



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

V.16

**COMMUNICATIONS DE DONNÉES
SUR LE RÉSEAU TÉLÉPHONIQUE**

**MODEMS POUR TRANSMISSION
DE DONNÉES ANALOGIQUES MÉDICALES**

Recommandation UIT-T V.16

(Extrait du *Livre Bleu*)

NOTES

1 La Recommandation V.16 de l'UIT-T a été publiée dans le fascicule VIII.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.

Recommandation V.16

MODEMS POUR TRANSMISSION DE DONNÉES ANALOGIQUES MÉDICALES

(Genève, 1976)

Le CCITT,

considérant

(a) que des centres spéciaux de diagnostic mettent actuellement un service d'interprétation automatique par ordinateur des électrocardiogrammes (ECG) à la disposition des praticiens en médecine générale ou des hôpitaux situés dans des endroits écartés, ce qui demande un équipement de transmission approprié;

(b) qu'il y aurait intérêt à mettre en œuvre un tel service en établissant un système spécial de rassemblement de données constitué de stations éloignées relativement simples et d'un organe central de haute qualité;

(c) que, pour ce type de service, il faut des moyens de transmission parfaitement adaptés et parfaitement compatibles, qui ne risquent pas d'être une gêne pour les autres services téléphoniques;

(d) que la transmission analogique, ainsi que la transmission des données analogiques sous une forme numérique (par exemple, enregistrement d'ECG) sont en principe possibles;

(e) que, dans la plupart des cas, ce sont toutefois les méthodes de transmission analogique sur les lignes téléphoniques qui sont les plus commodes et les plus économiques;

(f) que, dans la pratique, la transmission analogique offre d'une manière générale des perspectives de qualité suffisante;

(g) que, dans les cas d'urgence ou de contrôle des stimulateurs cardiaques implantés, un équipement à couplage acoustique et de conception très simple peut rendre de grands services aux personnes intéressées,

recommande à l'unanimité

1 que la transmission analogique de données médicales analogiques (par exemple, données d'ECG) devrait être autorisée sur le réseau téléphonique public. Il ne faut toutefois pas s'attendre à une transmission fiable et exempte de perturbations sur toutes les connexions et toutes les artères. C'est pourquoi il faudrait expérimenter les connexions envisagées avant d'introduire finalement un tel service de transmission;

2 que ce service demande deux dispositifs de transmission (modems) fondamentalement différents:

- 1) équipement de transmission pour transmettre simultanément trois signaux d'ECG sur une ligne téléphonique, d'une station éloignée à une station centrale, de préférence par connexion électrique directe à la ligne téléphonique;
- 2) équipement de transmission, de préférence réservé aux cas d'urgence et à la surveillance des stimulateurs cardiaques implantés, pour transmettre simultanément un seul signal d'ECG d'une station éloignée à une station centrale, avec connexion électrique ou couplage acoustique à une ligne téléphonique.

La station ECG comprend généralement un enregistreur d'ECG, avec un amplificateur-séparateur, un dispositif entrée/sortie de données et le modem spécifié dans la présente Recommandation (voir la figure 1/V.16).

La station centrale comprend généralement le modem central spécifié dans la présente Recommandation ainsi qu'un système d'interprétation des ECG (par exemple, un ordinateur programmé pour cette interprétation).

La présente Recommandation traite des modems, des caractéristiques de transmission des voies de transmission des ECG ainsi que des circuits de jonction nécessaires et de la méthode de transmission des données numériques associées à l'ECG (par exemple, code d'identification du patient, signaux de commande dans les deux sens de la transmission et enregistrement de l'interprétation).

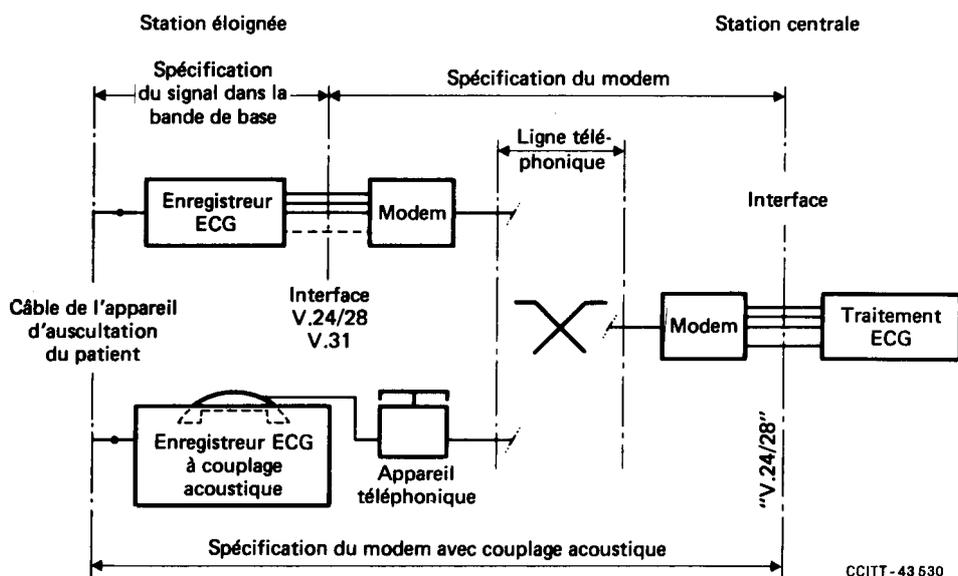


FIGURE 1/V.16

Exemple de transmission analogique de données médicales analogiques

3 Modems pour la transmission analogique simultanée de trois enregistrements ECG

3.1 Caractéristiques fondamentales des voies analogiques

L'équipement ci-dessous spécifié est principalement destiné à fonctionner par connexion électrique directe aux lignes téléphoniques.

3.1.1 Signal dans la bande de base

Caractéristiques du signal dans la bande de base à l'entrée du modem:

- nombre d'enregistrements ECG simultanément transmis 3
- réponse en fonction de la fréquence de l'amplificateur-séparateur uniforme
- rapport signal/bruit avec ondes rectangulaires, 10 Hz, ± 1 V ≥ 50 dB (non pondéré)
- limite de la gamme dynamique (voir la remarque 1) $\pm 2,5$ V
- non-linéarité d'une voie ECG par rapport à la gamme dynamique et à la linéarité optimale 1%
- distorsion admissible du temps de propagation de groupe du signal d'entrée à l'entrée du modulateur (y compris le filtre de voie dans la bande de base) de 3 à 60 Hz $\Delta \tau \leq 2$ ms (en dehors de cette gamme, voir la figure 2/V.16)
- spectre: pas de composantes en continu, si l'on applique un couplage en alternatif on doit utiliser une constante de temps $\tau = 3,2$ s, correspondant à une fréquence de coupure inférieure de 0,5 Hz
- préaccentuation dans la bande de base (entre l'amplificateur-séparateur et le modem) augmentation: 6 dB/octave; fréquence de coupure: 15 Hz

Remarque 1 – Les appareils existants (enregistreurs pour ECG, électroencéphalogrammes, etc.) sont prévus pour une gamme dynamique de $\pm 2,5$ V. Si toutefois la Commission électrotechnique internationale spécifie comme limite ± 1 V ou $\pm 1,25$ V, la valeur spécifiée devra être adoptée. La pente de la caractéristique du modulateur (voir le § 3.1.2) devra alors être modifiée en conséquence.

Remarque 2 – Cette valeur devra être réexaminée si l'on se sert plus tard de compresseurs-extenseurs d'amplitude pour améliorer le rapport signal/bruit.

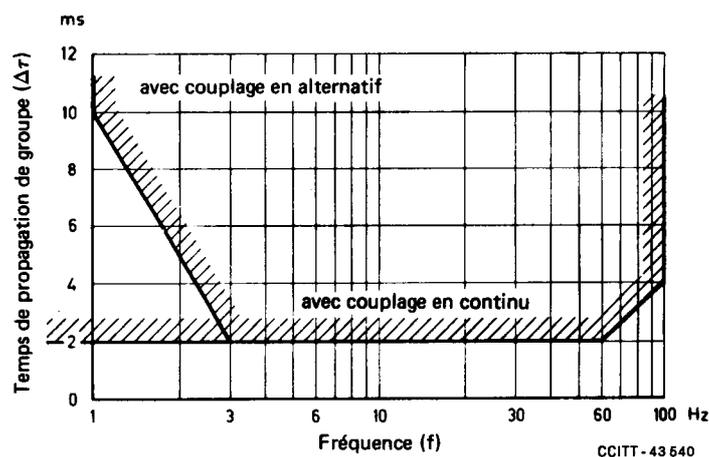


FIGURE 2/V.16

Distorsion admissible du temps de propagation de groupe dans la bande de base

3.1.2 Caractéristiques de l'équipement de transmission (modems)

Le modem doit pouvoir émettre des signaux de bande de base avec une largeur de bande pouvant aller jusqu'à 100 Hz environ. L'équipement de transmission (modems) ne doit pas dégrader de plus de 10% la qualité du signal transmis dans la bande de base spécifié au § 3.1.1. La valeur exacte de la dégradation admissible doit faire l'objet d'études plus poussées.

Puisque la voie centrale de l'équipement de transmission sera dans l'avenir utilisée pour la transmission numérique des données numériques associées à l'ECG et d'autres données de caractère biologique, cette voie doit pouvoir transmettre des composantes en continu. La même condition s'applique aux autres voies.

- signaux de ligne pour transmission des signaux ECG: comme spécifié au § 3.1.1
- méthode de modulation: modulation de fréquence
- sous-porteuses f_n et niveaux maximaux associés de transmission p_n :

$f_1 = 950 \text{ Hz} \pm 6 \text{ Hz}$	$p_1 = 7 \text{ dB}$	inférieur au niveau
$f_2 = 1400 \text{ Hz} \pm 15 \text{ Hz}$ (voir la remarque 1)	$p_2 = 5 \text{ dB}$	résultant p_0 spécifié
$f_3 = 2100 \text{ Hz} \pm 15 \text{ Hz}$	$p_3 = 3 \text{ dB}$	dans la Recommandation V.2
- niveau résultant: p_0 comme spécifié dans la Recommandation V.2
- si les porteuses f_1 et/ou f_3 sont utilisées, il est obligatoire d'émettre simultanément les trois sous-porteuses
- excursion de fréquence maximale par voie dans le cas d'un fonctionnement linéaire: $\Delta f = \pm 100 \text{ Hz}$
- pente de la caractéristique du modulateur (sensibilité d'excursion de la sous-porteuse): 40 Hz/V (voir la remarque 2)
- un signal positif doit donner lieu à une augmentation de la fréquence sous-porteuse
- largeur de bande d'une voie MF (points à 3 dB): $\leq 350 \text{ Hz}$
- niveau résultant accepté par le récepteur (niveau supérieur de seuil): de -6 dBm à -43 dBm
- niveau inférieur de seuil: -46 dBm

Remarque 1 – Ce choix de fréquences tient compte des conditions suivantes:

- a) découplage optimal entre les trois voies ECG. La distorsion de non-linéarité peut causer un faible degré de diaphonie;
- b) il convient d'utiliser autant que possible les sous-porteuses normalisées du CCITT (2100 Hz et 1400 Hz);

- c) pour les systèmes de signalisation actuels du CCITT, pas de perturbation par simulation de signaux de commutation.

Certains des systèmes de transmission d'ECG existants utilisent comme sous-porteuses $f_1 = 1075$ Hz, $f_2 = 1935$ Hz, $f_3 = 2365$ Hz. En raison de la modulation relativement lente par les ECG, les sous-porteuses modulées f_2 et f_3 peuvent simuler des signaux des systèmes de signalisation n° 2 et n° 4 du CCITT, ce qui risque de perturber le service téléphonique ordinaire. En l'absence de ce risque, l'utilisation des sous-porteuses précitées devrait être autorisée pendant une période de transition couvrant deux périodes d'études du CCITT. Après quoi, seules les fréquences antérieurement mentionnées (950 Hz, 1400 Hz et 2100 Hz) devraient être utilisées afin de parvenir à la compatibilité des systèmes de transmission d'ECG construits par les différents fabricants.

Remarque 2 – Cette valeur passera à 100 Hz/V ou à 80 Hz/V si l'on applique la gamme dynamique de tension de ± 1 V ou de $\pm 1,25$ V (voir le § 3.1.1).

3.2 Transmission de données numériques vers l'avant de la station éloignée à la station centrale

La voie analogique centrale avec sous-porteuse $f_2 = 1400$ Hz est à utiliser pour transmettre les données numériques associées à l'ECG. Les caractéristiques de cette voie sont les suivantes:

- fréquence centrale: $f_2 = 1400$ Hz (voir la remarque)
- symbole 1 (repos): $f_z = f_2 - 80$ Hz
- symbole 0 (travail): $f_a = f_2 + 80$ Hz
- codage: Alphabet international n° 5, comme l'indiquent les Recommandations V.3 et V.4, avec transmission arythmique
- rapidité de modulation nominale: 100 bauds
- niveau de puissance: $p_2 \leq -11$ dBm

Remarque – Outre le système de signalisation ci-dessus mentionné, la transmission de données numériques vers l'avant se fait aussi avec les systèmes suivants:

- a) code à 3 niveaux, dérivé des fréquences $f_{1,2,3}$ et $f_{1,2,3} \pm$ environ 100 Hz;
- b) code de série avec $f_1 = 1075$ Hz \pm 40 Hz et modulation par déplacement de fréquence (MDF);
- c) signalisation avec fréquences pour les appareils téléphoniques à boutons-poussoirs, comme le spécifie la Recommandation Q.23 [1].

Ces variantes devraient pouvoir continuer à être utilisées pendant une période de transition correspondant à deux périodes d'études. Après quoi, seule la version ci-dessus recommandée sera appliquée pour des raisons de compatibilité technique des appareils. La même condition s'appliquera aux futurs développements.

3.3 Transmission numérique vers l'arrière de la station centrale à la station éloignée

Afin de transmettre en retour les résultats d'interprétation, les signaux de commande, etc., il convient de prévoir une voie numérique de retour ayant les caractéristiques suivantes:

- modulation par déplacement de fréquence avec les fréquences suivantes:
 - symbole 1 (repos): $f_z = 390$ Hz (voir la remarque)
 - symbole 0 (travail): $f_a = 570$ Hz
- rapidité de modulation nominale: 200 bauds
- codage: Alphabet international n° 5, comme l'indiquent les Recommandations V.3 et V.4, avec transmission arythmique
- niveau de transmission: comme spécifié dans la Recommandation V.2
- état de la voie numérique au repos: symbole 1 (repos), 390 Hz
- niveau accepté par le récepteur: de -6 dBm à -40 dBm
- niveau inférieur de seuil: -46 dBm.

Remarque – La fréquence $f_z = 390$ Hz est conforme à la Recommandation V.23. Pour la signalisation à une seule fréquence, $f = 389$ Hz (norme de l'AIE pour la tonalité de signalisation) doit être autorisée pendant une période de transition correspondant à deux périodes d'études. Après quoi, la norme du CCITT ci-dessus mentionnée sera applicable.

3.4 *Signal d'étalonnage*

Au début d'un ECG, un enregistreur d'ECG peut transmettre un signal normalisé d'étalonnage. En transmettant la combinaison ENQ (0/5) de l'Alphabet international n° 5 à la station éloignée (enregistreur d'ECG), la station centrale doit émettre et répéter, chaque fois que cela est nécessaire, ce signal d'étalonnage.

3.5 *Contrôle de la qualité*

Afin de vérifier la qualité de transmission et d'éliminer les parties de l'ECG transmis qui contiennent des impulsions perturbatrices, il faut prévoir dans le modem central des mesures de contrôle appropriées. Si une partie de l'ECG transmis est perturbée, l'organe central enverra le signal DEL à la station éloignée.

Comme niveau de seuil, il est provisoirement recommandé un rapport signal/bruit de 40 dB dans la bande de base de la voie de l'ECG. La valeur exacte du seuil demande un complément d'étude.

3.6 *Circuits de jonction*

Les circuits de jonction indiqués ci-dessous sont facultatifs. Dans le cas où des circuits de jonction seraient nécessaires, il faudrait prévoir les suivants:

3.6.1 *Circuits de jonction entre le système d'enregistrement et le modem de la station éloignée*

S'il faut des circuits de jonction entre l'enregistreur et le modem, les fonctions de ces circuits seront conformes aux dispositions de la Recommandation V.24 et leurs caractéristiques électriques conformes aux dispositions des Recommandations V.28 ou V.31, sauf dans le cas de circuits porteurs de signaux analogiques.

3.6.2 *Circuits de jonction entre le modem central et le système d'interprétation*

Si ces circuits sont nécessaires, ils doivent être conformes aux dispositions des Recommandations V.24 et V.28.

Le choix des circuits de jonction appropriés demande des études plus approfondies.

3.7 *Procédures*

Les procédures applicables doivent également faire l'objet de nouvelles études concernant la compatibilité mutuelle, la neutralisation des supprimeurs d'écho, les tonalités de réponse, etc.

Remarque – Une disposition des fréquences sous-porteuses et des voies numériques associées est représentée sur la figure 3/V.16.

4 Modem pour transmission analogique simultanée d'un enregistrement ECG

4.1 *Considérations générales*

Cette spécification permet de concevoir un équipement à une seule voie, pour connexion électrique directe ou couplage acoustique, qui soit compatible avec la voie centrale de l'équipement de transmission à trois voies décrit au § 3.

4.2 Le signal dans la bande de base, transmis de la station éloignée à l'organe central, doit être tel que le spécifie le § 3.1.1, mais on modifiera comme suit les caractéristiques des signaux de ligne:

- fréquence: $f_2 = 1400$ Hz;
- niveau de puissance: $p_2 \leq -6$ dBm.

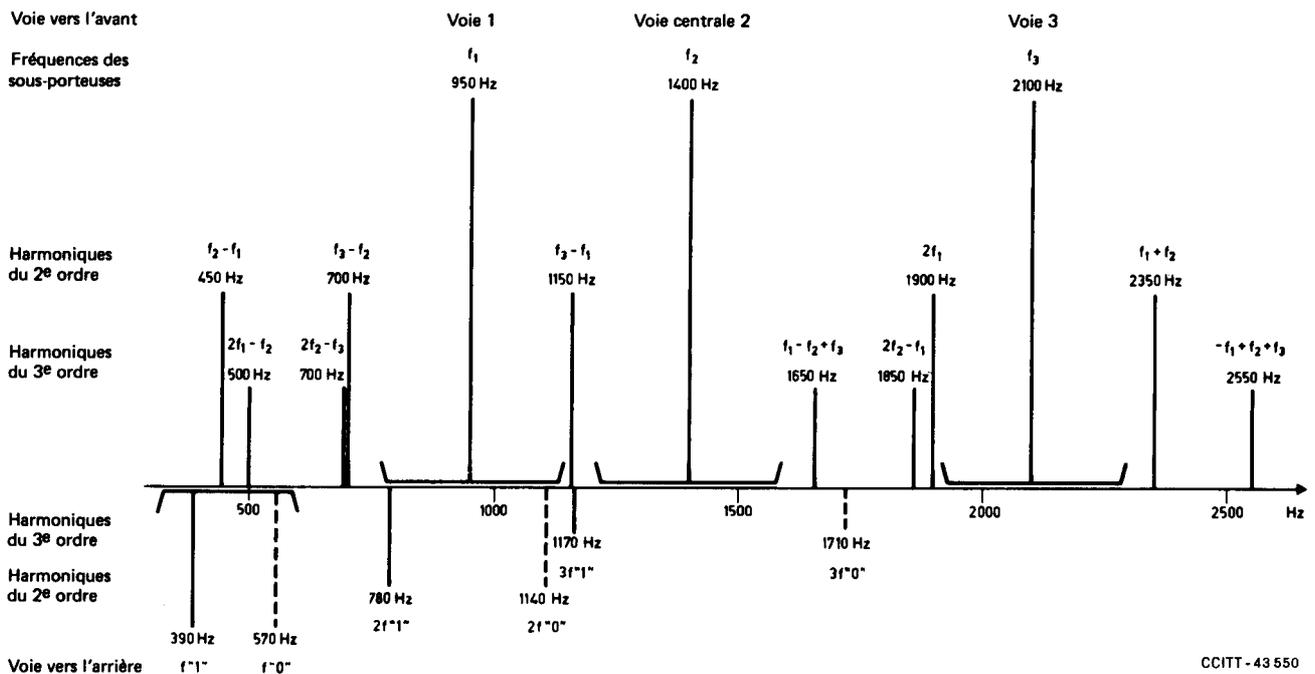


FIGURE 3/V.16

Disposition des fréquences sous-porteuses et des voies numériques associées

En cas de couplage acoustique, ce niveau de puissance ne doit pas être dépassé à la sortie de l'appareil téléphonique. La gamme dynamique peut s'étendre jusqu'à ± 5 mV, mais le fonctionnement linéaire n'est exigé qu'entre +2,5 mV et -2,5 mV. Pour un tel fonctionnement linéaire, la pente de la caractéristique du modulateur doit être de 40 Hz/mV. Ces caractéristiques sont exprimées par rapport au signal existant sur le câble de l'appareil d'auscultation du patient.

4.3 Transmission numérique vers l'avant

En raison du nombre limité d'applications possibles, l'emploi de la voie numérique de transmission vers l'avant est facultatif. Si un tel emploi est prévu, il doit être conforme à la méthode de transmission numérique décrite au § 3.2.

4.4 Transmission numérique vers l'arrière

L'utilisation de la voie numérique vers l'arrière est facultative. Si cette utilisation est prévue, elle doit être conforme aux dispositions du § 3.3. S'il n'existe pas de voie numérique vers l'arrière, il convient d'émettre la tonalité de réponse (389 Hz).

4.5 Modem central à une seule voie

Au besoin, on peut aussi construire un modem central à une seule voie pour connexion électrique directe à la ligne téléphonique; dans ce cas, les caractéristiques à observer sont celles de la voie centrale. L'excursion de fréquence maximale peut aller jusqu'à 200 Hz. Tous les moyens de transmission des données numériques associées à l'ECG sont facultatifs. S'ils existent, ils doivent être conformes à la méthode de transmission numérique décrite aux § 3.2 et 3.3.

Référence

[1] Recommandation du CCITT *Caractéristiques techniques des appareils téléphoniques à clavier*, tome VI, Rec. Q.23.