



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

G.954

**SECTIONS NUMÉRIQUES ET
SYSTÈMES DE LIGNE NUMÉRIQUE**

**SYSTÈMES DE LIGNE NUMÉRIQUE FONDÉS
SUR LA HIÉRARCHIE À 2048 kbit/s SUR
CÂBLES À PAIRES COAXIALES**

Recommandation UIT-T G.954

(Extrait du *Livre Bleu*)

NOTES

1 La Recommandation G.954 de l'UIT-T a été publiée dans le fascicule III.5 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 G.954

SYSTÈMES DE LIGNE NUMÉRIQUE FONDÉS SUR LA HIÉRARCHIE À 2048 kbit/s SUR CÂBLES À PAIRES COAXIALES

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

1 Considérations générales

La présente Recommandation traite des systèmes de ligne numérique pour la transmission de signaux fondés sur la hiérarchie à 2048 kbit/s en câbles à paires coaxiales et concerne les systèmes fonctionnant aux débits binaires suivants:

8 448 kbit/s

34 368 kbit/s

139 264 kbit/s

4 × 139 264 kbit/s.

Dans le cas des systèmes à 4 × 139 264 kbit/s, un équipement muldex de ligne numérique combine les fonctions de multiplexage de quatre signaux numériques à 139 264 kbit/s et d'un équipement de transmission en ligne. On trouvera des détails sur la stratégie du multiplexage numérique dans l'annexe B à la présente Recommandation.

On trouvera dans la Recommandation G.921 les spécifications de qualité de transmission globale et relatives aux interfaces des sections correspondantes de ligne numérique.

2 Support de transmission

Les systèmes peuvent fonctionner sur des paires coaxiales telles que celles définies dans les Recommandations de la série G.620, conformément au tableau 1/G.954.

TABLEAU 1/G.954

Supports de transmission

Système (kbit/s)	Recommandation concernant les câbles
8 448	G.621; G.622
34 368	G.621; G.622; G.623
139 264	G.622; G.623
4 × 139 264	G.623

3 Caractéristiques globales de conception

3.1 Disponibilité

L'objectif de disponibilité du système doit être établi compte tenu des caractéristiques de disponibilité de la section numérique fictive de référence donnée dans la Recommandation G.801.

3.2 Fiabilité

Les valeurs MTBF doivent être spécifiées pour l'ensemble du système de ligne compte tenu des caractéristiques de disponibilité.

3.3 Marge de bruit du répéteur

L'annexe A contient une définition de la marge de bruit du répéteur, ainsi que des méthodes de mesure proposées. La marge de bruit exprime numériquement les caractéristiques des régénérateurs numériques pour les paires coaxiales. Elle est fonction du taux d'erreur sur les bits et de l'affaiblissement A_0 lié à l'espacement des répéteurs (à la demi-rapidité de modulation du système de ligne).

Pour un taux d'erreur sur les bits = 10^{-7} et dans une gamme d'affaiblissement du système $A_1 \leq A_0 \leq A_2$, la marge de bruit devrait satisfaire à la spécification suivante:

$$\text{marge de bruit } (M) \geq B + C(A_2 - A_0)$$

Il n'a pas été possible de recommander des valeurs spécifiques des paramètres A_1 , A_2 , B et C .

Remarque – On doit mesurer l'effet de dégradation de la gigue de rythme sur la marge de bruit, en superposant une gigue appropriée au signal d'essai.

Le tableau ci-dessous donne des exemples des valeurs utilisées par certaines Administrations:

	A_1 (dB)	A_2 (dB)	B (dB)	C
Systèmes à 8448 kbit/s	35	85	9	1
Systèmes à 34 368 kbit/s	34	84	7,5	0,7
	56	82	6	0,5
	45	75	12	1
Systèmes à 139 264 kbit/s	65	84	5,5	0,7
	60	84	7,5	0,7 → 1

Remarque – Les valeurs ne tiennent pas compte des effets de la gigue.

3.4 Taux d'erreur

Il convient de fixer l'objectif de conception pour le taux d'erreur de chaque répéteur en tenant compte des objectifs de qualité de fonctionnement du réseau donnés dans la Recommandation G.821.

4 Caractéristiques spécifiques de conception

4.1 Type d'alimentation en énergie

Bien que le CCITT ne recommande pas l'emploi d'un système de téléalimentation particulier pour ce système à paires coaxiales, le seul système appliqué en pratique est le système d'alimentation à courant continu constant par les conducteurs intérieurs des deux paires coaxiales.

Ce système à paires coaxiales risque d'être soumis à des tensions et des courants induits provoqués par la foudre, les lignes électriques, les chemins de fer, etc.

Il faut prendre des précautions afin de protéger le personnel de tout danger provenant des tensions normales de fonctionnement et des courants de téléalimentation ainsi que des tensions et courants induits.

De nombreuses Administrations ont publié des dispositions réglementaires détaillées en vue de la protection des personnes. Leur respect est dans la plupart des cas obligatoire. D'autre part, les directives du CCITT [1] donnent des indications à ce sujet.

Il faut également protéger les installations contre les tensions et les courants induits; elles doivent donc être conçues de telle manière qu'elles satisfassent aux essais indiqués dans la Recommandation K.17 [2].

4.2 Espacement nominal des répéteurs

Aucun espacement spécifique n'est recommandé mais, dans la pratique, la plupart des Administrations utilisent les valeurs nominales du tableau 2/G.954.

TABLEAU 2/G.954

E spacements nominaux des répéteurs

Système (kbit/s)	E spacement nominal des répéteurs (km)		
	Recommandation concernant les câbles ^{a)}		
	G.621	G.622	G.623
8 448	4,0	–	–
34 368	2,0	4,0 (remarque)	–
139 264	–	2,0	4,5 (remarque)
4 × 139 264	–	–	1,5

a) G.621 concerne des paires coaxiales du type 0,7/2,9 mm.

G.622 concerne des paires coaxiales du type 1,2/4,4 mm.

G.623 concerne des paires coaxiales du type 2,6/9,5 mm.

Remarque – Une Administration utilise un e spacement nominal de répéteur de 3 km.

4.3 Principes de maintenance

4.3.1 Type de supervision et de localisation des dérangements

On peut utiliser la surveillance en service ou la localisation des dérangements hors service. Pour des débits binaires supérieurs ou égaux à 139 264 kbit/s, la surveillance en service est recommandée.

4.3.2 Défaillances et dispositions correspondantes

Indépendamment des défaillances qui sont spécifiées dans la Recommandation G.921 pour les sections numériques pertinentes, il convient de détecter les défaillances suivantes et de prendre les dispositions correspondantes qu'elles appellent:

- a) défaillance de la tél'alimentation –
une alarme de maintenance doit être promptement déclenchée, si possible;
- b) dépassement du seuil de taux d'erreur –
ce seuil est de $1 \cdot 10^{-5}$ pour les systèmes à 8448 kbit/s,
et de $1 \cdot 10^{-6}$ pour les systèmes à débit binaire plus élevé;

une alarme de maintenance différée doit être déclenchée pour avertir que la qualité se détériore.

ANNEXE A

(à la Recommandation G.954)

Définition et mesure de la marge de bruit des répéteurs

A.1 Définitions

La marge de bruit m_n :

$$m_n = SNR/SNR_{ER} \quad (A-1)$$

où

$$SNR = SNR_{th} \cdot F(t, ER) \quad (A-2)$$

Le produit $SNR_{th} \cdot F(t, ER)$ peut être considéré comme le rapport signal/bruit réel, SNR étant la mesure du comportement du régénérateur.

SNR_{th} est le rapport signal/bruit théorique déterminé par les paramètres du système, tels que l'impulsion de sortie, l'affaiblissement de section, le facteur de bruit de l'amplificateur d'entrée du régénérateur, etc.;

$F(t, ER)$ est le facteur de réduction due à un décalage de l'instant de cycle de rythme optimum (y compris a gigue de phase) en association avec l'impulsion réalisée $S(t)$, le entre symboles $I(t)$ et toute autre perturbation qui cause un dérèglement du signal d'information (I_c).

Remarque – Le brouillage entre symboles et les autres perturbations sont des processus changeants avec des répartitions liées. Le facteur de réduction “moyen” dépend d' ER et, pour un signal ternaire, est donné par:

$$F(t, ER) = \frac{S(t)}{S(0)} - 2 \left\{ \frac{I(t)}{S(0)} - \frac{I_c}{S(0)} \right\} \quad (A - 3)$$

dans laquelle $S(0)$ est l'impulsion réalisée à $t = 0$ donnant l'amplitude maximum.

SNR_{ER} est le rapport signal/bruit nécessaire pour un taux d'erreurs égal à ER . Pour un signal ternaire, la relation entre ER et SNR_{ER} est donnée par la distribution gaussienne comme:

$$ER = \frac{4}{3} P[E] = \frac{4}{3\sqrt{2\pi}} \int_{SNR_{ER}}^{\infty} e^{-x^2/2} dx \quad (A - 4)$$

A.2 Définitions dérivées

La marge de bruit peut être mesurée en appliquant un signal perturbateur externe. A cet effet, d'autres définitions pratiques sont dérivées:

A.2.1 SNR_{ER} (donnant un taux d'erreurs ER) peut être réalisé en injectant un bruit blanc suffisant dans l'entrée du régénérateur:

$$SNR_{ER} = \left\{ \frac{N_T}{N_T + N_E} \right\} \cdot SNR \quad (A - 5)$$

dans laquelle

N_T = le bruit thermique qui apparaît au point de décision au cours de l'exploitation normale;

N_E = la puissance moyenne du bruit extérieur qui apparaît au point de décision pour indiquer un taux d'erreurs ER .

La combinaison de (A-1) et (A-5) donne la marge de bruit M :

$$M = 20 \log m_n = 10 \log \left(1 + \frac{N_E}{N_T} \right) \quad (A - 6)$$

$$N_E = N_0 \int_0^{\infty} |E(f)|^2 df \quad (A - 7)$$

$$N_T = kT \int_0^{\infty} |E(f)|^2 F(f) df \quad (A - 8)$$

N_0 = densité de puissance du bruit extérieur qui est superposé au signal;

$E(f)$ = fonction de transfert de l'égaliseur du régénérateur;

k, T = constante de Boltzmann et température absolue;

$F(f)$ = facteur de bruit de l'égaliseur-amplificateur du régénérateur

A.2.2 En injectant un signal perturbateur en onde sinusoïdale, une seconde définition de m_n peut être dérivée:

Cette perturbation réoccasionne une diminution de $F(t, ER)$, qui peut être définie par:

$$F_d(t, ER) = SNR_{ER} / SNR_{th}$$

ensuite [conformément à (A-1) et (A-2)]

$$F(t, ER) = m_n \cdot SNR_{ER} / SNR_{th}$$

La soustraction donne:

$$F(t, ER) - F_d(t, ER) = 2 \frac{I_s}{S(0)} - (m_n - 1) SNR_{ER} / SNR_{th}$$

où $I_s/S(0)$ est le signal perturbateur normalisé au point de décision.

La substitution de $SNR_{th} = S(0) / 2\sqrt{N_T R_0}$ et quelques réarrangements donnent la marge de bruit:

$$M = 20 \log 1. \left(\frac{I_s}{SNR_{ER} \cdot \sqrt{N_T R_0}} \right) \quad (A-9)$$

$$I_s = S_d \cdot |E(f_d)| \cdot a_c \quad (A-10)$$

S_d = l'amplitude du signal perturbateur à l'entrée du régénérateur;

f_d = la fréquence du signal perturbateur;

a_c = un facteur de correction tenant compte de l'effet de la perturbation sur le détecteur de crête de l'égaliseur automatique;

R_0 = la partie réelle de l'impédance caractéristique du câble.

A.3 Mesure

La méthode A est fondée sur la définition qui se rapporte directement à la marge de bruit (A-6) et constitue par conséquent la méthode d'essai de référence. Les méthodes B et C sont d'autres méthodes d'essai.

Méthode A (figure A-1/G.954)

On mesure les valeurs de N_E et N_T directement au point de décision. La valeur de N_T est mesurée en l'absence à la fois d'un signal et d'un bruit appliqué extérieurement. Dans ces conditions, la commande automatique de gain (CAG) de l'égaliseur doit être commandée extérieurement à un niveau approprié à l'affaiblissement du câble correspondant. Une fois le signal rétabli, on règle le niveau du bruit appliqué extérieurement pour obtenir le taux désiré d'erreur sur les bits. On mesure alors le niveau de bruit ($N_T + N_E$), le signal étant retiré et la CAG réglée sur la même valeur que dans la mesure de N_T .

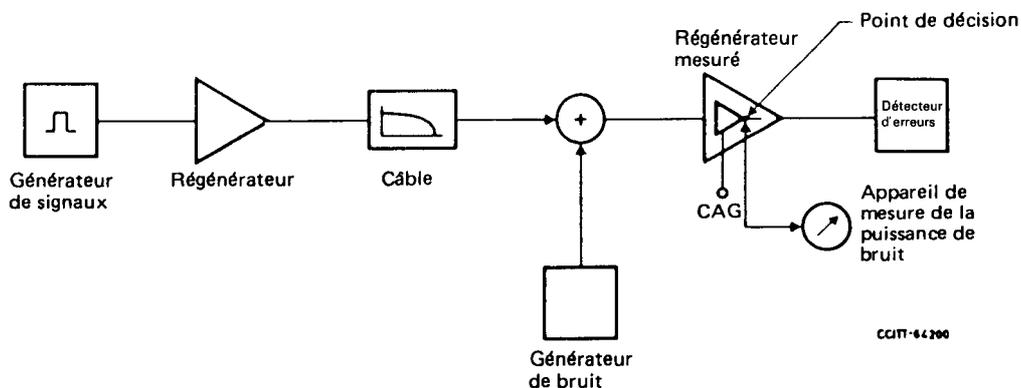


FIGURE A-1/G.954

Mesure de la marge de bruit (Méthode A)

Méthode B (figure A-2/G.954)

Cette méthode permet d'effectuer une mesure sans avoir besoin d'accéder au point de décision. On mesure directement le bruit appliqué à l'entrée pour fournir un taux d'erreur donné sur les bits. On évalue la valeur correspondante au point de décision ainsi que le bruit thermique (N_T) au moyen de la fonction de transfert et du facteur de bruit de l'amplificateur-égaliseur.

Remarque – Il est nécessaire de calculer et de mesurer la fonction de transfert et le facteur de bruit de l'amplificateur-égaliseur sur un échantillonnage de répéteurs avant que cette méthode puisse être appliquée à un modèle de répéteur donné.

Méthode C (figure A-2/G.954)

Cette méthode est analogue à la méthode B excepté que, dans ce cas, la perturbation appliquée est un signal en onde sinusoïdale. De même, on mesure ce signal appliqué à l'entrée pour fournir un taux d'erreur donné sur les bits.

On évalue la perturbation correspondante au point de décision (I_s) ainsi que la tension du bruit thermique ($\sqrt{N_T R_0}$) au moyen de la fonction de transfert, du facteur de bruit de l'égaliseur et du facteur de correction a_c , qui doivent être déterminés.

Remarque 1 – Il ressort de (A-8) et (A-9) que:

$$M = 20 \log (1 + S_d \cdot X / SNR_{ER})$$

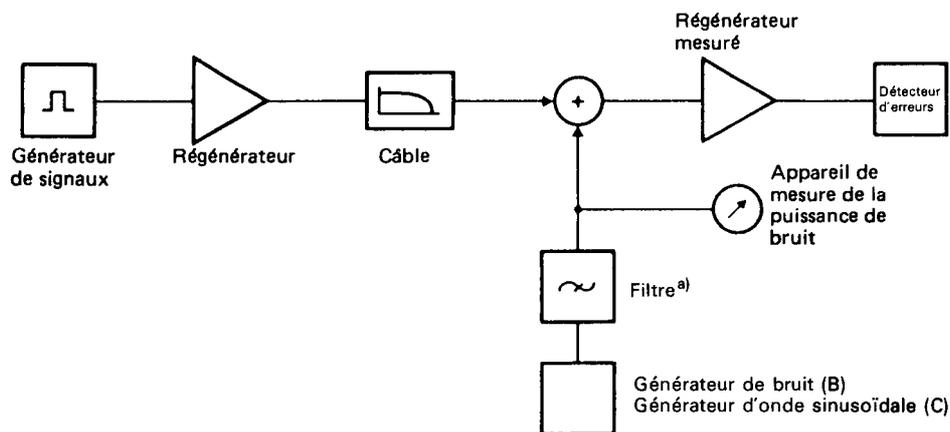
où $X = |E(f_d)| \cdot a_c / \sqrt{N_T R_0}$

étant un facteur inconnu, qui doit être déterminé sur la base de mesures effectuées sur un échantillonnage de régénérateurs-prototypes avant que cette méthode puisse être appliquée à un modèle de régénérateur donné.

A cet effet, la marge de bruit des régénérateurs-prototypes doit être mesurée selon la méthode A d'essai de référence.

Remarque 2 – Cette méthode permet la présence d'un réseau LBO à l'entrée du régénérateur. Contrairement à la méthode B, il n'est pas nécessaire de placer un filtre complémentaire dans le trajet d'injection.

Remarque 3 – Pour obtenir la mesure la plus précise, la fréquence de perturbation doit être autour de la fréquence de Nyquist.



CCITT-4.4210

^{a)} Peut être supprimé dans la méthode C.

FIGURE A-2/G.954

Mesure de la marge de bruit (Méthodes B et C)

ANNEXE B

(à la Recommandation G.954)

Méthode de multiplexage numérique pour les systèmes à $4 \times 139\,264$ kbit/s

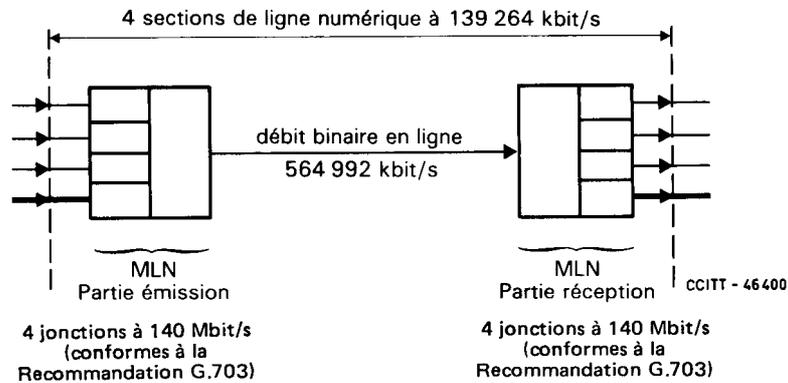


FIGURE B-1/G.954

Muldex de ligne numérique (MLN)

B.1 Considérations générales

La méthode de multiplexage numérique est fondée sur l'utilisation d'une justification positive et associe 4 affluents à 139 264 kbit/s en un signal résultant.

B.2 Débit binaire

Le débit binaire nominal doit être 564 992 kbit/s. La tolérance sur le débit est de $\pm 15 \times 10^{-6}$.

B.3 Structure de trame

Le tableau B-1/G.954 indique:

- le débit binaire de l'affluent et le nombre d'affluents;
- le nombre de bits par trame;
- le plan de numérotage des bits;
- l'affectation des bits;
- le signal de verrouillage de trame concentré.

Remarque – L'adoption éventuelle d'autres structures de trame, avec les caractéristiques indiquées dans l'appendice II, fera l'objet d'un complément d'étude.

B.4 Perte et reprise de verrouillage de trame

Le verrouillage de trame est considéré comme perdu quand 4 signaux de verrouillage de trame consécutifs ne sont pas correctement reçus dans leurs positions prévues.

Lorsque le verrouillage de trame est supposé perdu, le dispositif de verrouillage de trame décidera que ce verrouillage est effectivement repris lorsqu'il aura décelé la présence de 3 signaux de verrouillage de trame consécutifs.

Après avoir détecté l'apparition d'un seul signal de verrouillage de trame correct, le dispositif de verrouillage de trame exécutera de nouveau une recherche du verrouillage de trame, s'il décèle l'absence de ce signal dans l'une des deux trames suivantes.

Remarque – Comme il n'est pas absolument nécessaire de spécifier ce système à adopter pour le verrouillage de trame, n'importe quel système approprié peut être utilisé, pourvu que le fonctionnement soit au moins aussi bon, à tous égards, que celui correspondant au système de verrouillage de trame exposé ci-dessus.

TABLEAU B-1/G.954

Structure de la trame de multiplexage à 564 992 kbit/s

Débit binaire des affluents (kbit/s)	139 264
Nombre d'affluents	4
Structure de trame	Plan de numérotage des bits
Signal de verrouillage de trame (le contenu binaire de ce signal est à l'étude) Bits provenant des affluents	<i>Groupe I</i> 1 à 12 13 à 384
Bits de service C_{jn} ($n = 1$ à 5) pour la justification (voir la remarque) Bits provenant des affluents	<i>Groupes II à VI</i> 1 à 4 5 à 384
Indication d'alarme à distance, bit de réserve pour utilisation nationale Bits de justification provenant des affluents Bits provenant des affluents	<i>Groupe VII</i> 1 à 4 5 à 8 9 à 384
Longueur de la trame Nombre de bits par affluent Débit maximal de justification par affluent Taux nominal de justification	2688 bits 633 bits 210 190 bit/s 0,4390

Remarque – Par C_{jn} on désigne le $n^{\text{ième}}$ bit de service pour la justification du $j^{\text{ième}}$ affluent.

B.5 Méthode de multiplexage

Il est recommandé de multiplexer les signaux par entrelacement cyclique des bits, dans l'ordre de numérotage des affluents, avec justification positive. Le signal d'indication de justification doit être réparti et utiliser les bits C_{jn} ($n = 1, 2, 3, 4, 5$), voir le tableau B-1/G.954. Une justification positive sera indiquée par le signal 11111, l'absence de justification par le signal 00000. La décision à la majorité est recommandée.

Le tableau B-1/G.954 indique le débit maximal de justification par affluent, ainsi que le taux nominal de justification.

B.6 Gigue

B.6.1 Caractéristiques de la fonction de transfert en gigue (à l'étude).

B.6.2 Gigue de sortie pour l'affluent (à l'étude).

B.7 Eléments numériques de service

Les quatre premiers bits du groupe VII de la trame d'impulsions sont disponibles pour les fonctions de service. Le premier de ces bits sert à fournir une indication d'alarme rapide (voir le tableau C-1/G.954).

Remarque – Une solution qui pourrait être appliquée à l'embrouilleur et aux signaux de verrouillage de trame est décrite dans l'appendice I.

APPENDICE I

(à l'annexe B de la Recommandation G.954)

Solution pouvant s'appliquer à un embrouilleur et à des signaux de verrouillage de trame dans un système en ligne numérique à $4 \times 139\,264$ kbit/s

I.1 *Embrouilleur de réinitialisation*

Il est proposé d'utiliser un "embrouilleur de réinitialisation", c'est-à-dire qu'il est réinitialisé au début de chaque trame. Les avantages que présentent un tel embrouilleur [3] par rapport à un embrouilleur autonome ou "à synchronisation propre" sont les suivants:

- il n'y a pas de multiplication d'erreur;
- il n'est pas nécessaire de prévoir des mesures supplémentaires pour éviter les signaux périodiques de sortie.

Il faut admettre qu'avec un signal d'entrée exclusivement composé de 1 ou de zéro (par exemple, avec un SIA sur les 4 affluents), la sortie ne correspond pas tout à fait à une séquence pseudo-aléatoire $2^n - 1$, mais elle se présente sous la forme d'une séquence quasi aléatoire se prêtant parfaitement à une récupération du rythme sur la ligne. On peut donc mettre au point un embrouilleur (figure I-1/G.954 qui comporte d'autres caractéristiques intéressantes:

- il a un débit binaire de ≈ 141 Mbit/s. Quatre séquences retardées les unes par rapport aux autres (A0, A2, A5 et A6) servent à embrouiller chacun des affluents T1 ... T4 et les quatre signaux embrouillés (c, d, e, f) sont alors multiplexés;
- les circuits utilisés sont simples; ce qui suppose donc une construction facile compte tenu de la vitesse élevée en jeu et une faible consommation d'énergie;
- après réinitialisation, l'embrouilleur produit le signal de verrouillage de trame.

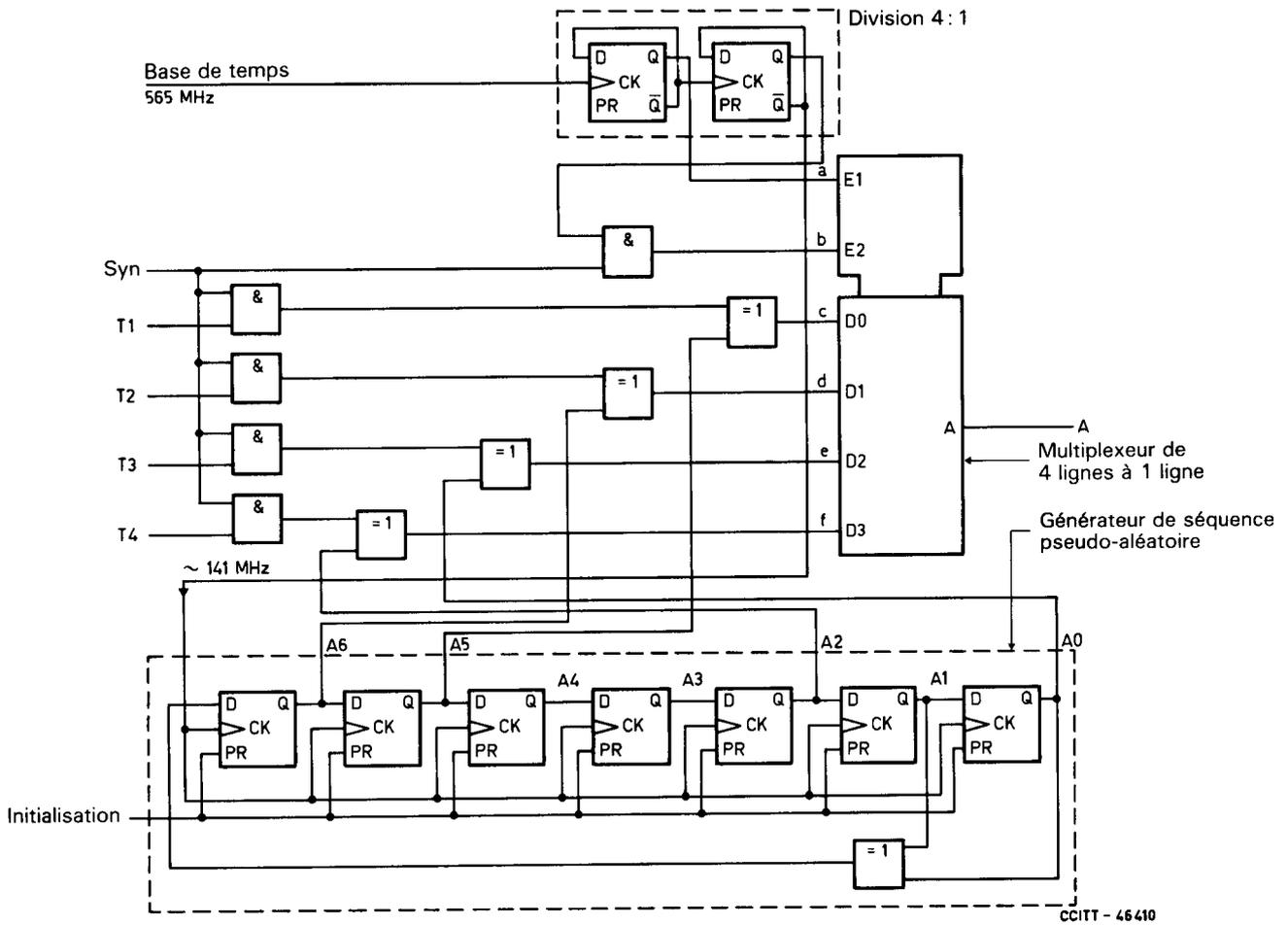
I.2 *Signal de verrouillage de trame*

Le signal de verrouillage de trame produit au début de chaque trame d'impulsion est le suivant:

111110100000

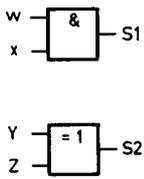
et il est donc identique à celui du signal à 139 Mbit/s, conformément à la Recommandation G.751.

Le signal de verrouillage de trame ne sera pas imité par les signaux entièrement composés de zéro ou de 1, même si ce type de signal est présent dans n'importe quelle combinaison possible des 4 affluents.



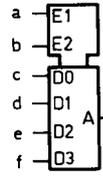
CCITT - 46410

Symboles

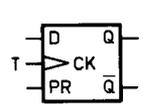


Tables de vérité

w	x	S1	Y	Z	S2
0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	1
0	1	0	0	1	1
1	1	1	1	1	0



a	b	S3
0	0	c
1	0	d
0	1	e
1	1	f



PR	T	D	Q
0	X	X	1
1	↑	a	a

Remarque - T représente le signal de rythme. La transition qui devient positive est la transition active.

Temps t_n	Signal de sortie multiplexé de l'embrouilleur							A				Information embrouillée						
	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	Initialisation	Syn	A6	A5		A4	A3				
0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	A5	A6	A5	A6	1	1	1	1	Mot de verrouillage de trame
1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	A5	A6	A5	A6	1	0	1	0	
2	0	0	1	1	1	1	1	1	0	A5	A6	A5	A6	0	0	0	0	Information embrouillée
3	0	0	0	1	1	1	1	1	1	A5	A6	A0	A2	T1	T2	$\overline{T3}$	$\overline{T4}$	
4	0	0	0	0	1	1	1	1	1	A5	A6	A0	A2	T1	T2	$\overline{T3}$	$\overline{T4}$	
5	0	0	0	0	0	1	1	1	1	A5	A6	A0	A2	T1	T2	$\overline{T3}$	T4	
6	0	0	0	0	0	0	1	1	1	A5	A6	A0	A2	T1	T2	$\overline{T3}$	T4	
7	1	0	0	0	0	0	0	1	1	A5	A6	A0	A2	T1	$\overline{T2}$	T3	T4	
8	0	1	0	0	0	0	0	1	1	A5	A6	A0	A2	$\overline{T1}$	T2	T3	$\overline{T4}$	
...	

FIGURE I-1/G.954

Embrouilleur de réinitialisation et multiplexeur

APPENDICE II

(à l'annexe B de la Recommandation G.954)

Autres structures possibles des trames du multiplex

On peut avoir d'autres structures de trame de multiplexage à 564 992 kbit/s qui garderont la même structure de trame par affluent (voir la structure de trame de multiplexage représentée à la figure I-1/G.954).

Ces autres structures sont fondées sur l'entrelacement cyclique de groupes de bits obtenus à partir des affluents. De plus, ces méthodes de multiplexage peuvent être avantageuses du point de vue de la réalisation, lorsque des codes alphabétiques en ligne tels que 6B4T sont utilisés. L'intégration des fonctions de conversion du multiplex et de code en ligne peut réduire les normes de vitesse des circuits associés.

Les équipements fondés sur ces autres structures de trame, à condition qu'ils adoptent la même longueur de trame multiplex, le même nombre de bits par affluent, le même débit maximal de justification et le même taux nominal de justification, offrent la même qualité de fonctionnement du réseau que les équipements ayant recours à la méthode de multiplexage décrite dans la présente Recommandation.

ANNEXE C

(à la Recommandation G.954)

Défaillances et dispositions correspondantes pour les systèmes de ligne numérique à $4 \times 139\,264$ kbit/s

C.1 *Défaillances*

Le système de ligne numérique à $4 \times 139\,264$ kbit/s doit détecter les défaillances suivantes:

C.1.1 Défaillance de l'alimentation interne en énergie.

C.1.2 Défaillance de l'alimentation des régénérateurs.

C.1.3 Taux d'erreur $1 \cdot 10^{-3}$.

Remarque – Les critères d'activation et de désactivation de ces indications d'alarme sont à l'étude.

C.1.4 Taux d'erreur $1 \cdot 10^{-6}$.

C.1.5 Perte du signal entrant.

Remarque – La détection de cette défaillance n'est exigée que si elle ne se traduit pas par une indication de perte de verrouillage de trame.

C.1.6 Perte de verrouillage de trame.

C.1.7 Perte de verrouillage du mot en ligne lorsqu'un code alphabétique est utilisé.

Remarque – La détection de cette défaillance n'est nécessaire que si elle ne se traduit pas par une indication "taux d'erreur $1 \cdot 10^{-3}$ ".

C.1.8 Perte du signal entrant sur un affluent.

C.1.9 Indication d'alarme à distance.

C.2 *Dispositions correspondantes*

Après la détection d'une défaillance, il convient de prendre les dispositions appropriées, comme il est indiqué sur le tableau C-1/G.954.

TABLEAU C-1/G.954

Défaillances et dispositions correspondantes

Équipement	Défaillances	Emission d'une alarme de maintenance		Indication d'alarme fournie au muldex de ligne éloigné	Application du SIA voir le § C.2	
		rapide	différée		à tous les affluents	à l'intervalle de temps pertinent du signal composite
Muldex de ligne numérique	Défaillance de l'alimentation en énergie	Oui			Oui, si possible	
	Défaillance de l'alimentation en énergie des régénérateurs	Oui			Oui, si possible	
Partie réception seulement du muldex de ligne (voir la figure 2/G.901)	Taux d'erreur 1×10^{-3}	Oui	Oui	Oui	Oui	
	Taux d'erreur 1×10^{-6}					
	Perte du signal entrant	Oui		Oui	Oui	
	Perte du verrouillage de trame	Oui		Oui	Oui	
	Perte du verrouillage du mot en ligne lorsqu'un code alphabétique est utilisé	Oui		Oui	Oui	
	Détection d'une indication d'alarme distante					
Partie émission seulement du muldex de ligne (voir la figure 2/G.901)	Perte du signal entrant sur un affluent	Oui				Oui

Remarque – La mention *oui*, portée dans une case, signifie que des dispositions doivent être prises à la suite de la défaillance indiquée. 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.

C.2.1 Indication d'alarme de maintenance rapide émise pour signifier que la qualité de transmission est en dessous des normes admises et qu'une action de maintenance est exigée localement.

C.2.2 Indication d'alarme de maintenance différée émise pour signifier que la qualité est en train de se dégrader.

Remarque – La forme visuelle et/ou auditive et l'emplacement des alarmes mises en œuvre par les indications d'alarme mentionnées au § C.2.1 et C.2.2 doivent être fixés par chaque Administration.

C.2.3 SIA appliqué à tous les affluents (voir les remarques 1 et 2).

C.2.4 SIA appliqué à l'intervalle de temps pertinent du signal composite (voir la remarque 1).

C.2.5 L'indication d'alarme est donnée au muldex éloigné.

Remarque 1 – Le contenu binaire équivalent du signal d'indication d'alarme (SIA) est une succession continue de 1.

Remarque 2 – Le débit binaire de ce SIA doit être compris dans les limites de $\pm 15 \times 10^{-6}$ du débit binaire nominal.

Références

- [1] Manuel du CCITT *Directives concernant la protection des lignes de télécommunications contre les effets préjudiciables des réseaux électriques et des lignes de chemin de fer électrifiées*, UIT, Genève, 1988.
- [2] Recommandation du CCITT *Essais à exécuter sur des répéteurs téléalimentés à composants à état solide pour vérifier l'efficacité des mesures de protection contre les perturbations extérieures*, tome IX, Rec. K.17.
- [3] MULLER, (H.) Indépendance des séquences de bits dans les embrouilleurs des systèmes de communication numérique. *Nachr. techn. Z.* vol. 27, pp. 475-479, 1974.