



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

G.793

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

**ASPECTS GÉNÉRAUX DES SYSTÈMES DE
TRANSMISSION NUMÉRIQUES
ÉQUIPEMENTS TERMINAUX**

**CARACTÉRISTIQUES DES ÉQUIPEMENTS DE
TRANSMULTIPLÉXAGE À 60 VOIES**

Recommandation UIT-T G.793

(Extrait du *Livre Bleu*)

NOTES

1 La Recommandation G.793 de l'UIT-T a été publiée dans le fascicule III.4 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.

CARACTÉRISTIQUES DES ÉQUIPEMENTS DE TRANSMULTIPLEXAGE À 60 VOIES

(Genève, 1980; modifiée par la suite)

1 Introduction

Le transmultiplexeur à 60 voies est un équipement de transmultiplexage conforme aux Recommandations G.791 et G.792, assurant l'interconnexion entre deux signaux numériques à 2048 kbit/s et un groupe secondaire (GS) analogique (TMUX-S à 60 voies).

2 Jonctions numériques

2.1 Loi de codage

La loi de codage utilisée est la loi A spécifiée à la Recommandation G.711.

2.2 Jonctions

Les jonctions à 2048 kbit/s sont conformes au § 6 de la Recommandation G.703.

2.3 Structure de trame

La structure de trame est spécifiée au § 3.3.1 de la Recommandation G.704.

La méthode et les critères de perte et de rétablissement du verrouillage de trame sont conformes au § 4.1 de la Recommandation G.706.

2.4 Structure de la multitrame

La structure de la multitrame de l'intervalle de temps n° 16 est conforme au § 3.3.3 de la Recommandation G.704.

La méthode et les critères de perte et de rétablissement du verrouillage de trame sont conformes au § 5.2 de la Recommandation G.732.

3 Jonction analogique

3.1 Accès

La jonction analogique est constituée d'un groupe secondaire de 60 voies (bande de 312 à 552 kHz) conforme à la Recommandation G.233 [1].

Les niveaux préférés de signal au répartiteur de groupe secondaire devraient être:

- à l'émission –36 dBr
- à la réception –30 dBr

Les impédances sont: 75 ohms (non symétrique).

3.2 Pilotes

Le transmultiplexeur à 60 voies doit émettre les pilotes suivants:

TMUX-S: un pilote pour le GS à la fréquence 411 920 Hz et de niveau –20 dBm0
un pilote par GP de niveau –20 dBm0 et de fréquences:

GP 1: 335 920 Hz

GP 2: 383 920 Hz

GP 3: 431 920 Hz

GP 4: 479 920 Hz

GP 5: 527 920 Hz

Le transfert des alarmes de pilote individuellement à chaque groupe primaire d'un groupe secondaire et les conséquences pour les voies divisées du groupe primaire 3 sont présentés à la figure 1 du supplément n° 32.

Il est possible d'utiliser d'autres ensembles d'ondes pilotes, conformément à la Recommandation G.241. Il convient de prêter une attention particulière à la compatibilité entre l'ensemble d'ondes pilotes adoptées et le système de signalisation hors bande utilisant une fréquence de 3825 Hz.

Les caractéristiques relatives à la génération et à la transmission de ces pilotes sont données dans la Recommandation G.241 [2].

3.3 Détection des pilotes et régulation

Le transmultiplexeur peut effectuer ou non une régulation de niveau à partir des niveaux des ondes pilotes de GP et de GS. Dans ce cas, le transmultiplexeur doit répondre aux spécifications de la Recommandation citée en [2]. Toutefois, une détection du niveau des ondes pilotes de GP et/ou de GS mentionnées au § 3.2 doit être effectuée pour assurer le fonctionnement du système de protection contre les interruptions (PCI) (voir la Recommandation Q.416 [3]), lorsque la signalisation R2 est utilisée.

4 Correspondance entre les voies analogiques et les voies numériques

Une correspondance fixe est établie entre les voies analogiques et les voies numériques. Il est recommandé de choisir la correspondance indiquée au tableau 1/G.793 (qui facilite les transferts d'alarmes et qui conduit à un ordre naturel des voies côté analogique).

TABLEAU 1/G.793

MIC 1 voies 1 à 12	GP 1 312 à 360 kHz
MIC 1 voies 13 à 24	GP 2 360 à 408 kHz
MIC 1 voies 25 à 30	GP 3 408 à 432 kHz
MIC 2 voies 1 à 6	GP 3 432 à 456 kHz
MIC 2 voies 7 à 18	GP 4 456 à 504 kHz
MIC 2 voies 19 à 30	GP 5 504 à 552 kHz

Remarque – Dans les réseaux nationaux, ou par accord bilatéral entre les Administrations concernées, d'autres schémas de correspondance entre les voies analogiques et numériques peuvent être utilisés.

5 Plésiochronisme des trains MIC incidents

Les transmultiplexeurs à 60 voies doivent pouvoir accepter deux trains MIC incidents plésiochrones entre eux, dans les limites fixées à la Recommandation G.703 (débit de $2048 \text{ kbit/s} \pm 50 \times 10^{-6}$).

Dans le cas de transmultiplexeurs à filtrage numérique, cela signifie que les 2 accès d'entrée à 2048 kbit/s sont munis de circuits d'alignement de trame (glissement commandé ou répétition d'échantillons) et de multiframe pour synchroniser les trains MIC incidents sur l'horloge du transmultiplexeur. Afin d'éviter une fréquence de glissements importante, les deux trains MIC incidents doivent alors être synchrones avec le transmultiplexeur ou plésiochrones entre eux et avec l'horloge du transmultiplexeur, de façon à satisfaire aux spécifications de la Recommandation G.811 sur le fonctionnement plésiochrone.

6 Synchronisation du transmultiplexeur

Il est nécessaire que le transmultiplexeur produise des fréquences porteuses virtuelles analogiques avec la précision spécifiée à la Recommandation G.225 [4] ($\pm 10^{-7}$).

Il est recommandé, à cet effet:

- a) que le transmultiplexeur possède une horloge interne de précision suffisante;
- b) ou que le transmultiplexeur soit synchronisable sur un signal externe qui peut être:
 - 1) une fréquence (voir la remarque 3) produite par un générateur MRF centralisé: 4, 12 ou 124 kHz,
 - 2) ou l'un des trains MIC incidents s'il a la précision suffisante (par exemple, lorsque ce train MIC à 2048 kbit/s sera issu d'un équipement de commutation temporelle). Si les deux trains à 2048 kbit/s ont la précision nécessaire, l'utilisation du train MIC n° 1 est préférée. Dans la plupart des cas, cette solution permet d'éviter que des glissements se produisent à l'entrée du transmultiplexeur à filtrage numérique, car s'ils sont trop fréquents, ils se traduiront par des taux d'erreurs importants sur les signaux de données dans la bande.

Remarque 1 – Dans le cas d'un transmultiplexeur à filtrage numérique, lorsque la synchronisation sur l'un des trains MIC incidents n'est pas possible, le côté émission du terminal éloigné doit être synchronisé sur son côté réception, de façon à éviter les glissements à l'entrée du transmultiplexeur.

Remarque 2 – En cas de synchronisation externe, les transmultiplexeurs ont souvent un oscillateur interne verrouillé au signal externe. Si, en cas de perte du signal de synchronisation externe, cet oscillateur interne continue à fournir le rythme pour le signal numérique de sortie (se trouvant maintenant en fonctionnement libre), cet oscillateur devrait avoir une précision minimale en fonctionnement libre de 50×10^{-6} . En effet, il faut que le terminal numérique de l'extrémité éloignée puisse recevoir une fréquence appropriée uniquement pour l'alarme, afin qu'il n'y ait pas de confusion entre les activités de maintenance et celles de détection des dérangements. De plus, il est souhaitable qu'une alarme locale soit donnée en cas de défaillance du système de synchronisation ou d'absence de signal de synchronisation externe (voir les tableaux 2/G.793, 3/G.793 et le tableau 2 du supplément n° 32).

Remarque 3 – Si le transmultiplexeur est destiné à être utilisé dans une communication par satellite, il faut tenir compte de la variation de la fréquence du satellite par effet Doppler. On peut le faire de deux façons:

- soit en incluant dans l'équipement terminal AMRT des mémoires-tampons Doppler de capacité suffisante, pour le sens de transmission de la station terrienne vers le satellite. Dans ce cas, les deux trajets de transmission du TMUX doivent être synchronisés par l'un des deux trains MIC à 2048 kbit/s émis par l'équipement terminal de réception AMRT;
- soit en mettant en œuvre un équipement terminal AMRT sans mémoires-tampons Doppler. Dans ce cas, le trajet de transmission MIC vers MRF du TMUX peut être synchronisé par l'un des deux trains à 2048 kbit/s émis par l'équipement terminal de réception AMRT. Dans le sens MRF vers MIC, les trains à 2048 kbit/s émis par le TMUX doivent être synchronisés avec le rythme d'émission du système AMRT: cela suppose que l'équipement terminal d'émission AMRT fournisse au TMUX un signal de synchronisation (contradirectionnel par rapport aux données). Si, dans des transmultiplexeurs à filtrage numériques, le traitement est synchronisé pour les deux sens, les jonctions MIC doivent comporter des mémoires-tampons Doppler ayant une capacité suffisante.

7 Signalisation

On peut envisager différents types de système de signalisation.

7.1 Signalisation dans la bande

Le transmultiplexeur à 60 voies est transparent pour la signalisation voie par voie.

7.2 *Signalisation sur voie commune*

Dans le cas où la signalisation sur voie commune doit être acheminée par le transmultiplexeur, il faut attirer l'attention sur le fait que dans cet équipement la capacité de transmission d'une voie est limitée à la bande de 300 à 3400 Hz (c'est-à-dire aux débits binaires correspondant à cette bande de fréquences). On trouvera des informations sur les débits de signalisation au § 2 de la Recommandation Q.702.

Dans le cas contraire, lorsque la signalisation sur voie commune n'est pas acheminée par le TMUX, on ne relève aucun problème particulier.

7.3 *Signalisation hors bande*

En ce qui concerne le système de signalisation R2, la conversion entre les versions analogique et numérique de la signalisation de ligne, telle qu'exposée dans les Recommandations Q.430, doit être utilisée dans le cas d'interconnexion internationale et doit répondre aux spécifications suivantes.

Le transmultiplexeur, ou un équipement complémentaire qui lui serait associé, convertit la version analogique de la signalisation de ligne du système R2 en sa version numérique à 2 bits, et réciproquement. Dans tous les cas, le transmultiplexeur devrait fournir les facilités suivantes pour la signalisation:

a) *côté analogique*

- 1) reconnaissance de l'onde de signalisation à 3825 Hz selon la Recommandation Q.415 [5];
- 2) émission de l'onde de signalisation à 3825 Hz selon la Recommandation Q.414 [6];
- 3) surveillance des pilotes de groupe primaire (et du pilote de groupe secondaire, si nécessaire) selon la Recommandation Q.416 [3];

b) *côté numérique*

- 1) extraction des bits de signalisation *a* et *b* des intervalles de temps n° 16 reçus selon la Recommandation citée en [7];
- 2) insertion de l'information de signalisation appropriée dans les bits *a* et *b* des intervalles de temps n° 16 émis selon la Recommandation citée en [7];
- 3) détection des défaillances du système MIC.

La conversion entre les versions analogique et numérique du système R2 de signalisation de ligne doit être faite selon les indications du document cité en [8]. Quand la conversion est faite dans un équipement externe, le transmultiplexeur doit fournir les accès nécessaires.

Pour les réseaux nationaux, une méthode d'utilisation de la version analogique de la signalisation de ligne sur les systèmes de transmission analogique et numérique figure dans le supplément n° 32.

8 Défaillances et dispositions correspondantes

8.1 *Principe des mesures à prendre*

La philosophie concernant le traitement des alarmes est la suivante: le comportement d'un transmultiplexeur face à un équipement de multiplexage MIC à 30 voies doit être le même que celui d'un équipement de multiplexage MIC à 30 voies. Cependant, le transmultiplexeur effectue certaines fonctions propres aux équipements de multiplexage numérique telles que l'émission du signal d'indication d'alarme (SIA). Face à un modulateur de groupe primaire, il doit se comporter comme un autre modulateur de groupe primaire.

Le principe des transferts d'alarme est décrit dans le supplément n° 32 qui présente en outre une solution particulière appliquée aux réseaux nationaux.

8.2 *Version numérique du système de signalisation R2*

Le tableau 2/G.793 résume les défaillances et les dispositions correspondantes.

8.3 *Signalisation dans la bande et signalisation de voie commune*

Le tableau 3/G.793 résume les défaillances et les dispositions correspondantes (voir la remarque).

Remarque – Le problème du transfert d'alarme à la voie exige un complément d'étude. Lorsqu'on emploie le TMUX en relation avec AMRT, il convient de se reporter à la Recommandation Q.33 [11].

TABLEAU 2/G.793

Défaillances et dispositions correspondantes applicables en signalisation R2 (voir la remarque 1)

Défaillances		Dispositions correspondantes						
		Emission d'une indication d'alarme de maintenance rapide	Emission d'une indication d'alarme vers l'extrémité distante		Blocage des voies de parole en défaut	Informations à prendre en compte dans la conversion	Transmission des alarmes	
			Mise à 1 du bit 3 de l'IT 0 (voir la remarque 2)	Mise à 1 du bit 6 de l'IT 16 de la trame 0 (voir la remarque 2)			Coupure pilote	Emission du SIA (voir la remarque 2)
Alarmes MIC	Perte de signal Taux d'erreur > 10 ⁻³ Perte de verrouillage de trame (voir la remarque 2)	Oui (voir la remarque 3)	Oui		Oui MIC → MRF	a = b = 1	(voir la remarque 4)	
	Perte de verrouillage de multitrame (voir la remarque 2)	Oui (voir la remarque 3)		Oui		a = b = 1	(voir la remarque 4)	
	Réception du bit 3 de l'IT 0 ou du bit 6 de l'IT 16 de la trame 0 (voir la remarque 2)					a = b = 1		
Alarmes MRF	Perte du pilote de GP reçu (voir la remarque 5)	Oui			Oui MRF → MIC	Perte du pilote		Oui (voir la remarque 6)
	Perte du pilote de GS reçu (voir la remarque 7)	Oui				Perte du pilote		
	Alarme en cas d'écart du niveau de l'onde pilote (voir la remarque 8)	Oui						
Alarmes système	Défaut d'alimentation en énergie	Oui					Oui (si possible)	Oui (si possible)
	Défaut «système» (voir la remarque 9)	Oui					Oui	Oui (voir la remarque 6)
	Défaut «synchronisation» (voir la remarque 10)	Oui						

Remarque 1 – La mention *Oui*, portée dans une case, signifie que des dispositions doivent être prises à la suite des défaillances indiquées. L'absence de *Oui* dans une case signifie que ces dispositions n'ont pas à être prises si la défaillance indiquée est la seule qui existe. S'il y a plusieurs défaillances simultanées, les mesures appropriées devront être prises si, pour l'une au moins des défaillances, une mention *Oui* figure dans la case correspondante.

Remarque 2 – Les défaillances «perte du signal à 2 Mbit/s», «taux d'erreur > 10^{-3} », «perte de verrouillage de trame», «perte de verrouillage de multitrame», «réception du bit 3 de l'IT 0», «réception du bit 6 de l'IT 16 de la trame 0», et les dispositions correspondantes «mise à 1 du bit 3 de l'IT 0», «mise à 1 du bit 6 de l'IT 16 de la trame 0» et «émission du SIA» sont définies dans la Recommandation G.732.

Remarque 3 – Le transmultiplexeur à 60 voies doit être capable de détecter le signal d'indication d'alarme (SIA) sur les trains incidents à 2048 kbit/s. En cas de détection du SIA, l'indication de maintenance rapide associée à la perte de verrouillage de trame, à un taux d'erreur excessif et à la perte de verrouillage de multitrame doit être supprimée.

Remarque 4 – Cette mesure n'est pas nécessaire quand le système de signalisation R2 en version numérique est utilisé mais elle peut être utile dans d'autres applications.

Remarque 5 – La définition de la perte de l'onde pilote de GP utilisée pour le fonctionnement du système de contrôle d'interruption est donnée en [9]. On peut aussi utiliser le pilote de GS.

Remarque 6 – Il n'y a émission d'un SIA que si les 30 voies d'un même train MIC sont en situation «alarme».

Remarque 7 – La détection de la perte de l'onde pilote de groupe secondaire n'est pas obligatoire. Si le pilote de GS n'est pas émis, cette fonction d'alarme peut être assurée par supervision des 5 pilotes de groupe primaire.

Remarque 8 – La notion «alarme en cas d'écart du niveau de l'onde pilote» correspond à une variation du niveau de l'onde pilote de ± 4 dB au plus, par rapport à sa valeur nominale, comme indiqué en [10]. Elle est valable uniquement pour les transmultiplexeurs avec régulation automatique interne de niveaux.

Remarque 9 – Le défaut «système» correspond à une défaillance du transmultiplexeur telle qu'elle est détectée par le système de surveillance en service du transmultiplexeur, lorsque celui-ci en est doté.

Remarque 10 – Le défaut «synchronisation» est celui qui a été mentionné au § 6 de la Recommandation G.793. Quand le transmultiplexeur est synchronisé avec un signal externe ou avec l'un des deux trains MIC entrants à 2048 kbit/s, il doit émettre un signal d'alarme en cas de perte de synchronisation.

TABLEAU 3/G.793

Défaillances et dispositions correspondantes applicables à la signalisation dans la bande et à la signalisation de voie commune (voir la remarque 1)

Défaillances		Dispositions correspondantes				
		Emission d'une indication d'alarme de maintenance rapide	Emission d'une indication d'alarme vers l'extrémité distante	Blocage des voies de parole en défaut	Transmission des alarmes	
			Mise à 1 du bit 3 de l'IT 0 (voir la remarque 2)		Coupure pilote	Emission du SIA (voir la remarque 2)
Alarmes MIC	Perte de signal Taux d'erreur > 10 ⁻³ Perte de verrouillage de trame (voir la remarque 2)	Oui (voir la remarque 3)	Oui	Oui MIC → MRF	Oui (voir la remarque 4)	
	Perte de l'onde pilote de GP reçu (voir la remarque 5)	Oui		Oui MRF → MIC		Oui (voir la remarque 6)
Alarmes MRF	Perte de l'onde pilote de GS reçu (voir la remarque 7)	Oui				
	Alarme en cas d'écart du niveau de l'onde pilote (voir la remarque 8)	Oui				
	Défaut d'alimentation en énergie	Oui			Oui (si possible)	Oui (si possible)
Alarmes système	Défaut «système» (voir la remarque 9)	Oui			Oui 5 GP	Oui (voir la remarque 7)
	Défaut «synchronisation» (voir la remarque 10)	Oui				

Remarque 1 – La mention *Oui*, portée dans une case, signifie que des dispositions doivent être prises à la suite des défaillances indiquées. L'absence de *Oui* dans une case signifie que ces dispositions n'ont pas à être prises si la défaillance indiquée est la seule qui existe. S'il y a plusieurs défaillances simultanées, les mesures appropriées devront être prises si, pour l'une au moins des défaillances, une mention *Oui* figure dans la case correspondante.

Remarque 2 – Les défaillances «perte du signal à 2 Mbit/s», «taux d'erreur > 10⁻³», «perte de verrouillage de trame», et les dispositions correspondantes «mise à 1 du bit 3 de l'IT 0» et «émission du SIA» sont définies dans la Recommandation G.732.

Remarque 3 – Le multiplexeur à 60 voies doit être capable de détecter le signal d'indication d'alarme (SIA) sur les trains incidents à 2048 kbit/s. En cas de détection du SIA, l'indication de maintenance rapide associée à la perte de verrouillage de trame, à un taux d'erreur excessif, doit être supprimée.

Remarque 4 – Dans le sens MIC vers MRF, il est nécessaire de couper les pilotes de 3 groupes primaires associés à un signal multiplex MIC en cas de détection de défaillance sur ce train MIC. Lorsqu'un seul signal multiplex MIC est défectueux, cela conduit à bloquer 6 voies qui ne sont pas en dérangement.

Remarque 5 – La définition de la perte de l'onde pilote de GP utilisée pour le fonctionnement du système de PCI est donnée en [9]. On peut aussi utiliser le pilote de GS.

Remarque 6 – Il n'y a émission d'un SIA que si les 30 voies d'un même train MIC sont en situation «alarme».

Remarque 7 – La détection de la perte de l'onde pilote de groupe secondaire n'est pas obligatoire. Si le pilote de GS n'est pas émis, cette fonction d'alarme peut être assurée par supervision des 5 pilotes de groupe primaire.

Remarque 8 – La notion «d'alarme en cas d'écart du niveau de l'onde pilote» correspond à une variation du niveau de l'onde pilote de ± 4 dB au plus, par rapport à sa valeur nominale, comme indiqué en [10]. Elle est valable uniquement pour les transmultiplexeurs avec régulation automatique interne de niveaux.

Remarque 9 – Le défaut «système» correspond à une défaillance du transmultiplexeur telle qu'elle est détectée par le système de surveillance en service du transmultiplexeur, lorsque celui-ci en est doté.

Remarque 10 – Le défaut «synchronisation» est celui qui a été mentionné au § 6 de la Recommandation G.793. Quand le transmultiplexeur est synchronisé avec un signal externe ou avec l'un des deux trains MIC entrants à 2048 kbit/s, il doit émettre un signal d'alarme en cas de perte de synchronisation.

Références

- [1] Recommandation du CCITT *Recommandations relatives aux équipements de modulation*, tome III, Rec. G.233.
- [2] Recommandation du CCITT *Ondes pilotes de groupe primaire, de groupe secondaire, etc.*, tome III, Rec. G.241.
- [3] Recommandation du CCITT *Protection contre les interruptions*, tome VI, Rec. Q.416.
- [4] Recommandation du CCITT *Recommandations relatives à la précision des fréquences porteuses*, tome III, Rec. G.225.
- [5] Recommandation du CCITT *Récepteur de signalisation*, tome VI, Rec. Q.415.
- [6] Recommandation du CCITT *Emetteur de signalisation*, tome VI, Rec. Q.414.
- [7] Recommandation du CCITT *Code de signalisation de ligne numérique*, tome VI, Rec. Q.421, § 3.1.2.
- [8] Recommandation du CCITT *Conversion entre la version analogique et la version numérique de la signalisation de ligne du système R2*, tome VI, Rec. Q.430.
- [9] Recommandation du CCITT *Protection contre les interruptions*, tome VI, Rec. Q.416, § 2.4.3.2 et 2.4.3.3.
- [10] Recommandation du CCITT *Ondes pilotes de groupe primaire, de groupe secondaire, etc.*, tome III, Rec. G.241, § 1.
- [11] Recommandation du CCITT *Protection contre les effets d'une transmission défectueuse sur des faisceaux de circuits*, tome VI, Rec. Q.33.