



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**UIT-T**

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

**Supplément 21**

**(Série P)**

**(03/93)**

**QUALITÉ DE LA TRANSMISSION TÉLÉPHONIQUE  
LIGNES ET POSTES D'ABONNÉS**

---

**PRINCIPES D'UN SIGNAL DE SOURCE  
COMPOSITE PRIS COMME EXEMPLE DE  
SIGNAL DE MESURE POUR DÉTERMINER  
LES CARACTÉRISTIQUES DE TRANSFERT  
D'UN ÉQUIPEMENT TERMINAL**

**Supplément 21 aux  
Recommandations UIT-T de la série P**

(Antérieurement «Recommandations 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 que les Commissions d'études de l'UIT-T doivent examiner et à propos desquels elles doivent émettre des Recommandations.

Le Supplément 21 aux recommandations UIT-T de la série P, élaboré par la Commission d'études XII (1988-1993) de l'UIT-T, a été approuvé par la CMNT (Helsinki, 1-12 mars 1993).

---

## NOTES

1 Suite au processus de réforme entrepris au sein de l'Union internationale des télécommunications (UIT), le CCITT n'existe plus depuis le 28 février 1993. Il est remplacé par le Secteur de la normalisation des télécommunications de l'UIT (UIT-T) créé le 1<sup>er</sup> mars 1993. De même, le CCIR et l'IFRB ont été remplacés par le Secteur des radiocommunications.

Afin de ne pas retarder la publication de la présente Recommandation, aucun changement n'a été apporté aux mentions contenant les sigles CCITT, CCIR et IFRB ou aux entités qui leur sont associées, comme «Assemblée plénière», «Secrétariat», etc. Les futures éditions de la présente Recommandation adopteront la terminologie appropriée reflétant la nouvelle structure de l'UIT.

2 Dans la présente Recommandation, le terme «Administration» désigne indifféremment une administration de télécommunication ou une exploitation reconnue.

© UIT 1994

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 Introduction .....	1
2 Conditions requises pour les signaux de mesure et les procédures d'analyse .....	1
3 Signal de source composite .....	1
4 Autres possibilités du signal de source composite .....	4
Références .....	4



# PRINCIPES D'UN SIGNAL DE SOURCE COMPOSITE PRIS COMME EXEMPLE DE SIGNAL DE MESURE POUR DÉTERMINER LES CARACTÉRISTIQUES DE TRANSFERT D'UN ÉQUIPEMENT TERMINAL

(Helsinki, 1993)

(cité dans les Recommandations de la série P)

## 1 Introduction

Des processus non linéaires tels que la réduction d'écho acoustique (AEC) (*acoustic echo control*), la commande automatique de gain (AGC) (*automatic gain control*), systèmes de compression etc. sont utilisés de plus en plus dans l'équipement terminal servant à la téléphonie, par exemple dans les téléphones mains libres ou les systèmes à téléphone mobile, afin d'améliorer la qualité de la transmission de la parole. Dans le cas de communication à longue distance, on utilise également des annuleurs ou des supprimeurs d'écho afin de réduire l'écho dans le réseau. Les caractéristiques de transfert de tout cet équipement ne peuvent plus être qualifiées de linéaires et d'invariables par rapport au temps (LTI) (*linear and time-invariant*). Par conséquent, les procédures de mesure normalisées faisant appel à des signaux de mesure stationnaires ne permettent plus de déterminer les caractéristiques de transfert de tels dispositifs.

Il existe une grande variété de signaux de mesure non-stationnaires plus appropriés qui vont des modulations de fréquence linéaire aux signaux modulés complexes<sup>1)</sup>. Dans le présent supplément, les principes d'un signal de mesure spécial, du «signal de source composite» (CSS) (*composite source signal*) sont pris comme exemple de signal de mesure non-stationnaire.

## 2 Conditions requises pour les signaux de mesure et les procédures d'analyse

Des méthodes de mesure donnant des résultats définis et pouvant être reproduits sont nécessaires pour déterminer les fonctions de transfert à des fins d'essai et d'homologation.

D'une part, un tel signal permettant de déterminer les caractéristiques de transfert de ces systèmes doit reproduire les propriétés de la voix réelle de façon adéquate (par exemple, son voisé, son non-voisé, modulation, structure temporelle etc.). D'autre part, un tel signal doit être spécifié de telle sorte qu'on puisse mesurer non seulement la fonction de transfert dans différents modes d'exploitation mais également les caractéristiques de commutation et le comportement de tels systèmes lors de leur exploitation en duplex. L'affaiblissement d'adaptation pour l'écho et en particulier le comportement temporel de l'équipement de compensation d'écho doit être aussi mesuré.

Un signal d'essai spécial appelé «signal de source composite» (CSS) a été défini afin de remplir ces conditions. Le «signal de source composite» est composé de plusieurs types de signaux décrits dans l'article 3 qui peuvent être combinés de différentes façons. La définition exacte de la composition de ce signal n'a pas encore été fixée, ainsi que son étalonnage.

## 3 Signal de source composite

Lors de la mise au point du signal de source composite, les trois éléments ont été jugés importants:

- signal semblable à la voix humaine afin de reproduire les propriétés de celle-ci;
- signal déterministe pour mesurer les fonctions de transfert sans les erreurs statistiques avec spectre de la densité de puissance constant pour le signal d'excitation dans le domaine fréquentiel à mesurer;

---

<sup>1)</sup> Il existe différents types de signaux de mesure qui peuvent être rangés dans deux catégories:

*Signaux stationnaires:* sinusoïdaux, multisinusoïdaux, de bruit, de séquence de longueur maximale (MLS) (*maximum length*), de bruit pseudo-aléatoire (PN) (*pseudo-noise*)

*Signaux non-stationnaires:* modulations de fréquence linéaire

avec signaux modulés simples: impulsions, salves de bruit rose ou de tonalité, modulations, CSS

avec signaux modulés complexes: CEI RASTI (Méthode rapide de mesure de l'indice de transmission de la parole de la CEI), voix artificielle conforme à la Recommandation P.50, voix de conversation artificielle conforme à la Recommandation P.59, voix réelles.

- «signal» de pause, produisant modulation d'amplitude. Les caractéristiques suivantes peuvent être obtenues:
  - i) courte période de mesure;
  - ii) possibilité d'injection simultanée du signal d'essai dans les directions du locuteur et de l'auditeur (opération duplex).

Le principe fondamental de l'utilisation d'un tel signal d'essai est de mettre l'objet à tester dans un état défini et reproductible pendant la période de mesure et de garantir que les fonctions de transfert de cet objet ne seront pas modifiées pendant les mesures proprement dites (signal quasi à poste fixe). A cette fin, le signal de source composite (voir la Figure 1) est composé des éléments suivants:

- a) *Son voisé produit par le signal de «voix artificielle» conforme à la Recommandation P.50*

Le son voisé du CSS doit activer des détecteurs de parole possibles dans les systèmes commandés par des signaux vocaux. Si le son voisé a été choisi, c'est parce qu'il est prévisible qu'à l'avenir tous les postes téléphoniques mains libres répondront rapidement à un tel son. Ce signal doit activer un poste téléphonique mains libres pour la direction de transmission à mesurer. Comme la durée, le commencement et la fin du son voisé sont connus précisément, ce signal peut également être utilisé pour mesurer le temps de commutation pour la direction de transmission à l'essai. Le temps de commutation et le temps de propagation de tout le système peuvent être déterminés conformément à la Recommandation P.34 au moyen de la forme du signal dans la dimension temporelle. La durée du signal est de 50 ms, au cours desquelles chaque détecteur de parole doit avoir reconnu les signaux vocaux et activer le système.

- b) *Signal de bruit pseudo-aléatoire (PN) (pseudo-noise signal)*

Le signal d'essai proprement dit est le signal de bruit pseudo-aléatoire (PN) injecté après le son voisé de la parole artificielle. Ce signal peut avoir des caractéristiques d'un signal de bruit. L'amplitude du signal transformé selon la formule de Fourier est constante dans le domaine de fréquence mais sa phase change. Dans le cas de postes téléphoniques mains-libres, seule l'amplitude de la fonction de transfert présente habituellement un intérêt, la phase n'étant pas si importante (elle peut cependant être définie aussi).

Le signal peut être produit comme suit:

Pour commencer, un spectre complexe est produit dans le domaine de fréquence selon l'équation suivante:

$$\begin{cases} S(k) = W(k) e^{j i_k \pi} & ; i_k \in \{0, 1\}, \text{ aléatoire}, 0 \leq k \leq \frac{M}{2} \\ S(M-k) = S^*(k) & ; 0 \leq k \leq \frac{M}{2} \end{cases}$$

Il faut noter que  $S(0)$  et  $S\left(\frac{M}{2}\right)$  devront être des chiffres réels.

L'indice  $M$  est adapté à la taille FFT (transformation de Fourier rapide) choisie, par exemple 2048 points. La formule indique que la puissance du spectre complexe produit est constante pour toutes les fréquences si  $W(k)$  est égal à 1 pour toutes les fréquences alors que la phase peut être  $+\pi$  ou  $-\pi$  pour chaque fréquence correspondant à une séquence aléatoire. Cependant, afin d'obtenir une pondération différente dans le domaine de fréquence,  $W(k)$  peut facilement être ajusté de façon à produire différents spectres pendant la durée de la séquence PN. Ce spectre sera alors transposé dans la dimension temporelle au moyen de la transformation de Fourier inverse et produira le signal suivant:

$$s(n) = \frac{1}{M} \sum_{k=-\frac{M}{2}}^{\frac{M}{2}-1} W(k) e^{j i_k \pi} e^{j 2\pi n k / M} ; -\frac{M}{2} \leq n \leq \frac{M}{2} - 1$$

Ainsi, le signal produit est limité dans le temps (selon la longueur choisie de la transformation de Fourier) et adapté précisément à la taille FFT choisie. Si on désire une séquence de temps plus longue, le signal peut être répété. Cette méthode permet d'obtenir des séquences temporelles de n'importe quelle longueur.

La durée de ce signal d'essai peut aller jusqu'à environ 200 ms si  $M$  et le taux d'échantillonnage sont choisis de façon appropriée.

c) *Pause*

La pause a deux buts. Il est nécessaire de faire une pause initiale avant d'appliquer tout signal de mesure afin de mettre les systèmes dotés de fonctions de transfert variables par rapport au temps dans un état initial défini. Pour cela, la pause devrait être aussi longue que possible (supérieure à une seconde). Si toutefois le système doit être mis dans un état constamment activé (flot de paroles constant), les pauses intermédiaires doivent être plus courtes (environ 100 ms) afin de produire une modulation en amplitude convenable au signal de source composite.

Pour le mesurage, il est nécessaire que le système soit capable de sortir les composants de signal de mesure proprement dit du signal de source composite, c'est-à-dire le signal PN décrit ci-dessus. La fonction de transfert du système mesuré peut être déterminée assez facilement au moyen de la FFT. La fonction de transfert de l'objet à l'essai s'exprime par le rapport du spectre de la densité de puissance du signal de sortie au spectre de la densité de puissance du signal d'entrée selon la formule suivante:

$$H(k) = 20 \log \frac{|F\{S_o(n)\}|}{|F\{S_i(n)\}|}$$

Si les mesures sont effectuées avec l'équipement d'essai décrit ci-dessus et si les niveaux de signal d'essai sont choisis conformément aux Recommandations du CCITT, ces mesures sont compatibles avec toutes celles effectuées jusqu'à présent conformément aux Recommandations du CCITT en ce qui concerne les dispositifs LTI. Pour établir le niveau à court terme, seul le signal de mesure proprement dit, c'est-à-dire le PN, doit être utilisé. Le niveau à long terme est nécessaire pour des mesures à long terme.

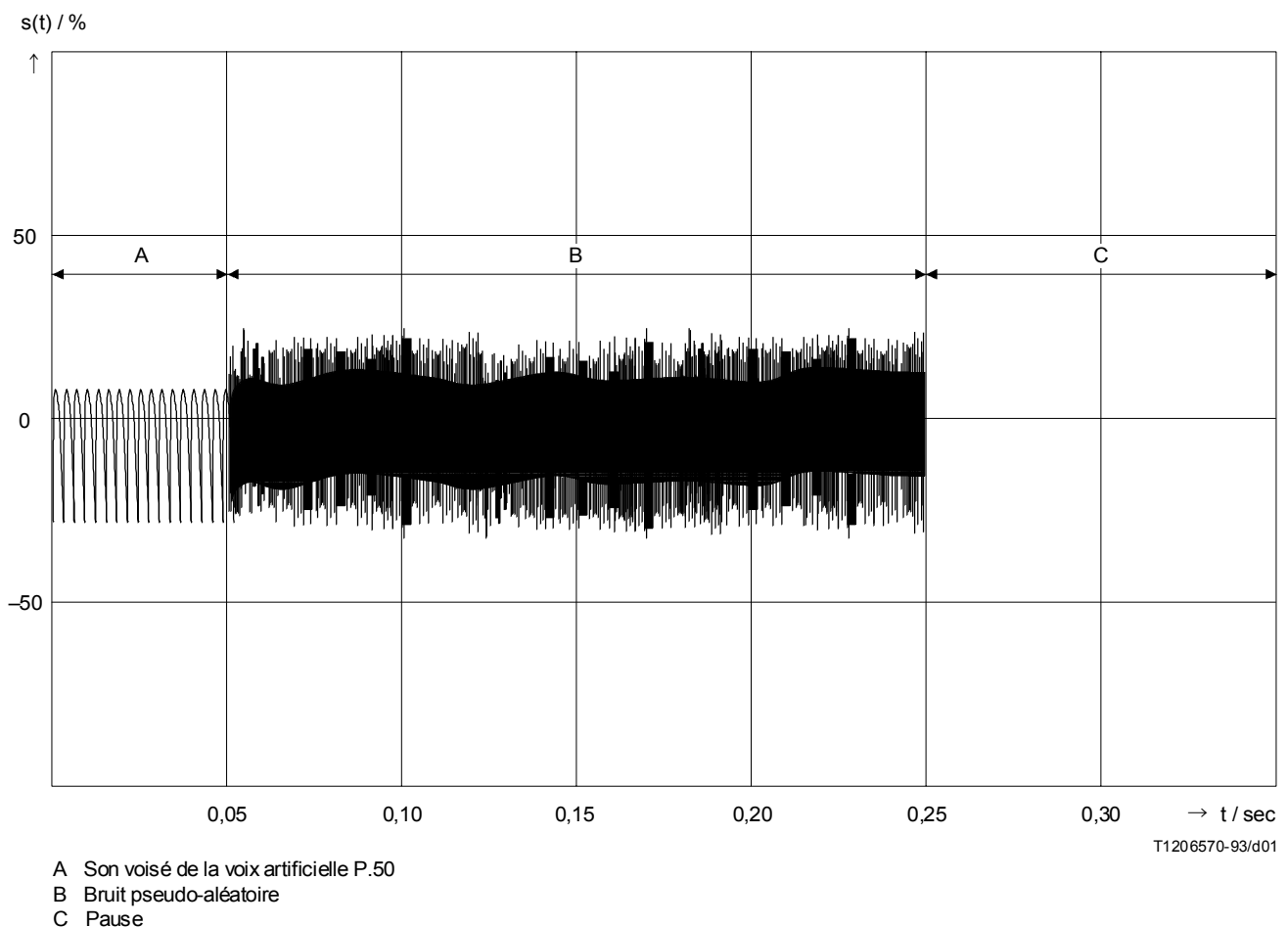


FIGURE 1  
 Signal de source composite

## 4 Autres possibilités du signal de source composite

Dans le signal de source composite, il est possible d'utiliser également d'autres formes de signal au lieu du signal PN décrit ci-dessus. Par exemple, si la distorsion doit être mesurée, un signal différent est nécessaire. Dans ce cas, un signal sinusoïdal pur, par exemple, peut être utilisé à la place d'un signal PN. Un tel mesurage est compatible avec les Recommandations du CCITT si ses résultats sont calculés à partir de la partie du signal remplaçant la séquence PN. Cependant, il convient de tenir compte du fait que les postes téléphoniques mains libres pourraient interpréter un signal pur comme étant un amorçage d'oscillations et par conséquent bloquer le système. L'observation du signal dans la dimension temporelle, par exemple, illustre ce phénomène. Pour effectuer ces mesures, un signal d'essai différent, tel que le signal de bruit à bande étroite, doit être utilisé.

Différentes applications du signal de source composite ont déjà été répertoriées dans la liste de références ci-dessous. D'autres possibilités d'utilisation de ce signal feront l'objet d'une étude ultérieure.

### Références

- [1] SCHRÖDER (M. R.): Synthesis of Low Peak Factor Signals and Binary Sequences with low Autocorrelation, *IEEE Transactions on Information Theory*, IT-6, pp. 85-89, 1970.
- [2] Measurement of the Transfer Functions of Hands-free Telephones, ETSI TE4, Oslo, TD No. 49, 1990.
- [3] CCITT COM XII-67, Measurement of the Transfer Functions of Hands-free Telephones, Comparison Between Results Measured with Artificial Voice and a Composite Source Signal, (FRG), août 1990.
- [4] CCITT COM XII-68, Measurement of Time Constants on Hands-free Telephones in Single-talk and Double-talk Operation, (FRG), août 1990.
- [5] CCITT COM XII-D.74, Use of the Composite Source Signal, (FRG), août 1990.
- [6] GIERLICH (H. W.): A Measurement Technique to Determine the Transfer Characteristics of Hands-free Telephones, *Signal Processing*, Vol. 26, No. 2, 1992.
- [7] CCITT COM XII-D.109, Uses of the Composite Source Signal: Results of Comparison Measurements in Different Test Laboratories, (FRG), septembre 1991.
- [8] CCITT COM XII-D.113, Comments on test signals and signal processing for non LTI (linear time-invariant) measuring objects, *Brüel & Kjaer*, septembre 1991.
- [9] HEYSER (R. C.): Acoustical measurements by Time Delay Spectrometry, *JAES*, Vol. 15, 1967.
- [10] STEENEKEN (H. J. M.) and HOUTGAST (T.): A physical method for measuring speech transmission quality, *JASA*, Vol. 67, p. 318, 1980.
- [11] Sound system equipment: the objective rating of speech intelligibility in auditoria by the RASTI method, First edition, *International Electrotechnical Committee*, Genève, IEC-268-16 (1988).





Imprimé en Suisse

Genève, 1994