \end{cases}$	La dernière valeur est mise en mémoire La dernière valeur est mise en mémoire ou ramenée à la plus petite valeur pouvant provoquer l'état de blocage	- (voir la remarque 2)	- 10 a)
X	La dernière valeur est libérée ($a_x \rightarrow 0$ dB)	> 4 dB/s	10 c)
V_i	Comme Z_i , si l'on vient de Z_i Comme W_i , si l'on vient de W_i		

Remarque 1 – Il a été démontré que les vitesses d'adaptation sous l'effet des fréquences, la parole pour a_x d'une valeur approximative de 10 dB/s, sont subjectivement acceptables.

Remarque 2 – Si l'on diminue a_x dans la région W_{Ai} , la vitesse de changement ne devrait pas dépasser la vitesse d'adaptation de a_x dans la région Z_i .

4.2.4 Le régime d'intervention du supprimeur d'écho (région W_i) est réparti entre deux sous-régions W et W_{Ai} .

4.2.4.1 Dans la région W la dernière valeur de a_x doit être mise en mémoire.

4.2.4.2 Dans la région W_{Ai} , deux stratégies différentes sont envisageables. La première consiste à mémoriser la dernière valeur de a_x . La deuxième stratégie consiste à permettre à la valeur de a_x de tendre vers zéro. La vitesse de changement de a_x devrait être de préférence inférieure à la vitesse d'adaptation (voir la remarque 2 du tableau 6/G.164). La pratique a montré que ces deux stratégies donnent des résultats comparables lorsque le supprimeur d'écho fonctionne sous l'effet des signaux de la parole plutôt que sous l'effet d'ondes sinusoïdales d'essai.

4.2.5 Lorsqu'il n'y a aucune parole (région X), la valeur de a_x doit descendre vers zéro (voir le tableau 6/G.164).

4.2.6 L'on peut utiliser les essais 9 et 10 du § 6 pour mesurer les caractéristiques de la fonction d'adaptation.

5 Caractéristiques des dispositifs de neutralisation des supprimeurs d'écho

5.1 Considérations générales

Tout supprimeur d'écho devrait être muni d'un dispositif de neutralisation par tonalité ayant pour effet d'éviter l'application de l'affaiblissement de blocage et de l'affaiblissement à la réception lorsque ce supprimeur est traversé par des signaux de données ou par d'autres signaux ayant certaines fréquences spécifiées. Le dispositif de neutralisation devrait donc agir sous l'effet de certaines fréquences spécifiées, mais non sous l'effet des fréquences de la parole. Le dispositif de neutralisation par tonalité devrait détecter un signal de neutralisation qui peut être présent dans la voie d'émission ou de réception et y répondre.

5.2 Caractéristiques de neutralisation (voir la figure 11/G.164)

La tonalité de neutralisation transmise est à la fréquence $2100 \text{ Hz} \pm 15 \text{ Hz}$; son niveau est $-12 \pm 6 \text{ dBm0}$. La fréquence de la tonalité appliquée au dispositif de neutralisation est $2100 \text{ Hz} \pm 21 \text{ Hz}$ (voir la Recommandation V.21 [5]). La bande de la voie de neutralisation devrait être suffisamment large pour englober cette tonalité et éventuellement, toutes les autres tonalités de neutralisation utilisées dans des réseaux nationaux; elle devrait en outre être telle que, sous l'effet conjugué de l'action de garde et de temporisation, on dispose d'une protection suffisante contre le fonctionnement intempestif du neutralisateur sous l'action des courants de conversation. La sensibilité de la voie de neutralisation (niveau de seuil) doit être telle que le dispositif de neutralisation fonctionne pour le niveau minimal de la tonalité de neutralisation attendu. Les caractéristiques de la bande représentées sur la figure 11/G.164 rendent possible la neutralisation par la fréquence 2100 Hz aussi bien que par d'autres fréquences utilisées en Amérique du Nord. Cette figure indique que la neutralisation *doit* être possible dans la bande de 2079 à 2121 Hz tandis qu'elle *peut* l'être dans la bande de 1900 à 2350 Hz .

A la condition que seule soit utilisée sur le plan international la fréquence de neutralisation recommandée, à savoir 2100 Hz , il n'y aura pas de perturbations des équipements de signalisation. On estime que la neutralisation intempestive d'un supprimeur d'écho par une fréquence de signalisation n'est pas nuisible, puisque le supprimeur d'écho ne joue aucun rôle pendant les périodes où les fréquences de signalisation sont transmises en ligne.

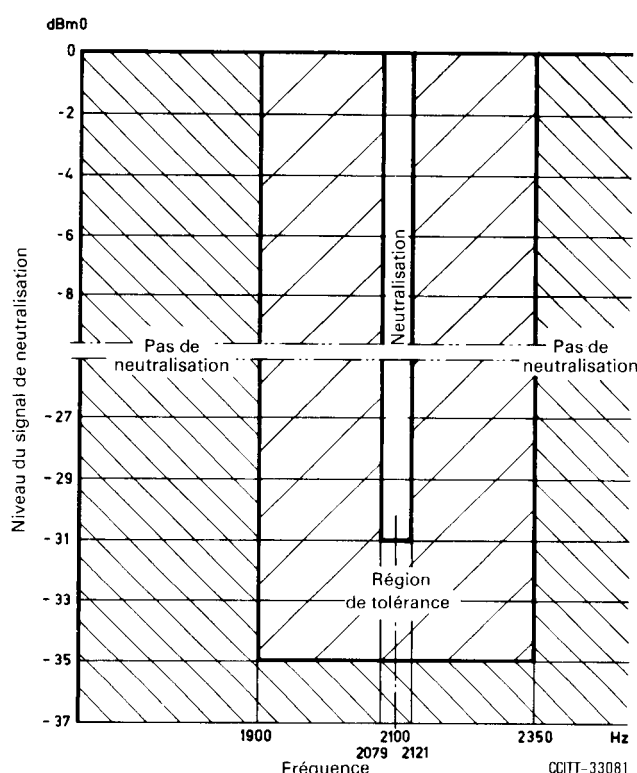


FIGURE 11/G.164

Caractéristiques requises dans la bande de neutralisation

5.3 Caractéristiques de la bande de garde

L'énergie contenue dans la bande des fréquences vocales à l'extérieur de la bande de neutralisation doit être utilisée pour s'opposer à la fonction de neutralisation, de manière que la parole ne provoque pas un fonctionnement intempestif du dispositif de neutralisation. La bande de garde doit être suffisamment large, et la sensibilité doit y être assez grande pour que l'énergie de la bande des fréquences vocales à l'extérieur de la bande de neutralisation soit utilisée. La sensibilité ainsi que la forme de la bande de garde ne doivent pas être telles que le niveau maximal de bruit de circuit (au repos ou occupé) interdise la neutralisation. Dans ce qui suit, on suppose que l'on emploie un bruit blanc pour simuler les courants vocaux ainsi que le bruit de circuit. D'où la condition suivante:

Un bruit blanc (bande approximative: 300 à 3400 Hz) est appliqué au dispositif de neutralisation en même temps qu'un signal à 2100 Hz. Ce dernier est appliqué avec un niveau supérieur de 3 dB au niveau de seuil du dispositif de neutralisation pour la fréquence centrale de la bande. L'énergie du bruit blanc nécessaire pour interdire la neutralisation ne doit pas être supérieure à celle du signal à 2100 Hz et ne doit pas lui être inférieure de plus de 5 dB. Le niveau du signal à 2100 Hz étant progressivement augmenté jusqu'à 30 dB au-dessus du niveau du seuil du dispositif de neutralisation pour la fréquence centrale de la bande, le niveau d'énergie du bruit blanc nécessaire pour interdire la neutralisation doit rester inférieur à celui du signal à 2100 Hz.

5.4 *Caractéristiques de la bande de maintien de la neutralisation*

Après avoir fonctionné, le dispositif de neutralisation doit maintenir le supprimeur neutralisé pour les fréquences d'une certaine bande. La largeur de cette bande doit englober toutes les fréquences actuelles, ou envisagées pour l'avenir, de transmission de données. La sensibilité pour la libération doit être suffisante pour que la neutralisation subsiste pour les signaux de données du niveau le plus faible prévu, mais doit être telle que le dispositif de neutralisation soit libéré pour le niveau maximal de bruit de circuit (au repos ou occupé). D'où la condition suivante:

Le dispositif de neutralisation doit rester dans la position "neutralisation" pour toute onde sinusoïdale de la bande de 390 à 700 Hz d'un niveau supérieur ou égal à -27 dBm0, ou de la bande de 700 à 3000 Hz d'un niveau supérieur ou égal à -31 dBm0. Il doit se libérer en présence d'un signal quelconque de la bande de 200 à 3400 Hz de niveau inférieur ou égal à -36 dBm0.

5.5 *Temps de fonctionnement*

Ce temps doit être suffisamment long pour assurer une protection contre les périodes de silence, tout en étant inférieur à la limite de 400 ms recommandée par le CCITT. La condition à fixer est donc que le dispositif de neutralisation fonctionne dans les limites de 300 ± 100 ms après réception d'un signal de neutralisation continu dont le niveau est compris entre 0 dBm0 et celui du seuil du dispositif de neutralisation pour la fréquence centrale de la bande, majoré de 3 dB.

5.6 *Fonctionnement intempestif dû aux courants vocaux*

Il est souhaitable que les fonctionnements intempestifs du dispositif de neutralisation provoqués par les courants vocaux soient rares. A cet égard, il est normal que, pour un supprimeur d'écho monté sur un circuit en fonctionnement, les courants vocaux normaux ne puissent provoquer, en moyenne, plus de dix fonctionnements intempestifs pour 100 heures de conversation. La protection contre les silences peut être assurée par la bande de neutralisation, par l'application de la bande de garde et par le temps de fonctionnement, mais elle peut aussi être obtenue par la remise en route. C'est-à-dire que si des signaux vocaux simulant le signal de neutralisation sont interrompus, du fait des périodes qui séparent les syllabes, avant que la neutralisation ait eu lieu, le mécanisme de temporisation devrait se remettre en route. Cependant, ni une disparition momentanée ni une variation du niveau d'un véritable signal de neutralisation ne doivent remettre en route le dispositif de temporisation.

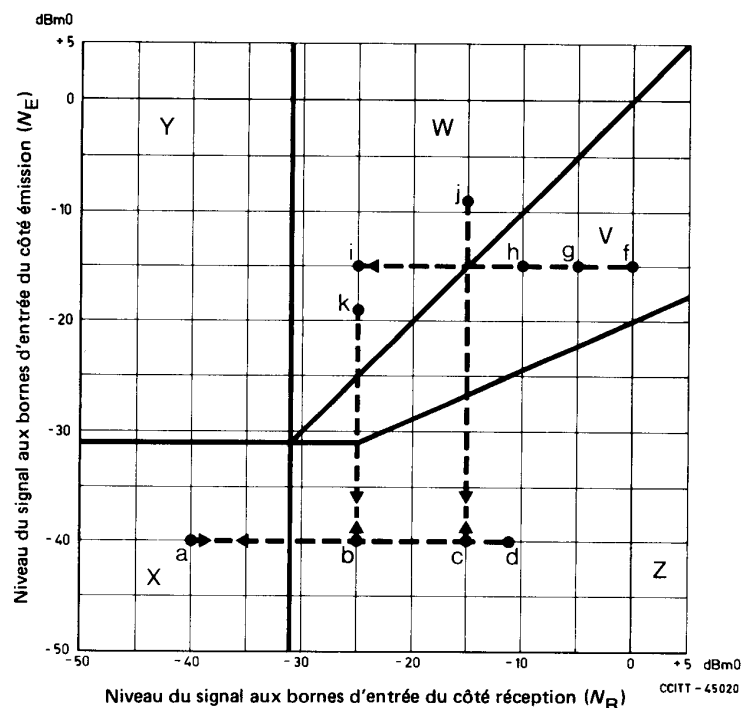
5.7 *Temps de libération*

Le dispositif de neutralisation ne doit pas se libérer pour des disparitions du signal d'une durée inférieure à la valeur recommandée par le CCITT, à savoir 100 ms. Il doit se libérer dans un délai de 250 ± 150 ms après que le niveau d'un signal situé dans la bande de maintien est tombé à au moins 3 dB au-dessous de la sensibilité maximale de maintien, de manière à ne causer qu'un minimum de dégradation en cas de neutralisation accidentelle par les courants vocaux.

6 **Méthodes d'essai à mettre en œuvre pour mesurer les principales caractéristiques de fonctionnement des supprimeurs d'écho**

6.1 *Considérations générales*

6.1.1 Un supprimeur d'écho auquel on applique des signaux sinusoïdaux aux bornes d'entrée d'émission et de réception se trouve dans l'un des états qui dépend des niveaux relatifs de ces deux signaux. Toute combinaison des niveaux des deux signaux d'entrée peut être représentée par un point d'un diagramme typique de fonctionnement (voir par exemple, la figure 12/G.164). Chaque zone de ce diagramme correspond, en régime permanent, à un état particulier, caractérisé par les affaiblissements dans les deux voies de conversation et par l'organisation interne de sa logique.



Remarque – Les frontières ci-contre sont typiques. La frontière inférieure de la région V correspond au cas de la valeur maximale admise pour l'affaiblissement *C* sur la figure 7/G.164.

FIGURE 12/G.164
Diagramme de fonctionnement représentant les niveaux utilisés lors des essais dynamiques
(voir les tableaux 3/G.164 et 4/G.164)

6.1.2 Les essais décrits dans la présente Recommandation supposent l'emploi de signaux d'essai analogiques. Dans le cas des supprimeurs d'écho du type C, il faudra recourir à des codecs conformes aux spécifications de la Recommandation G.712 [3] pour l'interface entre le supprimeur d'écho et l'équipement d'essai analogique. Si les essais sont effectués sur des supprimeurs d'écho des types C et D, il convient de tenir compte de temps de propagation supplémentaire dû aux codecs lorsqu'on mesure les temps de fonctionnement par observation des signaux de sortie. De plus, dans les mesures de niveau, il convient de tenir compte des tolérances à prévoir pour les codecs. Les fréquences qui sont des sous-multiples de la fréquence d'échantillonnage risquent de fausser les résultats; elles devraient être évitées dans ces essais. Il est à noter que si un filtrage extérieur est nécessaire pour répondre aux conditions spécifiées au § 3.2.4.2, il doit être inclus lorsque les essais sont effectués.

6.1.3 On spécifie les caractéristiques *statiques* d'un supprimeur d'écho en indiquant les frontières entre les zones ainsi que les affaiblissements des deux voies de conversation lorsque les signaux passent lentement d'un point situé dans une zone à un point situé dans une autre.

On spécifie les caractéristiques dynamiques des supprimeurs d'écho à sensibilité différentielle fixe et à sensibilité différentielle adaptative en précisant le temps qui s'écoule lorsqu'un signal passe brusquement d'un point situé dans une zone à un point situé dans une deuxième zone avant que l'état correspondant à cette dernière soit établi.

Toutes les caractéristiques propres aux supprimeurs d'écho avec sensibilité différentielle adaptable sont mesurées d'un point de vue dynamique.

Les différents essais décrits au § 6 sont récapitulés au tableau 7/G.164.

TABLEAU 7/G.164

Essais recommandés pour les supprimeurs d'écho

Essai n°	Caractéristiques mesurées	Schéma de principe (figure)	Trace sur l'oscilloscope (figure)	Type de supprimeur d'écho: N non adaptable, A adaptable
1	Seuil de blocage et affaiblissement	13/G.164	–	N, A
2	Seuil Y/W et affaiblissement à la réception	13/G.164	–	N, A
3	Sensibilité différentielle pour l'intervention	13/G.164	–	N, A
4	Temps de fonctionnement et de maintien pour le blocage	14/G.164	15/G.164	N, A
5	Intervention, N_E constant	14/G.164	16/G.164	N, A
6	Intervention partielle et intervention totale, N_R constant	17/G.164	18/G.164	N, A
7	Protection contre l'intervention intempestive	19/G.164	–	N, A
8	Essai pour l'excès d'hystérésis	20/G.164	21/G.164	N, A
9	Sensibilité différentielle d'intervention adaptable	22/G.164	23/G.164	A
10	a) Vitesse de diminution de a_X dans l'état W_{Ai} b) Vitesse d'augmentation de a_X dans l'état Z_i c) Vitesse de libération de a_X dans l'état X	22/G.164 25/G.164 27/G.164	24/G.164 26/G.164 28/G.164	A

6.1.4 La description du montage d'essai présenté ici indique une méthode possible pour l'application des signaux d'essai appropriés. D'autres techniques de génération de ces signaux (par exemple, emploi de générateurs de signaux sinusoïdaux pour l'émission et la réception) peuvent être employées. Bien que la fréquence d'essai soit nominale de 1000 Hz, il faut utiliser une fréquence comprise entre 1004 et 1020 Hz pour éviter les sous-multiples de la fréquence d'échantillonnage.

6.2 Mesure des caractéristiques statiques

Les caractéristiques statiques que l'on mesure sont les affaiblissements dans les voies d'émission et de réception ainsi que les niveaux de seuil entre zones (tableaux 1/G.164 et 2/G.164). Le matériel nécessaire est le suivant:

- un oscillateur avec une impédance de sortie symétrique de 600 ohms;
- deux lignes d'affaiblissement symétriques de 600 ohms;
- un circuit mélangeur de 600 ohms;
- deux hypsomètres avec une impédance d'entrée symétrique de 600 ohms.

Le montage est représenté à la figure 13/G.164.

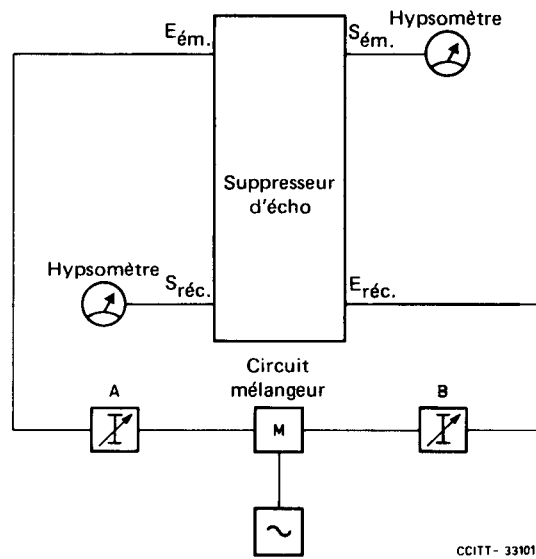


FIGURE 13/G.164

Montage réalisé pour la mesure des caractéristiques statiques (Essais 1, 2 ou 3)

6.2.1 Essai n° 1 – Seuil de blocage et affaiblissement de blocage

- 1) Accorder l'oscillateur sur 1000 Hz (pour les tolérances, voir le § 6.1.4).
- 2) Régler les lignes d'affaiblissement A et B de manière que $N_E = N_R = -40$ dBm0.
- 3) On notera qu'aucun affaiblissement n'est introduit dans les voies d'émission et de réception. Conditions exigées: voir le tableau 1/G.164 (Région X).
- 4) Augmenter N_R jusqu'à ce que le blocage se produise; noter la valeur de N_R ainsi que l'affaiblissement de blocage. Condition exigée: $33 \leq (N_R = T_{xz}) \leq 29$ dBm0 (voir le tableau 2/G.164).
- 5) Diminuer N_R jusqu'à ce que le blocage disparaisse; noter la valeur de N_R . Condition exigée: $T_{xz} -3 \leq N_R \leq T_{xz}$ (voir le tableau 2/G.164).
- 6) Accorder l'oscillateur sur les fréquences appropriées afin de vérifier que les limites indiquées dans la figure 8/G.164 sont respectées et répéter les opérations 2 à 5.

6.2.2 Essai n° 2 – Seuil Y/W et affaiblissement à la réception dans l'état d'intervention

- 1) Accorder l'oscillateur sur 1000 Hz (pour les tolérances, voir le § 6.1.4).
- 2) Régler la ligne d'affaiblissement A de manière que $N_E = +3$ dBm0.
- 3) Régler la ligne d'affaiblissement B de manière que N_R varie entre -40 dBm0 $\leq N_R \leq N_E$. On observe le fonctionnement aux frontières indiquées dans la figure 7/G.164, en surveillant la différence des valeurs de N_R entre l'entrée et la sortie, qui est égale à l'affaiblissement C. Le seuil Y/W correspond à $C > 0$ dB.

Remarque – Noter les valeurs de C en fonction de N_R en vue de leur emploi dans l'essai n° 3, opération 5.

6.2.3 Essai n° 3 – Sensibilité différentielle pour l'intervention

- 1) Accorder l'oscillateur sur 1000 Hz (pour les tolérances, voir le § 6.1.4).
- 2) Régler la ligne d'affaiblissement A de manière que $N_E = -40$ dBm0.
- 3) Régler la ligne d'affaiblissement B de manière que $N_R = -26,5$ dBm0.
- 4) Augmenter N_E jusqu'à ce que le blocage disparaisse et que l'affaiblissement soit inséré dans la voie de réception; noter la valeur de N_E . Condition exigée: voir T_{vw} , tableau 2/G.164.
- 5) Diminuer N_E jusqu'à ce que le blocage se produise et que l'affaiblissement soit supprimé de la voie de réception; noter la valeur de N_E . Condition exigée; voir T_{vz} , tableau 2/G.164.

- 6) Augmenter N_R par bonds appropriés jusqu'à + 3 dBm0 et répéter les opérations 4 et 5.
- 7) Accorder l'oscillateur sur les fréquences appropriées afin de vérifier que les limites indiquées sur la figure 9/G.164 sont respectées et répéter les opérations 2 à 6.

6.3 Mesure des caractéristiques dynamiques lorsque N_E et N_R sont appliqués indépendamment

Les caractéristiques dynamiques que l'on mesure sont les temps de fonctionnement et de maintien pour le blocage et pour l'intervention (tableaux 3/G.164 et 4/G.164). Le matériel nécessaire est le suivant:

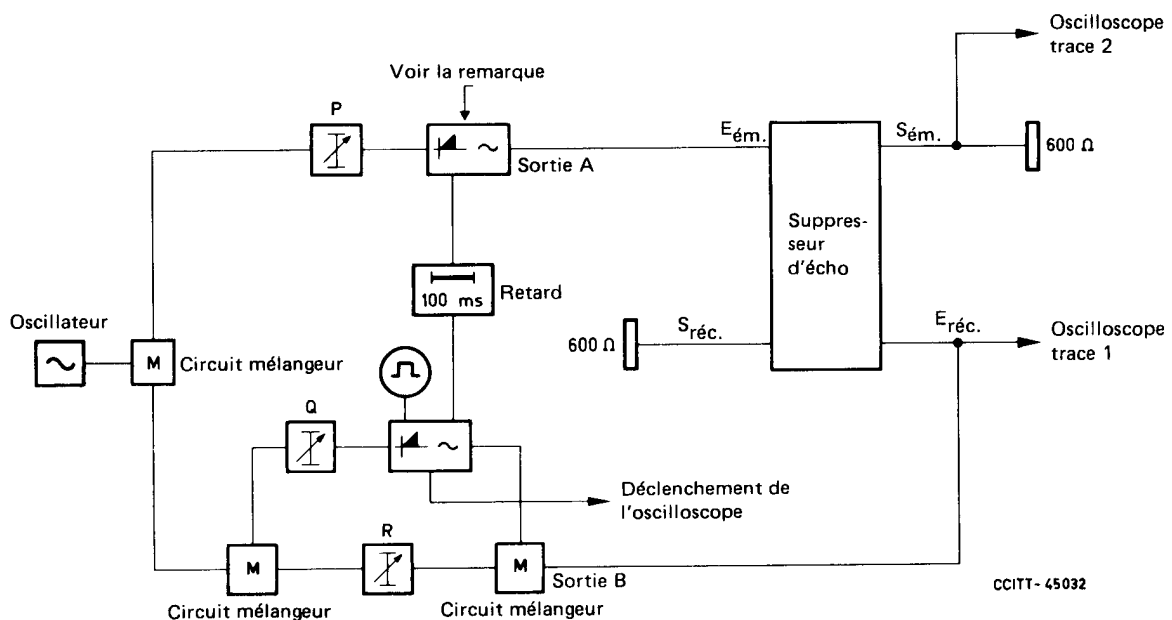
- un oscillateur avec impédance de sortie symétrique de 600 ohms, accordé sur 1000 Hz;
- trois lignes d'affaiblissement symétriques de 600 ohms;
- trois circuits mélangeurs de 600 ohms;
- deux générateurs d'impulsions de tonalité dont les périodes de passage de la tonalité et d'arrêt doivent chacune être de durée variables, de manière indépendante, entre zéro et au moins 200 ms et qui puissent être maintenus dans l'un ou l'autre état par réglage manuel. Les impédances d'entrée et de sortie doivent être de 600 ohms dans les deux états. L'un des générateurs d'impulsions de tonalité est commandé par l'autre et comporte une temporisation de 100 ms, si bien qu'il laisse passer la tonalité 100 ms après l'autre;
- deux résistances terminales de 600 ohms;
- un oscilloscope à double faisceau, de préférence avec écran à longue persistance.

Remarque – Il est à noter que si les durées des périodes de passage ou d'arrêt de la tonalité ne sont pas indiquées, on prend la valeur de 200 ms pour l'une et l'autre. On se reportera aux tableaux 3/G.164 et 4/G.164 pour voir quelles sont les conditions exigées pour les essais n^{os} 4, 5 et 6.

6.3.1 Essais dans lesquels N_E est maintenu constant

6.3.1.1 Essai n° 4 – Temps de fonctionnement et de maintien pour le blocage

- 1) Régler les lignes d'affaiblissement P, Q et R (figure 14/G.164) de manière à obtenir les valeurs de N_R et N_E indiquées dans les tableaux 3/G.164 et 4/G.164.
- 2) Lire les temps comme indiqué sur la figure 15/G.164.



Remarque – Pour les temps de fonctionnement et de maintien pour le blocage, le modulateur est maintenu à l'état conducteur.

FIGURE 14/G.164

Montage réalisé pour la mesure des caractéristiques dynamiques avec N_E constant [Suppression (essai 4) et Intervention (essai 5)]

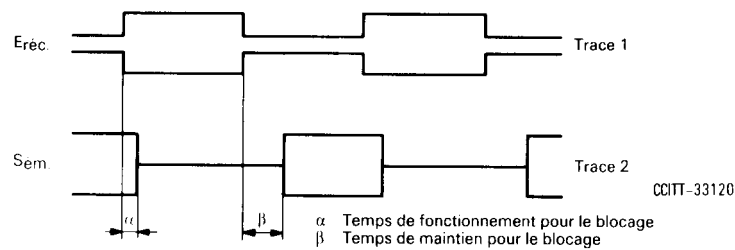


FIGURE 15/G.164

Trace de l'oscilloscope pour les temps de fonctionnement et de maintien pour le blocage

6.3.1.2 Essai n° 5 – Temps de fonctionnement pour l'intervention avec N_E constant

Dans cet essai, on diminue N_R tandis que N_E est maintenu constant et l'on mesure le temps de fonctionnement pour l'intervention. Comme il est difficile de mesurer le maintien de l'intervention lorsque N_E est constant (par suite de la difficulté d'assurer un retour à l'état Z), il n'est pas possible d'établir la distinction entre intervention partielle et intervention totale. Ce phénomène n'est pas considéré comme important dans le cas de l'intervention de N_E constant.

- 1) Régler les lignes d'affaiblissement P, Q et R de la figure 14/G.164 de façon à obtenir les valeurs de N_R et de N_E indiquées au tableau 3/G.164.
- 2) Lire les temps comme indiqué sur la figure 16/G.164.

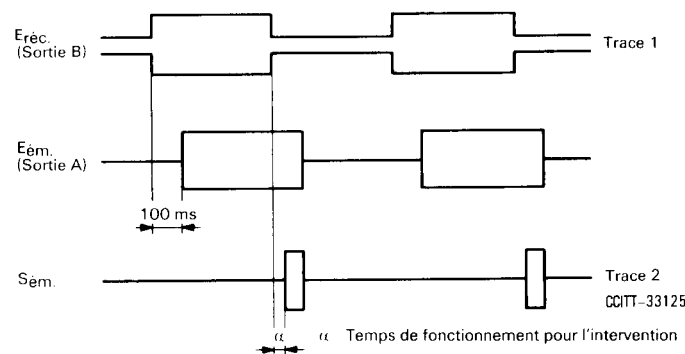


FIGURE 16/G.164

Trace pour le temps de fonctionnement pour l'intervention avec N_E constant

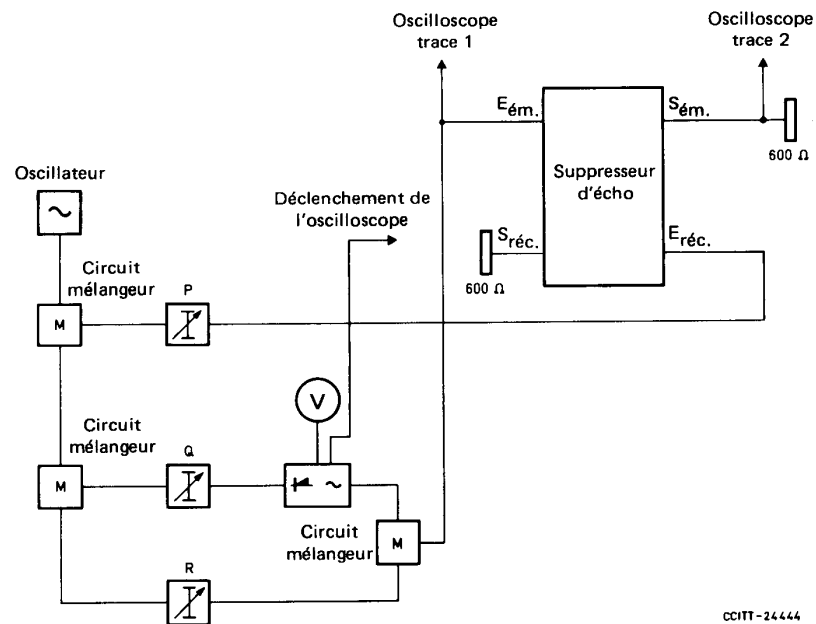
6.3.2 Essai dans lequel N_R est maintenu constant

6.3.2.1 Essai n° 6 – Temps de fonctionnement et de maintien pour l'intervention partielle et totale avec N_R constant

Le matériel requis est le même que pour les essais n° 4 et 5, avec le montage de la figure 17/G.164. Dans cet essai, N_R est maintenu constant, N_E est augmenté, et on mesure les temps de fonctionnement et de maintien pour l'intervention partielle et l'intervention totale. Dans l'essai réalisé pour l'étude de l'intervention partielle et l'intervention totale, le temps pendant lequel N_E est dans l'état de passage de tonalité doit varier.

- 1) Accorder l'oscillateur sur 1000 Hz (pour les tolérances, voir le § 6.1.4).
- 2) Régler la ligne d'affaiblissement P de la figure 17/G.164 de manière à obtenir $N_R = -25$ dBm0.
- 3) Régler les lignes d'affaiblissement Q et R de la figure 17/G.164 de manière à obtenir $N_E = -40$ dBm0 dans l'état d'arrêt et $N_E = -19$ dBm0 dans l'état de passage de tonalité.

- 4) En commençant avec une durée de 0 ms pour l'état de passage de N_E , augmenter la durée de l'état de passage jusqu'à ce que l'intervention partielle se produise. L'intervention partielle se caractérise par des temps de fonctionnement et de maintien courts indiqués dans les tableaux 3/G.164 et 4/G.164. Observer les traces de l'oscilloscope représentées sur la partie a) de la figure 18/G.164 pour obtenir une définition des temps.
- 5) Continuer à augmenter la durée de N_E jusqu'à l'intervention totale, caractérisée par les temps de fonctionnement et de maintien prolongés indiqués aux tableaux 3/G.164 et 4/G.164. Observer les traces de l'oscilloscope représentées sur la partie b) de la figure 18/G.164 pour obtenir une définition des temps.
- 6) Répéter les opérations 3 à 5 pour d'autres paires de niveaux indiquées dans les tableaux 3/G.164 et 4/G.164. Noter que pour toutes les valeurs de $N_R > -26,5$ dBm0 et N_E passant d'une valeur inférieure au seuil à une valeur supérieure à N_R , une intervention partielle et une intervention totale doivent se produire.



Remarque – L'élément réglable V permet de faire varier séparément les temps de passage et d'arrêt de la tonalité du générateur d'impulsions de 0 à 100 ms.

FIGURE 17/G.164

Montage réalisé pour la mesure des caractéristiques dynamiques avec N_R constant [intervention, Z/V/W, (essai 6)]

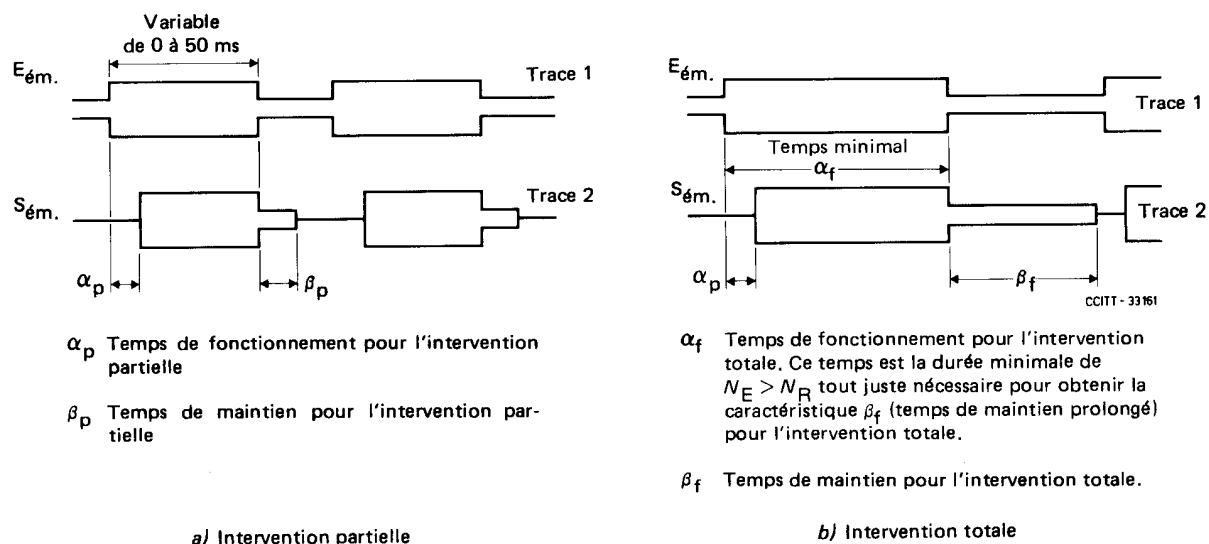


FIGURE 18/G.164

Trace pour les temps de fonctionnement et de maintien pour l'intervention partielle et l'intervention totale, avec N_R constant

6.4 Mesure du fonctionnement du supprimeur d'écho lorsque les bornes d'entrée du côté émission ($E_{ém.}$) sont reliées aux bornes de sortie du côté réception ($S_{réc.}$) avec un trajet d'écho pouvant comporter un retard et un affaiblissement

L'objet de cette mesure est d'étudier le comportement du supprimeur du point de vue d'une intervention intempestive provoquée par le retour de l'écho.

6.4.1 Essai n° 7 – Intervention intempestive

Le montage est celui de la figure 19/G.164 et le matériel nécessaire est le suivant:

- un oscillateur avec une impédance de sortie symétrique de 600 ohms,
- trois lignes d'affaiblissement symétriques de 600 ohms,
- une résistance terminale de 600 ohms,
- deux circuits mélangeurs de 600 ohms,
- un générateur d'impulsions de tonalité,
- un dispositif à retard réglable de 0 à 24 ms dans la gamme des fréquences vocales,
- un oscilloscope à double faisceau.

- 1) Accorder l'oscillateur sur 1000 Hz et régler le dispositif à retard pour un retard nul (pour les tolérances, voir le § 6.1.4).
- 2) Régler la ligne d'affaiblissement X telle que l'affaiblissement total du trajet d'écho ($a-t-b$) soit égal à la différence entre les niveaux d'essai sur les voies de réception et d'émission, majorée de 6 dB.
- 3) Régler la ligne d'affaiblissement Y de telle manière que le signal d'arrêt soit de -26 dBm0.
- 4) Régler la ligne d'affaiblissement Z de telle manière que le signal de passage soit de -20 dBm0.
- 5) Lorsque le signal d'impulsion est appliqué aux bornes d'entrées du côté réception ($E_{réc.}$), vérifier l'absence de tout signal de la trace 2 de l'oscilloscope, ce qui prouve que le fonctionnement est correct.
- 6) Diminuer la valeur de l'affaiblissement de X jusqu'à ce que l'intervention se produise et noter que la diminution de l'affaiblissement du trajet d'écho n'est pas inférieure à 2 dB.
- 7) Répéter les opérations 4, 5 et 6 avec des signaux aux bornes d'entrée du côté réception de -10 dB et de 0 dBm0 lorsque le générateur d'impulsions est à la position "passage de tonalité".
- 8) Répéter les opérations 2, et 4 à 7 avec les signaux aux bornes d'entrée du côté réception de -40 dBm0 lorsque le générateur d'impulsions est à la position "arrêt de tonalité".

9) Répéter les opérations 2 à 8 jusqu'à ce que le retard soit de 24 ms.

Noter que l'intervention intempestive ne doit se produire pour aucun couple de niveaux des signaux qui constituent les impulsions aux bornes d'entrée du côté réception, le retard étant réglé à une valeur pouvant atteindre 24 ms et l'affaiblissement du trajet d'écho à 6 dB ou plus.

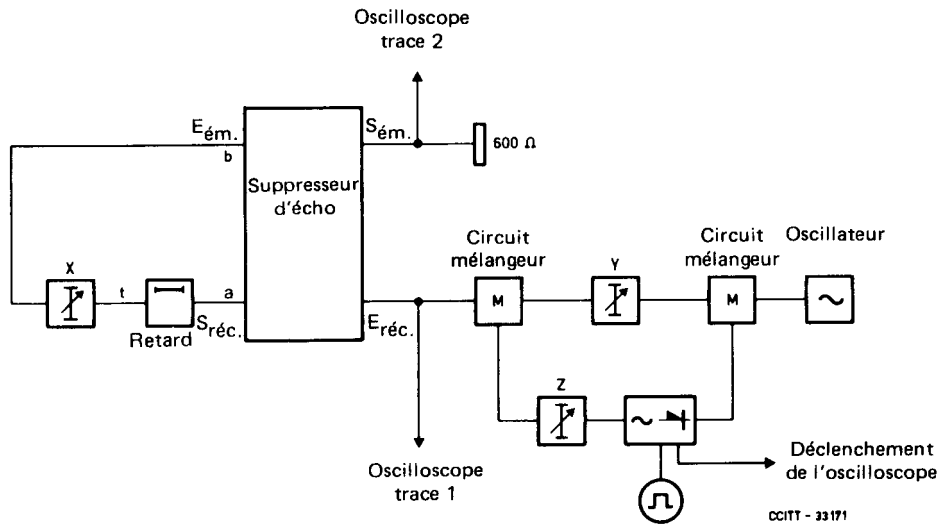


FIGURE 19/G.164

Montage réalisé pour étudier l'intervention intempestive

6.4.2 Essai n° 8 – Maintien intempestif dû à un excès d'hystérésis

Le montage est celui de la figure 20/G.164 et le matériel est le suivant:

- un oscillateur avec une impédance de sortie symétrique de 600 ohms;
- trois lignes d'affaiblissement symétriques de 600 ohms;
- deux circuits mélangeurs de 600 ohms;
- une résistance terminale de 600 ohms;
- un générateur d'impulsions de tonalité;
- un amplificateur servant de séparateur;
- un oscilloscope à double faisceau.

- 1) Accorder l'oscillateur sur 1000 Hz (pour les tolérances, voir le § 6.1.4).
- 2) Régler la ligne d'affaiblissement Q de manière que l'affaiblissement du trajet entre les bornes $S_{\text{réc}}$ et les bornes $E_{\text{ém}}$ soit égal à la différence entre les niveaux d'essai en ces points, majorée de 6 dB.
- 3) Régler la ligne d'affaiblissement R de manière que $N_R = -28 \text{ dBm0}$.
- 4) Régler la ligne d'affaiblissement P de manière que $N_E = (N_R + 3) \text{ dBm0}$.
- 5) Vérifier que le signal sur la trace 2 de l'oscilloscope (figure 21/G.164) est convenable, ce qui prouve l'absence de tout maintien intempestif de l'intervention.
- 6) Répéter les opérations 3 à 5 pour $N_R = -16 \text{ dBm0}$ et $N_R = 0 \text{ dBm0}$.

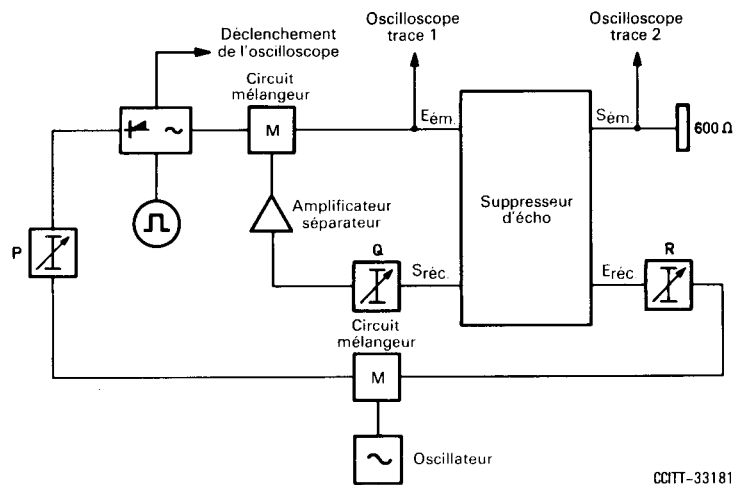


FIGURE 20/G.164

Montage réalisé pour étudier le maintien intempestif de l'intervention dû à un excès d'hystérésis

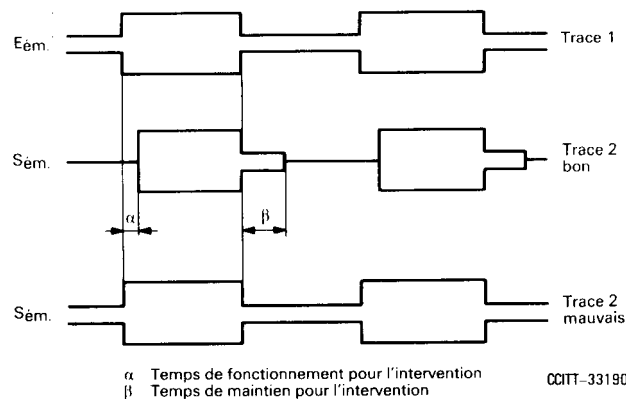


FIGURE 21/G.164

Traces obtenues en cas de maintien intempestif de l'intervention dû à un excès d'hystérésis

6.5 Mesures des caractéristiques dynamiques spécifiques des supprimeurs d'écho à intervention adaptable

6.5.1 Essai n° 9 – Sensibilité différentielle d'intervention adaptable

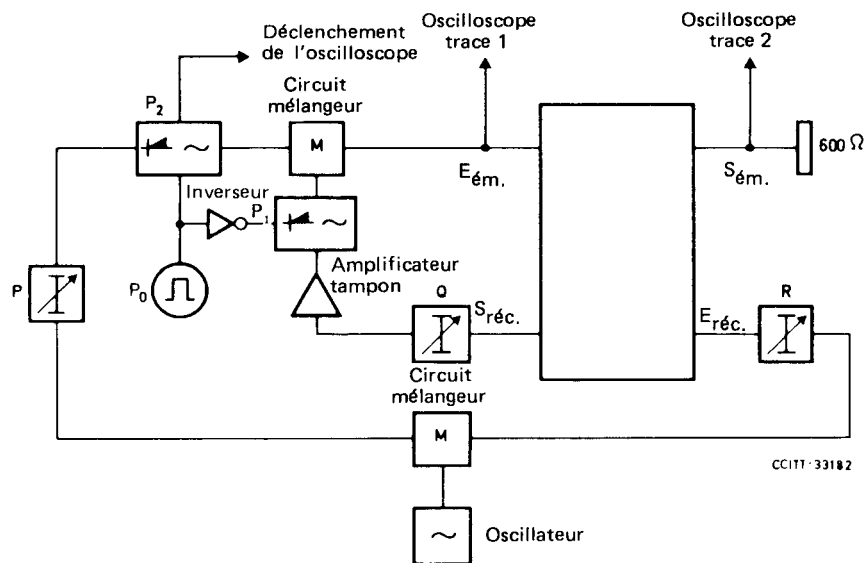
Le montage est celui de la figure 22/G.164. Le matériel nécessaire est le suivant:

- un oscillateur avec une impédance symétrique de 600 ohms;
- trois lignes d'affaiblissement symétriques de 600 ohms;
- une résistance terminale de 600 ohms;
- deux circuits mélangeurs de 600 ohms;
- deux générateurs d'impulsion de tonalité avec une période pouvant aller jusqu'à 10 secondes;
- un inverseur;
- un amplificateur (utilisé comme mémoire tampon);
- un oscilloscope à double faisceau.

- 1) Accorder l'oscillateur sur 1000 Hz (pour les tolérances, voir le § 6.1.4);
- 2) régler la ligne d'affaiblissement R de telle façon que $N_R = 0$ dBm0;

- 3) régler la ligne d'affaiblissement Q de telle manière que l'affaiblissement entre la sortie du côté réception et l'entrée du côté émission soit égal à la différence entre les niveaux d'essai en ces points, majorée de 6 dB ($a_E = 6$ dB);
- 4) après avoir dans un premier temps fixé la ligne d'affaiblissement P à au moins 55 dB, réduire P pour augmenter N_E jusqu'à ce que l'état de blocage soit éliminé. Vérifier sur la trace 2 de l'oscilloscope (voir la figure 23/G.164) que $Tv_i w_i$ satisfait à $N_E - a_E + 3 < N_E < N_R - a_E + 6$;
- 5) répéter les opérations 2 à 4 pour $N_R = -8$ dBm0;
- 6) répéter les opérations 2 à 4 pour $N_R = -15$ dBm0;
- 7) répéter les opérations 2 à 6 pour $a_E = 15$ dB;
- 8) répéter les opérations 2 à 5 pour $a_E = 24$ dB;
- 9) répéter les opérations 2 à 4 pour $a_E = 26$ dB.

Explication: L'essai n° 9 sert à contrôler que la portée minimale de a_x est d'au moins 20 dB ($a_{x\max} > 20$ dB).

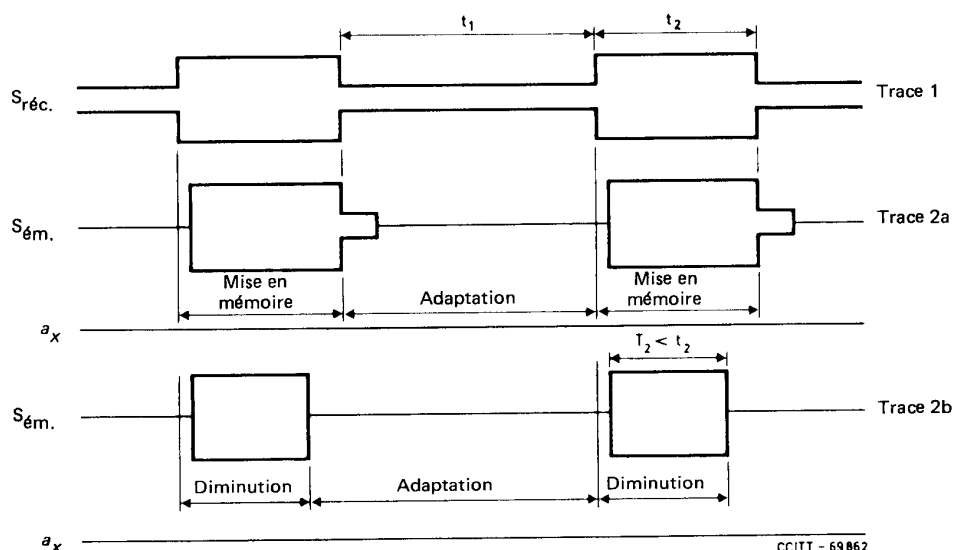


Remarque 1 - $P_0 = P_2 = \bar{P}_1$ (relation entre les signaux P_0 , P_1 et P_2).

Remarque 2 - Ce diagramme peut également servir dans l'essai n° 10 a). Voir le § 6.5.2.1.

FIGURE 22/G.164

Montage réalisé en vue de la mesure de la sensibilité différentielle d'intervention adaptable et de la vitesse de décroissement de a_x dans la zone W_{Ai}



Remarque 1 – Commencer par régler t_1 sur 5 secondes et t_2 sur 1 seconde environ.

Remarque 2 – On peut utiliser une valeur de t_1 plus petite, en fonction de la vitesse d'augmentation et de l'amplitude de variation de a_x dans l'état Z_i .

Remarque 3 – Deux variantes de la trace 2 sont possibles:

- pour $a_E = 6$ dB, le temps de maintien pour l'intervention « β » (voir la figure 21/G.164) doit être observé après la transition W/Z (trace 2a);
- pour $a_E > 6$ dB, le temps « β » doit être observé après la transition W_{Ai}/Z_i si a_x est stocké (trace 2a) dans l'état W_{Ai} (voir le tableau 6/G.164) mais pas si a_x est diminué et si la durée t_2 est suffisamment longue (trace 2b).

FIGURE 23/G.164

Traces pour la mesure de la sensibilité différentielle d'intervention adaptative

6.5.2 Essai n° 10 – Mesure de la vitesse de modification de a_x

6.5.2.1 Mesure de la vitesse de diminution de a_x dans l'état W_{Ai} , essai n° 10 a

Le montage (figure 22/G.164) et l'équipement nécessaire sont les mêmes que pour l'essai n° 9.

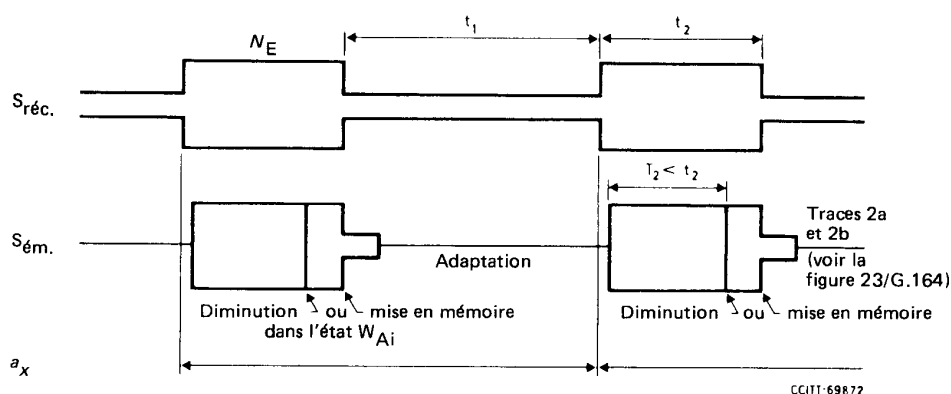
- Accorder l'oscillateur sur 1000 Hz (pour les tolérances, voir le § 6.1.4).
- Régler la ligne d'affaiblissement R de manière que $N_R = 0$ dBm0.
- Régler la ligne d'affaiblissement Q de manière que $a_E = 20$ dB [après convergence dans l'état Z_i , a_x doit être égal à 14 dB nominale (a_{xC})].
- A l'aide de la ligne d'affaiblissement P , augmenter N_E jusqu'à ce que le blocage disparaisse et que l'affaiblissement C soit inséré dans le trajet de réception (voir la figure 7/G.164). Vérifier que Tv_{iW_i} satisfait $-17 \leq N_E \leq -14$ (dBm0).
- Répéter l'opération 4 pour obtenir les traces de la figure 24/G.164. Si l'intervention s'écoule (fin de T_2) avant la fin de t_2 , le suppresseur d'écho fait diminuer a_x dans la zone W_{Ai} . Mesurer alors T_2 .
- La fin de l'intervention se produit lorsque a_x a atteint le niveau de seuil a_{xE} où

$$N_R - C - N_E - 3 \leq a_{xE} \leq N_R - C - N_E$$

Vérifier que la vitesse de diminution théorique de a_x dans l'état W_{Ai} est donnée par

$$V = \frac{a_{xC} - a_{xE}}{T_2} \text{ dB/s}$$

où $a_{xC} = 14$ dB.



Remarque 1 – t_1 pourrait atteindre une durée d'environ 3,5 secondes suivant la vitesse d'augmentation de a_x dans l'état Z_i .
Remarque 2 – La vitesse de diminution de a_x dans l'état W_{Ai} peut être très lente. Il peut être nécessaire d'augmenter t_2 pour pouvoir observer la forme de la trace 2b.

FIGURE 24/G.164

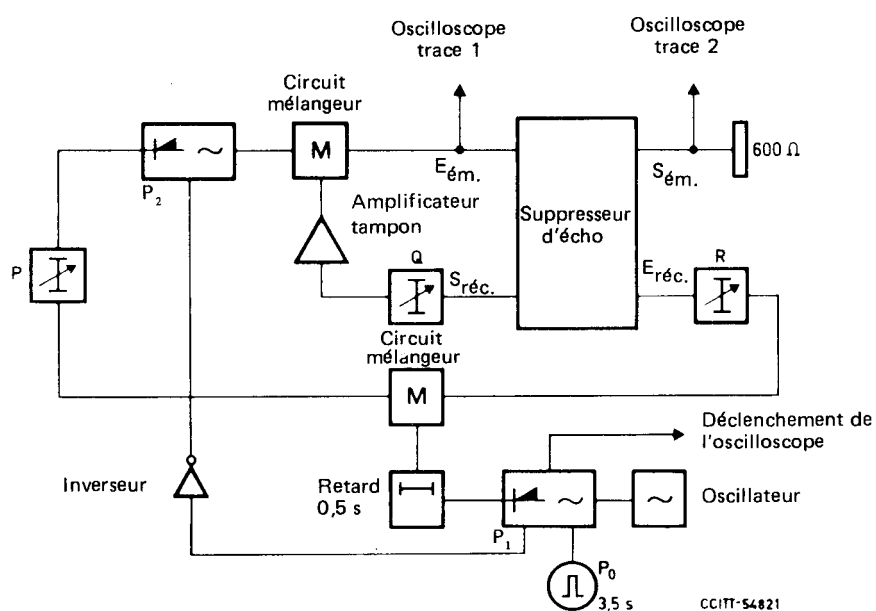
Traces pour la mesure de la vitesse de diminution de a_x dans l'état W_{Ai}

6.5.2.2 Mesure de la vitesse d'augmentation de a_x dans l'état Z_i (voir les figures 25/G.164 et 26/G.164), essai n° 10 b

Le montage est indiqué dans la figure 25/G.164 et l'équipement nécessaire est le suivant:

- un oscillateur avec impédance symétrique de 600 ohms,
- trois lignes d'affaiblissement symétriques de 600 ohms,
- deux circuits mélangeurs de 600 ohms,
- une résistance terminale de 600 ohms,
- deux générateurs d'impulsions de tonalité ayant une période réglable allant jusqu'à 10 secondes,
- un inverseur,
- un amplificateur (utilisé comme mémoire tampon),
- un dispositif retard audiofréquence d'une durée de 500 ms,
- un oscilloscope à double faisceau.

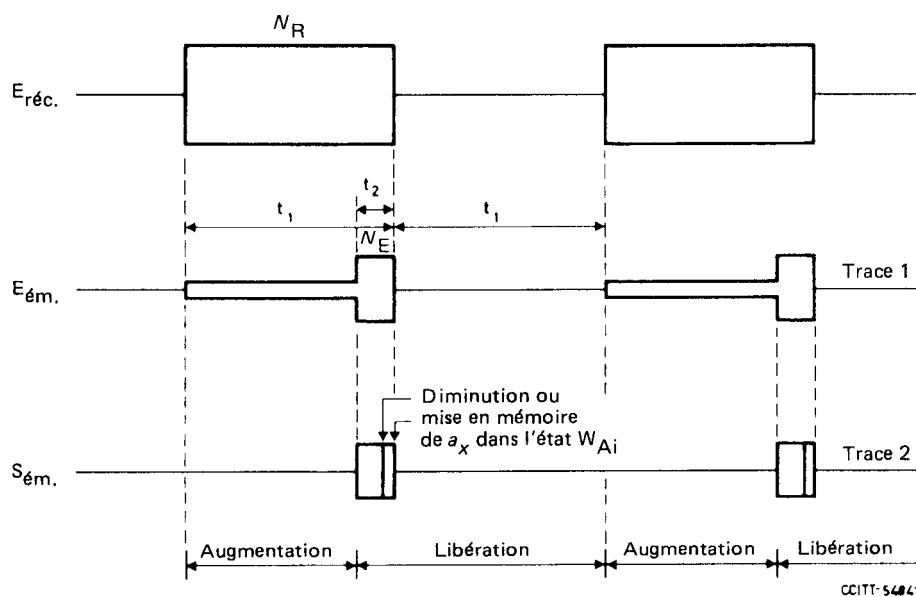
- 1) Accorder l'oscillateur sur 1 000 Hz (pour les tolérances, voir le § 6.1.4)
- 2) Régler la ligne d'affaiblissement R de manière que $N_R = 0$ dBm0
- 3) Régler la ligne d'affaiblissement Q de manière que $a_E = 20$ dB
- 4) Régler la ligne d'affaiblissement P de manière que $N_E = -12$ dBm0
- 5) Régler la période du cycle "fermé" et "ouvert" de la tonalité de P_0 sur 3,5 secondes
- 6) Vérifier que les temps t_1 et t_2 sont respectivement égaux à 3,5 et 0,5 secondes
- 7) Vérifier que l'intervention se produit sur la trace 2 de l'oscilloscope (voir la figure 26/G.164).



Remarque — $P_0 = P_1 = \overline{P_2}$ (relation entre les signaux P_0 , P_1 et P_2).

FIGURE 25/G.164

Montage pour mesurer la vitesse d'augmentation de a_x à l'état Z_i



Remarque — Les deux traces sont possibles, selon l'algorithme utilisé à l'état W_{Ai} .

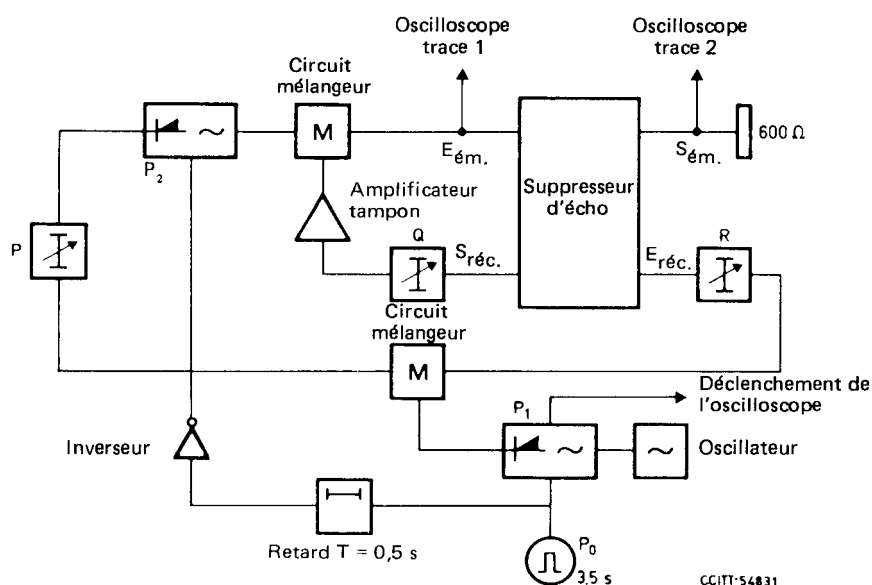
FIGURE 26/G.164

Traces pour mesurer la vitesse d'augmentation de a_x à l'état Z_i

6.5.2.3 Mesure de la vitesse de libération de a_x dans l'état X (voir les figures 27/G.164 et 28/G.164), essai n° 10 c

Le schéma de montage est indiqué dans la figure 27/G.164; l'équipement nécessaire est le même que pour l'essai n° 10 b.

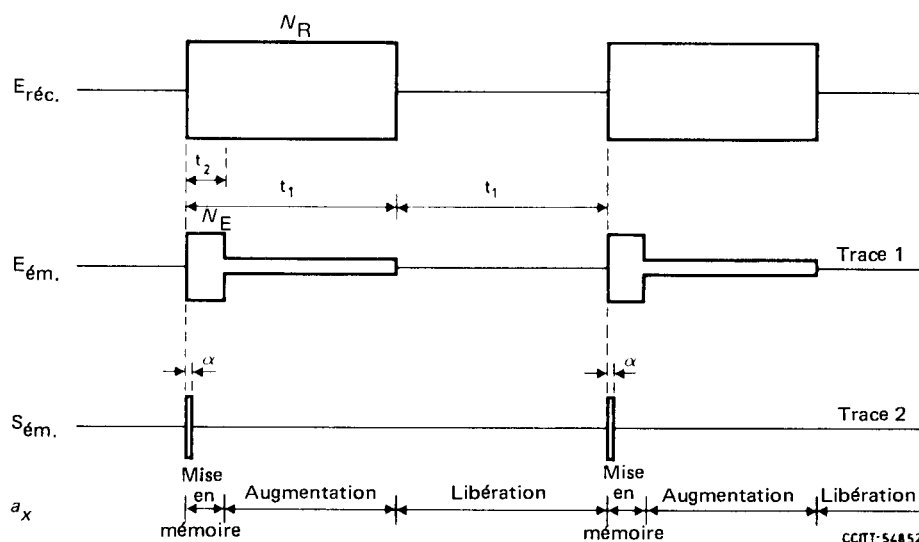
- 1) Accorder l'oscillateur sur 1000 Hz (pour les tolérances, voir le § 6.1.4).
- 2) Régler la ligne d'affaiblissement Q de manière que $a_E = 20$ dB.
- 3) Régler la ligne d'affaiblissement R de manière que $N_R = 0$ dBm0.
- 4) Régler la ligne d'affaiblissement P de manière que $N_E = -12$ dBm0.
- 5) Régler la période du cycle "fermé" et "ouvert" de la tonalité de P_0 sur 3,5 secondes.
- 6) Vérifier que les temps t_1 et t_2 sont respectivement égaux à 3,5 et à 0,5 secondes.
- 7) Vérifier que l'intervention se produit sur la trace 2 de l'oscilloscope.



Remarque — $P_0 = P_1$; $P_2 = \overline{P_1} \times \delta(T)$ (relation entre les signaux P_0 , P_1 et P_2).

FIGURE 27/G.164

Montage pour mesurer la vitesse de libération de a_x à l'état X



Remarque — La présence éventuelle de N_E en sortie pendant $\alpha < 2$ ms n'influe pas sur le résultat de l'essai.

FIGURE 28/G.164

Traces pour mesurer la vitesse de libération de a_x à l'état X

Références

- [1] Recommandation du CCITT *Suppresseurs d'écho pour circuits à temps de propagation court ou long*, Livre orange, tome III, Rec. G.161, UIT, Genève, 1977.
- [2] Recommandation du CCITT *Influence des réseaux nationaux sur la stabilité et l'écho dans les communications internationales*, Livre orange, tome III, Rec. G.122, partie B, b), UIT, Genève, 1977.
- [3] Recommandation du CCITT *Caractéristiques de qualité des voies MIC entre accès quatre fils aux fréquences vocales*, tome III, Rec. G.712.
- [4] Recommandation du CCITT *Caractéristiques des équipements de multiplexage MIC primaire fonctionnant à 1544 kbit/s*, tome III, Rec. G.733.
- [5] Recommandation du CCITT *Modem à 300 bit/s duplex normalisé pour usage sur le réseau téléphonique général avec commutation*, tome VIII, Rec. V.21.