



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

P.810

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

(02/96)

**QUALITÉ DE LA TRANSMISSION TÉLÉPHONIQUE
MÉTHODES D'ÉVALUATION OBJECTIVE
ET SUBJECTIVE DE LA QUALITÉ**

**APPAREIL DE RÉFÉRENCE
À BRUIT MODULÉ (MNRU)**

Recommandation UIT-T P.810

(Antérieurement «Recommandation du CCITT»)

AVANT-PROPOS

L'UIT-T (Secteur de la normalisation des télécommunications) est un organe permanent de l'Union internationale des télécommunications (UIT). Il est chargé de l'étude des questions techniques, d'exploitation et de tarification, et émet à ce sujet des Recommandations en vue de la normalisation des télécommunications à l'échelle mondiale.

La Conférence mondiale de normalisation des télécommunications (CMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'études à traiter par les Commissions d'études de l'UIT-T lesquelles élaborent en retour des Recommandations sur ces thèmes.

L'approbation des Recommandations par les Membres de l'UIT-T s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT (Helsinki, 1^{er}-12 mars 1993).

La Recommandation révisée UIT-T P.810, que l'on doit à la Commission d'études 12 (1993-1996) de l'UIT-T, a été approuvée le 6 février 1996 selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

NOTE

Dans la présente Recommandation, l'expression «Administration» est utilisée pour désigner de façon abrégée aussi bien une administration de télécommunications qu'une exploitation reconnue de télécommunications.

© UIT 1996

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'UIT.

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>	
1	Domaine d'application.....	1
2	Références	2
3	Définitions.....	2
4	Abréviations	2
5	Conventions.....	2
6	Description générale.....	3
7	Spécifications de qualité.....	3
	7.1 Considérations générales	3
	7.2 Trajet de signal	4
	7.3 Trajet de bruit	8
	7.4 Trajet mixte.....	9
	Bibliographie	9

RÉSUMÉ

La présente Recommandation décrit l'appareil de référence à bruit modulé (MNRU) (*modulated noise reference unit*). Cet appareil autonome sert à produire une dégradation contrôlée des signaux vocaux. Il est couramment utilisé à cette fin lors d'évaluations subjectives de la qualité de transmission par procédés numériques, dans des applications en bande téléphonique normale comme en bande téléphonique élargie (par exemple de 70 à 7000 Hz).

A l'origine, l'appareil MNRU avait été réalisé en matériel analogique. Les révisions reprises dans cette version de la Recommandation visent à introduire des descriptions de réalisations numériques du MNRU. Ces descriptions sont adaptées à une réalisation numérique sous forme logicielle ou matérielle. Une autre révision consiste à rappeler la nécessité que toutes les réalisations comportent un filtre passe-haut (afin d'éliminer toute composante apériodique des données vocalisées d'entrée). Les réalisations matérielles analogiques de l'appareil MNRU, qui existent déjà, continueront à répondre aux spécifications de la présente Recommandation, à condition qu'un tel filtrage soit appliqué de l'extérieur.

INTRODUCTION

Le MNRU a été conçu au départ pour produire une distorsion subjectivement similaire à celle qui est produite par des systèmes MIC à compression-extension logarithmique [1]. Cette méthode repose sur les idées suivantes:

- 1) la planification du réseau exige de nombreux essais subjectifs, de façon à permettre l'évaluation de la qualité des systèmes MIC sur une certaine gamme de caractéristiques de compresseur-extenseur, à différents niveaux de signal et en combinaison avec plusieurs autres types de dégradations de transmission (par exemple affaiblissement, bruit de circuit au repos, etc.) à différents niveaux;
- 2) il serait tout aussi sûr et plus facile de définir un système de distorsion de référence, produisant lui-même une distorsion perceptiblement similaire à celle des systèmes MIC et sur la base duquel la qualité des systèmes MIC pourrait être exprimée. Cela exige une évaluation subjective étendue du système de référence lorsque celui-ci est introduit dans une ou plusieurs communications téléphoniques simulées; mais on a aussi la possibilité de simplifier l'évaluation subjective de nouvelles techniques de traitement numérique.

MOTS CLÉS

appareil de référence à bruit modulé (MNRU), appareil MNRU analogique, appareil MNRU numérique, dégradation contrôlée, évaluation subjective de la qualité.

APPAREIL DE REFERENCE A BRUIT MODULE (MNRU)

(Malaga-Torremolinos, 1984; modifiée à Melbourne, 1988;
Helsinki, 1993; révisée en 1996)

1 Domaine d'application

L'appareil de référence à bruit modulé (MNRU) (*modulated noise reference unit*) est un élément autonome qui est destiné à introduire des dégradations contrôlées dans des signaux vocaux. Diverses organisations (Administrations, organismes scientifiques ou industriels) ainsi que l'UIT-T lui-même ont largement appliqué la notion de MNRU pour l'évaluation de la qualité subjective des dispositifs numériques (par exemple dans leurs travaux d'élaboration de la Recommandation G.722 et l'algorithme MICDA à 32 kbit/s de la Recommandation G.726 par exemple). Une version modifiée, destinée à être utilisée pour l'évaluation des codecs de plus grande largeur de bande (70-7000 Hz) est aujourd'hui d'usage courant. Cependant, les appareils actuellement utilisés, tout en reposant sur des principes communs, peuvent différer dans le détail et, de ce fait, les résultats fournis par des essais subjectifs peuvent également différer. (Les différences entre les méthodologies des essais subjectifs sont également à prendre en considération.) L'objectif de la présente Recommandation est de définir les versions en bande normale et en bande élargie du MNRU de manière aussi complète et aussi détaillée que possible, de façon à minimiser les effets – sur les résultats des essais subjectifs – de l'appareil et de ses procédures d'étalonnage objectif.

Un certain nombre de facteurs illustrent la nécessité d'un appareil, réalisé sous forme aussi bien matérielle que logicielle, qui introduit dans les signaux vocaux des dégradations contrôlées:

- a) l'utilisation de dispositifs de traitement numérique [couples de codeurs MIC à 64 kbit/s analogique/numérique/analogique (A/D/A) en loi A/loi μ ou μ/A , affaiblisseurs numériques fondés sur des mots MIC de 8 éléments binaires, modulation par impulsions et codage différentiel adaptatif (MICDA) à 32 kbit/s, etc.] est maintenant courante dans le réseau téléphonique international;
- b) de nouveaux dispositifs de traitement numérique sont en cours de normalisation, par exemple MICDA à 64 kbit/s en bande élargie à 7 kHz;
- c) il est besoin d'appareils normalisés pour mesurer la distorsion de quantification des traitements numériques, par exemple le codage MICDA à 32 kbit/s (Recommandation G.726) et le codec à 64 kbit/s à bande élargie à 7 kHz (Recommandation G.722), de façon que ces appareils puissent être utilisés pour estimer la qualité de transmission subjective de communications internationales mettant en jeu de tels traitements numériques;
- d) aucune méthode d'évaluation objective de la qualité de la parole n'a encore été établie;
- e) actuellement, les essais subjectifs faisant intervenir des systèmes de référence représentent la seule méthode satisfaisante pour mesurer la qualité de la transmission de la parole avec des dispositifs de traitement numérique;
- f) le fait d'exprimer les résultats sur la base d'un système de référence commun peut faciliter la comparaison des résultats d'essais subjectifs obtenus dans des laboratoires différents.

Ce qui suit est donc recommandé:

- 1) utiliser un appareil MNRU à bande normale comme système de référence sur la base duquel on exprimera la qualité subjective des dispositifs de traitement numérique fonctionnant dans la bande téléphonique;
- 2) utiliser un appareil MNRU à bande élargie comme système de référence sur la base duquel on exprimera la qualité subjective des traitements numériques en bande élargie.

NOTES

1 L'appareil MNRU avait été construit, à l'origine, au moyen de circuits analogiques. On a cependant tendance, aujourd'hui, à le construire avec des circuits numériques ou à le simuler sur ordinateur. Les sources bibliographiques énumérées à la fin de la présente Recommandation donnent d'autres informations sur les effets des paramètres de l'appareil MNRU.

2 La méthode d'écoute seule, actuellement proposée pour l'utilisation du MNRU dans des essais subjectifs, est décrite dans la Recommandation P.830. Voir 2.2/P.80 en ce qui concerne les précautions à prendre dans la pratique des essais d'écoute seule.

¹⁾ Antérieurement P.81.

3 Il n'existe pas actuellement de méthodes de mesure objectives qui rendent compte de manière satisfaisante des effets subjectifs de la distorsion de quantification de différents types de traitements numériques (par exemple la méthode objective de la Recommandation G.712, fondée sur des mesures d'ondes sinusoïdales et de bruit à largeur de bande limitée, est conçue pour la MIC et ne permet pas de mesurer la distorsion induite par d'autres systèmes, par exemple MICDA). La voix artificielle décrite dans la Recommandation P.50 pourrait être utile à cet égard. Même si une méthode objective est mise au point, des essais subjectifs demeurent nécessaires afin d'établir une corrélation entre résultats subjectifs et résultats objectifs pour des types particuliers de traitements numériques.

2 Références

Les Recommandations UIT-T et autres références suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Recommandation. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute Recommandation ou autre référence est sujette à révision; tous les utilisateurs de la présente Recommandation sont donc invités à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des Recommandations et autres références indiquées ci-après. Une liste des Recommandations UIT-T en vigueur est publiée régulièrement.

- Recommandation UIT-T G.191 (1993), *Outils logiciels pour la normalisation du codage des signaux vocaux et audiofréquence*.
- Recommandation UIT-T P.50 (1993), *Voix artificielle*.
- Recommandation UIT-T P.56 (1993), *Mesure objective du niveau vocal actif*.
- Recommandation UIT-T P.80 (1993), *Méthodes d'évaluation subjective de la qualité de transmission*.
- Recommandation UIT-T P.830 (1996), *Évaluation subjective de la qualité des codecs numériques à bande téléphonique et à large bande*.

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Recommandation, les définitions suivantes s'appliquent.

- 3.1 **dBov**: décibels par rapport au niveau de surcharge d'un système numérique.
- 3.2 **trajet de signal**: trajet suivi par le signal d'entrée dans l'appareil de référence à bruit modulé.
- 3.3 **trajet de bruit**: trajet suivi par le bruit modulé dans l'appareil de référence à bruit modulé qui le produit.
- 3.4 **trajet mixte**: combinaison du trajet de signal et du trajet de bruit dans l'appareil de référence à bruit modulé.
- 3.5 **Q**: rapport, exprimé en décibels, de la puissance des signaux vocaux à la puissance du bruit modulé.
- 3.6 **Q_N**: rapport Q pour un appareil de référence à bruit modulé en bande normale.
- 3.7 **Q_W**: rapport Q pour un appareil de référence à bruit modulé en bande élargie.

4 Abréviations

Pour les besoins de la présente Recommandation, les abréviations suivantes s'appliquent.

MIC	modulation par impulsions et codage
MICDA	modulation par impulsions et codage différentiel adaptatif
MNRU	appareil de référence à bruit modulé (<i>modulated noise reference unit</i>)

5 Conventions

La présente Recommandation décrit les réalisations de l'appareil MNRU sous forme matérielle analogique ou numérique, ou sous forme logicielle. Dans toute cette Recommandation, il sera fait référence aux réalisations matérielles analogiques et aux réalisations numériques. Si une réalisation numérique est mentionnée, il convient d'en déduire que la description est applicable soit à la réalisation logicielle soit à la réalisation matérielle numérique.

6 Description générale

Une représentation simplifiée de la structure de l'appareil MNRU est donnée à la Figure 1 a) pour la version analogique à bande normale, à la Figure 1 b) pour la version analogique à bande élargie, à la Figure 2 a) pour la version numérique à bande normale et à la Figure 2 b) pour la version numérique à bande élargie. Les signaux de parole entrant à gauche sont partagés en deux trajets: un trajet de signal et un trajet de bruit. Le trajet de signal fournit à la sortie un signal de parole sans distorsion (sauf pour le filtrage passe-bande). Dans le trajet de bruit, le signal de la parole commande instantanément un multiplicateur avec une «porteuse» de bruit gaussien appliqué qui a un spectre uniforme entre les fréquences de coupure représentées pour la source de bruit. La sortie du multiplicateur, consistant en un bruit modulé par le signal de parole, est alors ajoutée à ce signal afin de produire le signal avec distorsion.

Les affaiblisseurs et les commutateurs se trouvant dans les trajets de signal et de bruit permettent un réglage indépendant des niveaux du signal de parole et du bruit à la sortie. Le système est normalement étalonné de telle sorte que le réglage de l'affaiblisseur (en décibels) inséré dans le trajet de bruit représente le rapport de la puissance vocale instantanée à la puissance du bruit, l'une et l'autre étant mesurées à la sortie du filtre passe-bande (borne OT). Plus précisément, lorsque les deux puissances sont réglées à 0 dB, il y a lieu que le niveau de bruit mesuré à la borne OT, avec des terminaisons résistives séparées aux bornes T1 et T2 (non reliées), soit égal au niveau de puissance vocale mesuré à la borne OT, avec des terminaisons résistives séparées aux bornes T5 et T6 (non reliées). Pour vérifier cela, il convient aussi d'obtenir une valeur de 3 dB pour le rapport de la puissance de parole plus bruit modulé (mesurée à la borne OT) à la puissance de parole à l'entrée (mesurée à la borne IT) (voir 7.3.1).

Pour la présente Recommandation, ce rapport en décibels sera désigné Q_N pour la version en bande normale et Q_W pour la version en bande élargie.

Les réalisations numériques de l'appareil MNRU seront rendues plus aisées par le fait que, lorsque le trajet de signal a le gain unité, on peut exprimer comme suit la production en sortie de signaux de parole plus bruit modulé:

$$y(i) = x(i) [1 + 10^{-Q/20} N(i)] \quad (6-1)$$

où $x(i)$ est le signal vocal d'entrée, $N(i)$ est le bruit aléatoire, Q est le rapport de la puissance des signaux vocaux à la puissance du bruit modulé (déterminé par le gain sur le trajet de bruit), et où $y(i)$ est le niveau de puissance de sortie de la parole plus bruit modulé.

7 Spécifications de qualité

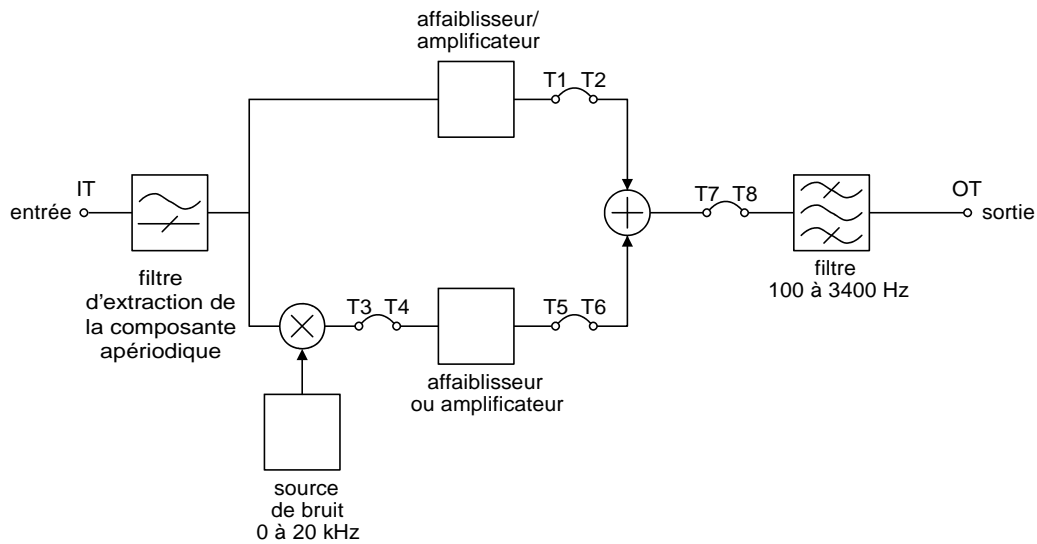
7.1 Considérations générales

Les spécifications de ce paragraphe s'appliquent à la fois aux réalisations matérielles analogiques et aux réalisations numériques. Les réalisations d'appareil MNRU matérielles analogiques et numériques sont décrites en parallèle. Au cours de la période d'études 1989-1992, la Commission d'études 12 a soumis à des essais approfondis le matériel analogique existant qui répond aux spécifications de la présente Recommandation ainsi que les réalisations numériques de l'appareil MNRU. On a constaté que ces réalisations étaient équivalentes quant à leurs effets subjectif. Etant donné que l'appareil MNRU n'est destiné qu'à produire une dégradation de référence pour l'évaluation subjective de processus numériques, les experts de la Commission d'études 12 ont considéré que cette équivalence subjective des réalisations d'appareil MNRU était d'une importance primordiale.

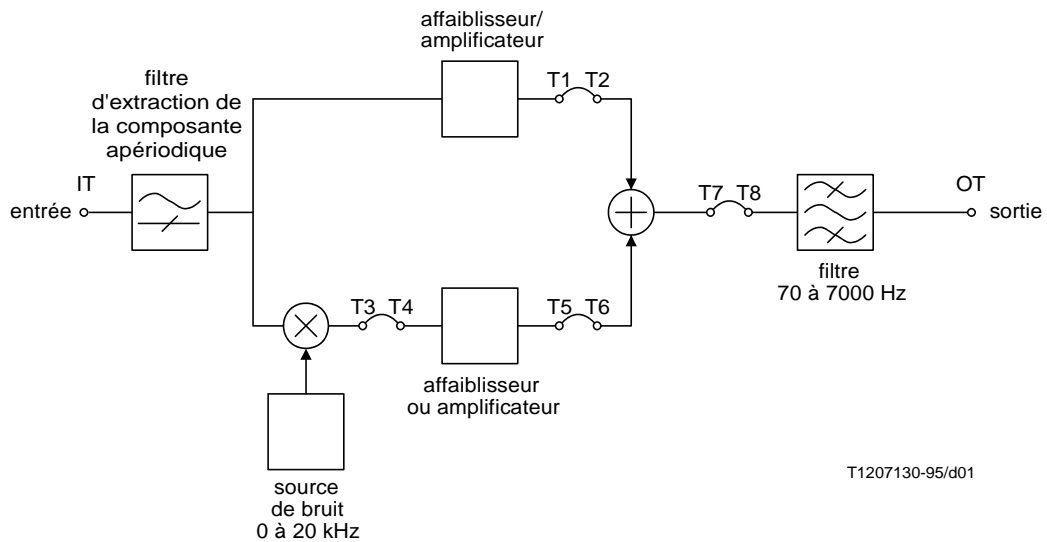
NOTE – On n'a pas essayé les réalisations d'appareil MNRU à bande élargie qui sont décrites ci-après. On a repris ici les observations formulées dans l'article 1 au sujet des appareils MNRU à bande élargie.

Pour les réalisations pratiques, les niveaux de signal ainsi que les niveaux de bruit réels peuvent être augmentés ou diminués selon les besoins particuliers. Dans de tels cas, les spécifications de niveau indiquées ci-après doivent être modifiées en conséquence. En particulier, les réalisations numériques exigeront normalement un matériau sonore ayant un niveau de $-26,15$ dBov (c'est-à-dire en décibels par rapport au point de surcharge d'un système numérique). Si toutefois la langue utilisée lors des essais subjectifs présente un rapport valeur de crête/valeur moyenne supérieur à 23 dB, il y a lieu de réduire en conséquence le niveau quadratique moyen des signaux vocaux d'entrée.

On peut démontrer qu'une composante aperiodique dans le signal d'entrée produira une composante de bruit ajouté dans le signal de sortie, qui n'est pas prise en compte lorsqu'on spécifie une valeur de rapport Q . Plutôt que d'avoir seulement un bruit multiplicatif à la sortie avec un rapport signal/bruit égal à Q , la sortie aura donc une autre composante de bruit ajouté qui augmentera le niveau de bruit global en sortie et qui diminuera le rapport entre signal total (additif plus multiplicatif) et bruit. Il convient donc que les réalisations d'appareil MNRU comportent (en interne ou en externe) un filtrage passe-haut à l'entrée.



a) Configuration de base de l'appareil MNRU analogique à bande normale



T1207130-95/d01

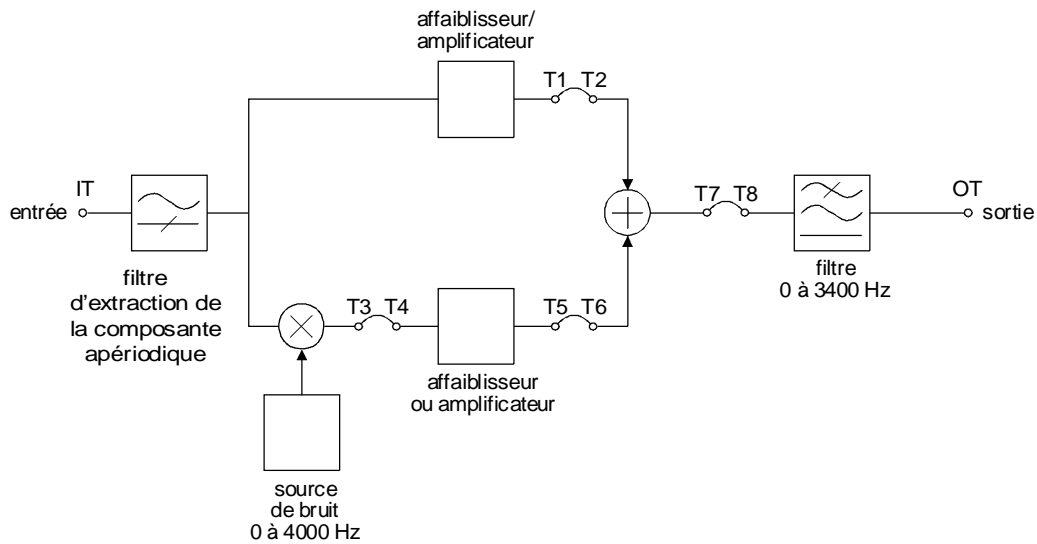
b) Configuration de base de l'appareil MNRU analogique à bande élargie

FIGURE 1/P.810

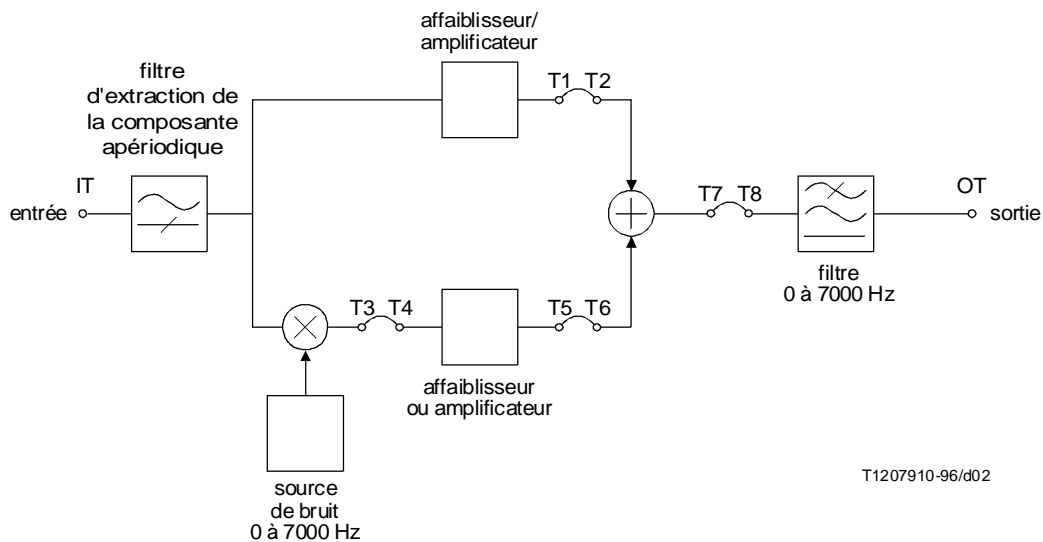
Configuration de base de l'appareil MNRU analogique

7.2 Trajet de signal

Les spécifications indiquées dans le présent paragraphe concernent l'appareil MNRU avec affaiblissement infini dans les trajets de bruit des Figures 1 et 2. Pour le matériel analogique, des terminaisons résistives distinctes aux bornes T5 et T6 (non liées) permettront d'obtenir un tel affaiblissement. Les réalisations numériques peuvent offrir une option permettant de désactiver le trajet de bruit et de produire en sortie une version filtrée du signal original.



a) Configuration de base de l'appareil MNRU numérique à bande normale

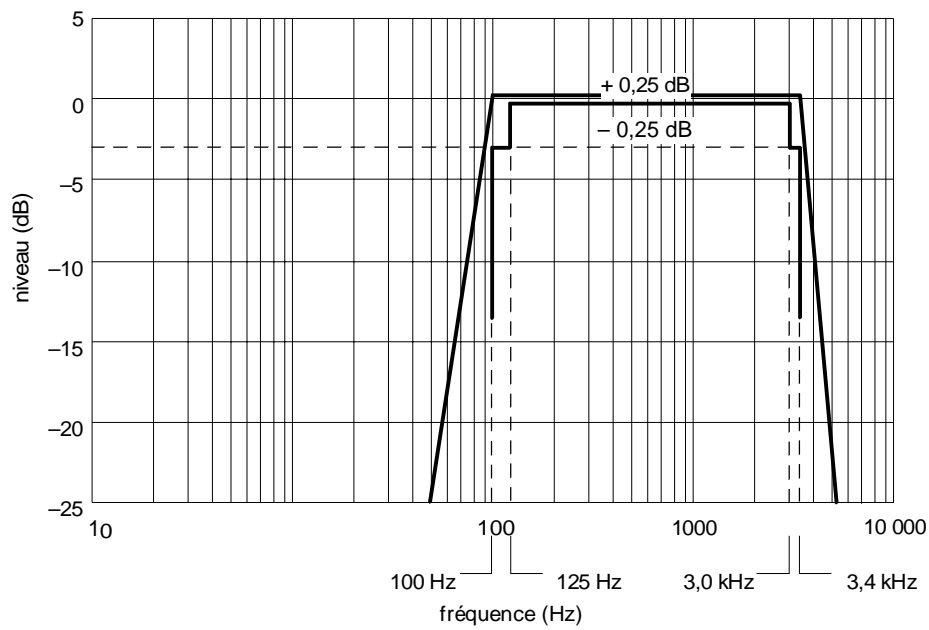


b) Configuration de base de l'appareil MNRU numérique à bande élargie

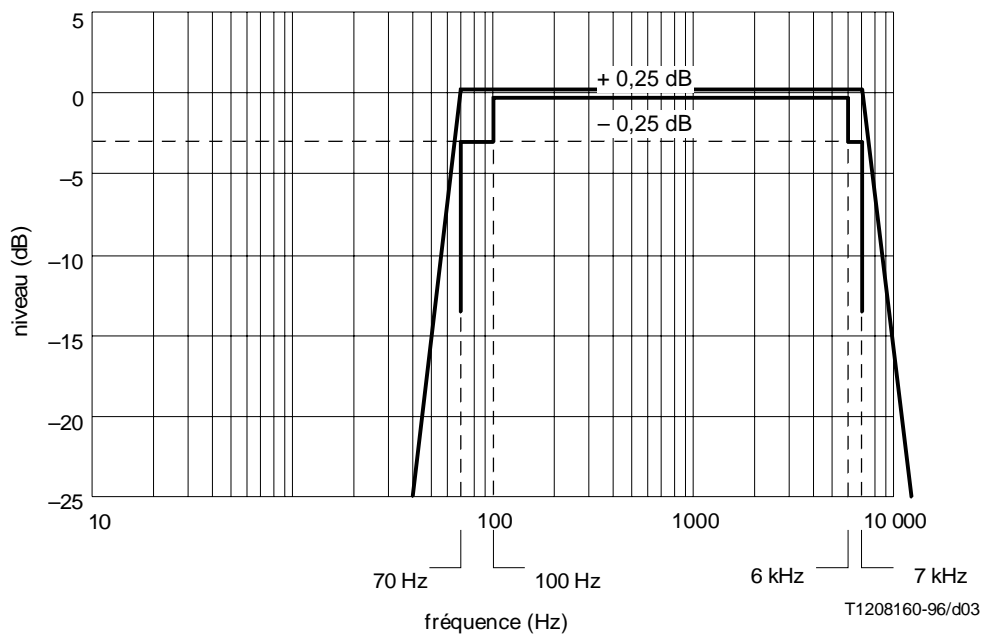
T1207910-96/d02

FIGURE 2/P.810
Configuration de base de l'appareil MNRU numérique

La réponse en fréquence du trajet de signal [c'est-à-dire entre les bornes IT et OT des Figures 1 a), 1 b), 2 a) et 2 b)] doit normalement se trouver dans les limites de la Figure 3 a) pour le circuit de la Figure 1 a), dans les limites de la Figure 3 b) pour le circuit de la Figure 1 b), dans les limites de la Figure 4 a) pour le circuit de la Figure 2 a) et dans les limites de la Figure 4 b) pour le circuit de la Figure 2 b). Les réponses en fréquence des réalisations numériques ont la même caractéristique passe-bas que la réalisation matérielle analogique correspondante.

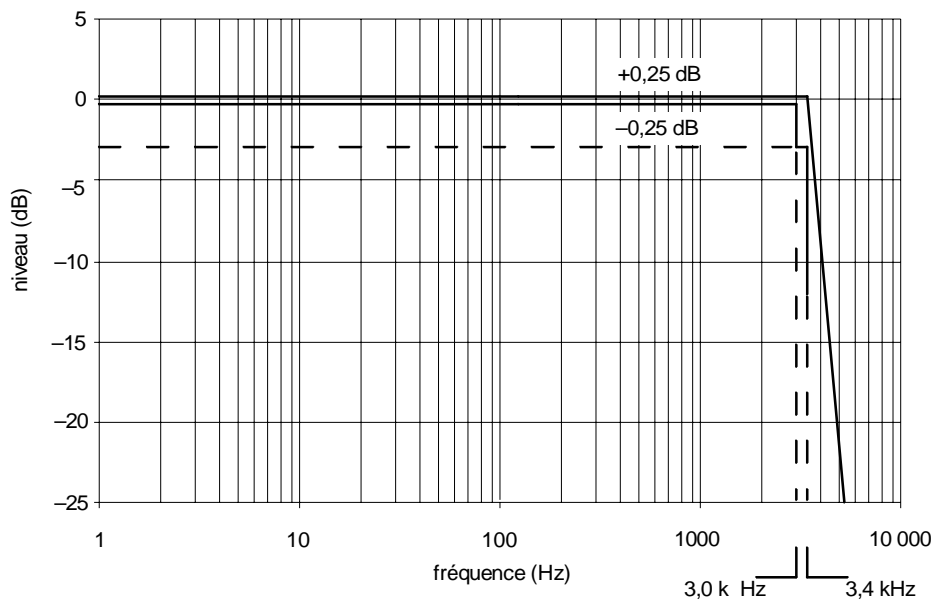


a) Caractéristiques du filtre de sortie de l'appareil MNRU analogique à bande normale

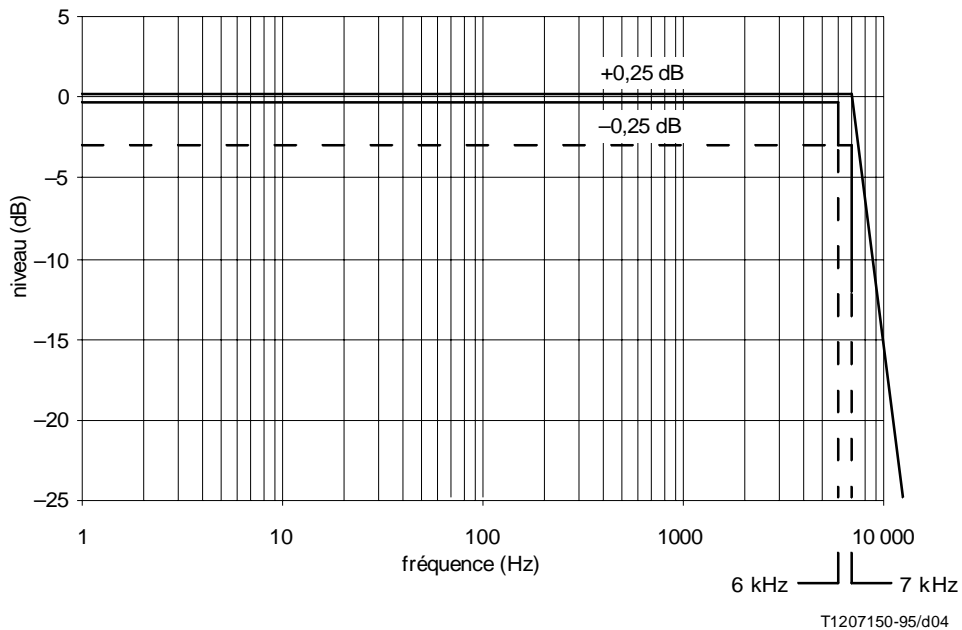


b) Caractéristiques du filtre de sortie de l'appareil MNRU analogique à bande élargie

FIGURE 3/P.810
Caractéristiques du filtre de sortie de l'appareil MNRU analogique



a) Caractéristiques du filtre de sortie de l'appareil MNRU numérique à bande normale



b) Caractéristiques du filtre de sortie de l'appareil MNRU numérique à bande élargie

FIGURE 4/P.810

Caractéristiques du filtre de sortie de l'appareil MNRU numérique

Pour les réalisations matérielles analogiques, l'affaiblissement entre les bornes IT et OT doit normalement être, pour une onde sinusoïdale d'entrée de 1 kHz à 0 dBm, de 0 dB. Sur toute la gamme des niveaux d'entrée, de +10 dBm à -50 dBm, il y a lieu que l'affaiblissement soit de $0 \text{ dB} \pm 0,1 \text{ dB}$. Il convient que les réalisations numériques garantissent un gain unité dans le trajet de signal.

Toute composante harmonique doit normalement se trouver au moins à 50 dB au-dessous du niveau de la fondamentale à la sortie du système [borne OT dans les Figures 1 a) et 1 b)] pour toute fréquence fondamentale comprise entre 125 Hz et 3000 Hz dans un système à bande normale et entre 100 Hz et 6000 Hz pour un système à bande élargie. Les réalisations numériques, dont la sortie est envoyée à des convertisseurs numériques-analogiques de haute qualité (16 bits) répondront facilement à ces critères.

Le bruit de repos engendré dans le trajet de signal doit être inférieur à -60 dBm, mesuré à la borne OT, afin qu'il soit conforme aux dispositions du 7.4.

Il est recommandé que le niveau des signaux de parole appliqués aux bornes IT des matériels analogiques (Figure 1) soit inférieur à -10 dBm (puissance moyenne en activité, c'est-à-dire niveau actif moyen conformément à la Recommandation P.56) afin d'éviter la coupure des crêtes amplifiées du signal, et qu'il soit supérieur à -30 dBm afin de garantir un rapport signal de parole sur bruit de fond suffisant. Il convient que les matériaux sonores numériques utilisés à l'entrée des réalisations numériques de l'appareil MNRU soient quantifiés sur une échelle linéaire de 16 éléments binaires et qu'ils aient des niveaux actifs moyens ne dépassant pas -26,15 dB par rapport au point de surcharge d'un convertisseur numérique-analogique sur 16 bits. Sinon, les signaux de parole peuvent être écrêtés. Comme indiqué en 7.1, il y a lieu de régler en conséquence les niveaux de parole en langues dont les rapports valeur de crête /valeur moyenne sont supérieurs à 23 dB. Il y a lieu d'utiliser la réalisation logicielle de la Recommandation P.56, indiquée dans la Recommandation G.191, pour déterminer le niveau permettant de répondre à cette prescription.

7.3 Trajet de bruit

Les prescriptions indiquées dans le présent paragraphe concernent l'appareil MNRU avec affaiblissement infini dans les trajets de signal des Figures 1 et 2. Pour un matériel analogique, des terminaisons résistives distinctes aux bornes T1 et T2 (non liées) permettront d'obtenir un tel affaiblissement. Les réalisations numériques pourront offrir une option permettant de ne produire que le bruit modulé en sortie.

7.3.1 Linéarité en fonction du niveau d'entrée

Avec un réglage Q_N de 0 dB dans le circuit de la Figure 1 a) ou un réglage Q_W de 0 dB dans le circuit de la Figure 1 b), selon le cas, le niveau de bruit modulé à la sortie du système (borne OT) doit si possible être numériquement égal au niveau de l'onde sinusoïdale aux bornes d'entrée (borne IT). Il convient d'obtenir une correspondance à $\pm 0,5 \text{ dB}$ près pour des niveaux d'entrée de +5 dBm à -45 dBm et pour des fréquences d'entrée de 125 Hz à 3000 Hz dans un système à bande normale et de 100 Hz à 6000 Hz dans un système à bande élargie. Les réalisations numériques étalonnées pour un niveau donné (par exemple -26,15 dBov) répondront aisément à ces critères.

7.3.2 Spectre de bruit

Pour un système analogique à bande normale, lorsque le rapport Q_N est réglé à 0 dB, les ondes sinusoïdales d'entrée appliquées aux bornes IT de la Figure 1 a) avec des niveaux de +5 à -45 dBm et des fréquences de 125 Hz à 3000 Hz doivent normalement donner, à la sortie du dispositif de multiplication [borne T5 de la Figure 1 a)], une densité spectrale de bruit uniforme avec une marge de $\pm 1 \text{ dB}$ sur la gamme de fréquences de 75 Hz à 5000 Hz. Il y a lieu de mesurer la densité spectrale avec une résolution de largeur de bande de 50 Hz au maximum.

Pour un système analogique à bande élargie, lorsque le rapport Q_W est réglé à 0 dB, les ondes sinusoïdales d'entrée appliquées aux bornes IT de la Figure 1 b) avec des niveaux de +5 à -45 dBm et des fréquences de 100 Hz à 6000 Hz doivent normalement donner, à la sortie du dispositif de multiplication [borne T5 de la Figure 1 b)], une densité spectrale de bruit uniforme avec une marge de $\pm 1 \text{ dB}$ sur la gamme de fréquences de 75 Hz à 10 000 Hz. Il y a lieu de mesurer la densité spectrale avec une résolution de largeur de bande de 50 Hz au maximum.

Les réalisations numériques (aussi bien à bande normale qu'à bande élargie), étalonnées pour un niveau donné (par exemple -26,15 dBov) et dont la source de bruit répond aux prescriptions données au 7.3.3, répondront facilement à ces critères.

7.3.3 Répartition des amplitudes

Il convient que la répartition des amplitudes du bruit, à la sortie du système, soit approximativement de type gaussien.

NOTES

1 Pour le matériel analogique, une source de bruit consistant en un générateur de bruit gaussien suivi d'un écrêteur avec un spectre uniforme entre une fréquence voisine de zéro et 20 kHz produira en sortie un bruit satisfaisant à la borne OT.

2 Afin d'assurer une linéarité suffisante dans les réalisations numériques, une source de bruit consistant en un générateur de bruit aléatoire (gaussien) suivi d'un écrêteur, ayant un spectre plat entre 50 Hz et la fréquence de coupure de la partie passe-bas du filtre passe-bande des Figures 2 a) et 2 b), produira en sortie un bruit satisfaisant à la borne OT lorsque le niveau d'écrêtage sera à au moins 12 dB au-dessus de la valeur quadratique moyenne de ce bruit.

3 Pour les réalisations numériques, plusieurs méthodes permettent de produire un bruit dont les amplitudes ont une répartition pratiquement gaussienne. Si le bruit aléatoire est produit à partir de nombres aléatoires à répartition uniforme, par application du théorème de la limite centrale, l'effectif de ces nombres aléatoires devrait être supérieur à 10.

7.3.3.1 Période de bruit

Dans les réalisations numériques, il y a lieu que le bruit aléatoire soit produit au moyen d'un générateur de nombres aléatoires (à répartition gaussienne) ayant une période de durée supérieure à 2^{20} échantillons.

7.3.4 Affaiblisseurs de bruit

L'affaiblissement introduit par un ou par plusieurs affaiblisseurs de bruit entre les bornes T4 et T5 des Figures 1 a) et 1 b) doit normalement présenter une marge de $\pm 0,1$ dB par rapport au réglage nominal. Il convient que ces affaiblisseurs permettent au moins des réglages des rapports Q_N et Q_W entre -5 dB et 45 dB, c'est-à-dire dans une étendue de 50 dB. Les réalisations numériques répondront aisément à ces critères.

7.4 Trajet mixte

Les prescriptions figurant dans le présent paragraphe concernent l'appareil MNRU dont les trajets de parole (signal) et de bruit fonctionnent simultanément.

Avec mise à zéro du rapport Q_N ou Q_W (selon le cas) et terminaison de l'entrée par une résistance équivalente, il convient que le bruit au repos produit dans le trajet mixte soit inférieur à -60 dBm lorsqu'il est mesuré à la sortie du système (borne OT).

Bibliographie

LAW (H.B.), SEYMOUR (R.A.): A reference distortion system using modulated noise (Un système de distorsion de référence utilisant un bruit modulé). *The Institute of Electrical Engineers*, p. 484-485, novembre 1962.

Contribution COM XII-63 du CCITT: *Some considerations on specifications for modulated noise reference unit* (Considérations relatives aux spécifications pour appareil de référence à bruit modulé), NTT, période d'études 1981-1984, Japon.

Rapport COM XII-R4 du CCITT, p. 71-79, période d'études 1981-1984.

Contribution COM XII-119 du CCITT: *Description et méthode d'utilisation de l'appareil de référence à bruit modulé (MNRU/MALT)*, période d'études 1981-1984, France.

Contribution COM 12-8 de l'UIT-T: *Report on comparative experiments for MNRU algorithms* (Rapport sur des expériences comparatives entre algorithmes d'appareil MNRU), NTT, période d'études 1993-1996.