

RECOMMANDATION UIT-R BT.1204*

Méthodes de mesure pour des équipements vidéo numériques à entrée/sortie analogiques

(1995)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) qu'on continuera à utiliser des méthodes de conversion analogique/numérique même pour des systèmes de studio entièrement numériques;
- b) que la mesure des caractéristiques analogiques des équipements vidéo numériques à entrée/sortie analogiques pose un problème d'instabilité;
- c) qu'il est essentiel de disposer de méthodes de mesure stables si l'on veut améliorer les caractéristiques des équipements vidéo numériques à entrée/sortie analogiques;
- d) qu'il est souhaitable, pour ces mesures, d'utiliser autant que possible les instruments existants;
- e) qu'il est judicieux d'utiliser un signal de vibration pour rendre aléatoires les erreurs de quantification;
- f) qu'un signal d'essai en pente douce convient tout à fait à la mesure du rapport signal/bruit,

recommande

- 1 d'utiliser la méthode de mesure décrite dans l'Annexe 1 pour des équipements vidéo numériques à entrée/sortie analogiques basés sur des systèmes à 525 lignes ou 625 lignes.

ANNEXE 1

1 Introduction

La présente Recommandation est destinée à faciliter les mesures des caractéristiques des équipements vidéo numériques de studio à entrée/sortie analogiques. Lorsqu'on mesure les caractéristiques analogiques d'un équipement – rapport signal/bruit, gain différentiel/phase différentielle et non-linéarité de la luminance – l'erreur de quantification du processus de codage fait varier les résultats des mesures. Dans le cas du rapport signal/bruit d'un équipement vidéo à 8 bits par exemple, les mesures font apparaître un chiffre compris entre 50 et 70 dB lorsqu'on utilise une méthode classique avec un mesureur de bruit. Soucieuse de résoudre ces problèmes, BTA (Broadcasting Technology Association of Japan) a créé un Groupe de travail pour étudier de nouvelles méthodes de mesure adaptées aux équipements vidéo numériques à entrée/sortie analogiques. Des travaux similaires ont été entrepris au Royaume-Uni.

* La Commission d'études 6 des radiocommunications a apporté des modifications rédactionnelles à cette Recommandation en 2002 conformément aux dispositions de la Résolution UIT-R 44.

La méthode décrite dans la présente Recommandation permet d'obtenir des résultats de mesure stables car les erreurs de quantification ont été supprimées:

- en superposant sur un signal d'essai un signal de vibration que l'on supprime avant d'effectuer les mesures avec des filtres limiteurs de bande; et
- en utilisant un signal en pente douce et non un signal d'amplitude constante pour mesurer le rapport signal/bruit afin que le signal d'essai franchisse pratiquement tous les niveaux de quantification.

Les paramètres mesurés dans la présente Recommandation sont le rapport signal/bruit, le gain différentiel, la phase différentielle, les caractéristiques des impulsions et la non-linéarité de luminance (voir la Note 1).

La présente Recommandation porte sur les méthodes de mesure utilisées pour les équipements à 525 lignes et à 625 lignes mais les principes théoriques de ces méthodes s'appliquent à d'autres systèmes, TVHD et TVDA par exemple.

NOTE 1 – La caractéristique gain/fréquence est un élément important de la spécification des caractéristiques d'un téléviseur. Il faut toutefois un équipement de mesure particulier doté d'une fonction de pondération supprimant le signal de vibration; la méthode de mesure de la caractéristique gain/fréquence est donc décrite dans l'Appendice 1.

2 Définitions générales

2.1 Equipement vidéo et signaux d'essai

Les signaux d'essai sont définis pour des systèmes à 525 lignes ou à 625 lignes.

2.2 Dispositif à l'essai (DUT)

Le dispositif à l'essai (DUT) est l'élément de l'équipement vidéo faisant l'objet de mesures. La conversion analogique/ numérique ou numérique/analogique des DUT qui doivent faire l'objet de mesures selon les méthodes recommandées devrait avoir une résolution d'au moins 8 bits.

2.3 Unité IRE

Une unité IRE est une échelle linéaire permettant de mesurer les amplitudes relatives d'un signal de télévision, la référence zéro étant située au niveau du signal de suppression. 100 unités IRE correspondent au niveau du blanc de référence et –40 unités IRE correspondent au front arrière des impulsions de synchronisation. Les systèmes à 525 lignes sont souvent exploités avec 100 unités IRE correspondant à 0,714 V crête-à-crête alors que les systèmes à 625 lignes sont souvent exploités avec 100 unités IRE correspondant à 0,7 V crête-à-crête.

2.4 Analyseur vidéo

Dans la présente Recommandation, l'analyseur vidéo est un appareil de mesure de signaux vidéo automatique doté des fonctions de pondération et d'interpolation des signaux, ce qui permet de réduire les composantes de bruit des signaux étudiés.

3 Définition du signal de vibration

3.1 Signal de vibration

Le signal de vibration utilisé pour stabiliser les valeurs mesurées fait faiblement varier de façon aléatoire le niveau des signaux d'essai et distribue donc uniformément les erreurs de quantification par rapport aux niveaux de quantification. Etant donné qu'il faut pouvoir supprimer facilement le signal de vibration avant d'effectuer les mesures, on utilise dans la présente Recommandation un signal de vibration sinusoïdal qui peut être supprimé avec un filtre simple. Pour servir de signal de vibration, ce signal sinusoïdal et le signal d'essai doivent être asynchrones (non verrouillés).

A cette fin, la fréquence du signal sinusoïdal devrait de préférence être située en dehors de la fréquence de coupure nominale du système mais dans les limites de la largeur de bande du convertisseur analogique/numérique et numérique/analogique du DUT. Il est conseillé d'utiliser, pour un système à 525 lignes, une fréquence de 5,162 MHz qui correspond au deuxième zéro d'un filtre passe-bas à 4,2 MHz situé dans un mesureur de bruit vidéo et pour un système à 625 lignes une fréquence de 6,145 MHz, qui correspond au point zéro d'un filtre passe-bas à 5,0 MHz.

On part donc de l'hypothèse que la fréquence d'échantillonnage des DUT est supérieure au double de la fréquence la plus élevée des filtres mesureurs de bruit, par exemple, à une fréquence d'échantillonnage quatre fois supérieure à celle de la sous-porteuse couleur comme dans le format 244 de la SMPTE pour des signaux composites ou à une fréquence de 13,5 MHz comme dans la Recommandation UIT-R BT.601 pour des signaux en composantes.

L'amplitude du signal sinusoïdal doit être de 30 mV crête-à-crête $\pm 10\%$. Il est souhaitable que le signal sinusoïdal soit superposé pendant la période active du signal vidéo d'essai.

3.2 Notes

3.2.1 Superposition du signal de vibration

Il est possible de superposer le signal de vibration sur le signal d'essai à l'aide des circuits illustrés à la Fig. 1.

3.2.2 Elimination du signal de vibration avant les mesures

Lorsqu'on mesure un DUT en utilisant le signal de vibration, il faut observer et mesurer le signal de sortie du DUT après avoir éliminé le signal de vibration. Si le signal de vibration est un signal sinusoïdal non verrouillé, il est possible de le supprimer:

- en utilisant des filtres limiteurs de bande;
- en effectuant une moyenne des signaux avec l'analyseur vidéo;
- en annulant ce signal avec un amplificateur opérationnel.

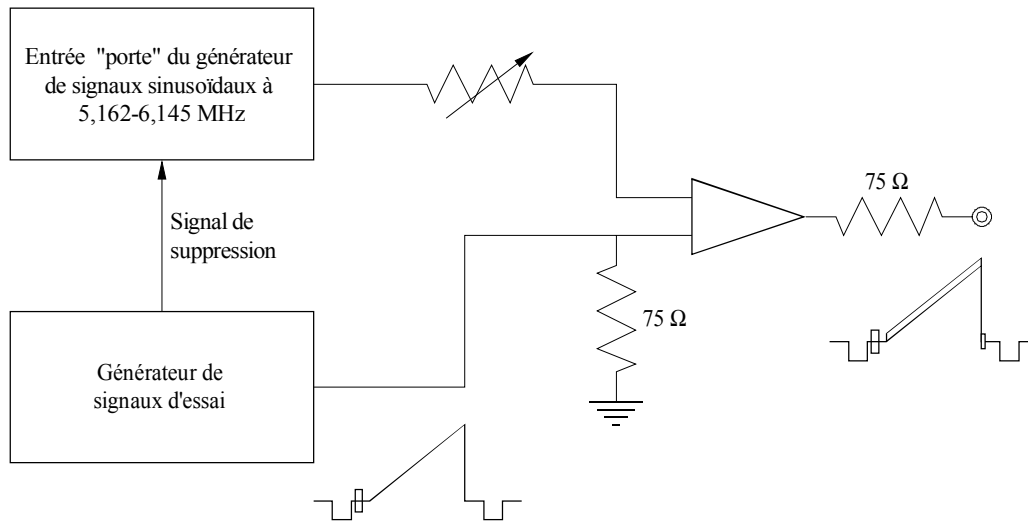
Les deux dernières méthodes sont efficaces mais nécessitent des instruments de mesure particuliers.

a) *Suppression du signal de vibration à l'aide de filtres limiteurs de bande*

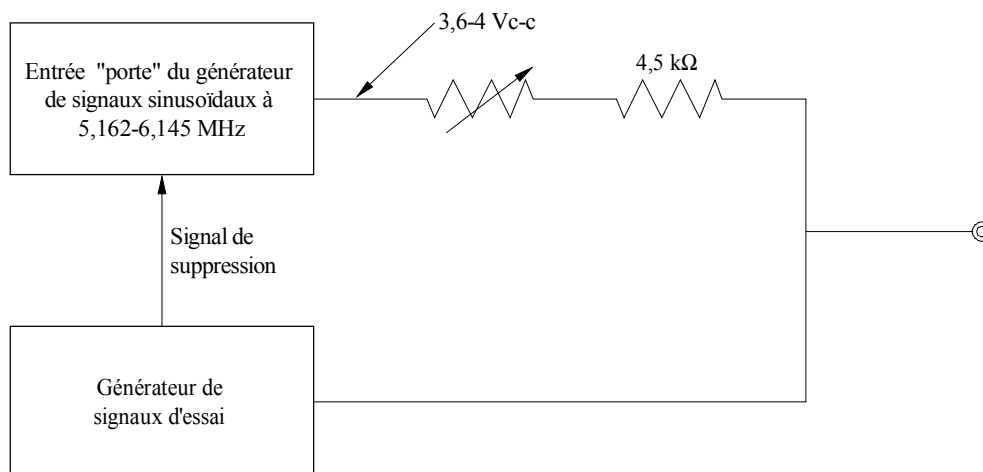
Les instruments de mesure de signaux vidéo comportent divers types de filtres permettant d'effectuer facilement des mesures précises. Ces filtres permettent de supprimer efficacement un signal de vibration de fréquence relativement élevée: 5,162 MHz pour des systèmes à 525 lignes et 6,145 MHz pour des systèmes à 625 lignes.

FIGURE 1

Exemple de circuits permettant de superposer le signal de vibration



a) Superposeur normal



b) Superposeur simple

Note 1 – L'amplitude des signaux d'essai peut diminuer après leur passage dans ce circuit.

D01

Un vecteurscope, par exemple, utilise un filtre passe-bande ne laissant passer que les signaux de chrominance, le signal de vibration est donc en dehors de la bande passante du filtre passe-bande. Par conséquent, le vecteurscope peut observer le signal de sortie du DUT sans que le signal de vibration n'influe sur la mesure du gain différentiel ou de la phase différentielle.

Les moniteurs de forme d'onde et les mesureurs de bruit comportent des filtres de mesure susceptibles de réduire le signal de vibration, à savoir:

- *Filtre passe-bas*: il permet d'observer les composantes basse fréquence d'un signal vidéo; c'est le cas des filtres de mesure du rapport signal/bruit, des filtres unités IRE et des filtres de luminance qui sont des filtres réjecteurs à la fréquence du signal de chrominance.

- *Filtre passe-bande*: il permet d'observer les signaux de chrominance; associe un réseau différentiateur du signal en escalier défini dans l'Annexe II de la Partie C, § 4.3 de la Recommandation UIT-T J.61 pour mesurer la linéarité de la luminance avec un signal en escalier.

b) *Suppression du signal de vibration à l'aide d'un analyseur vidéo*

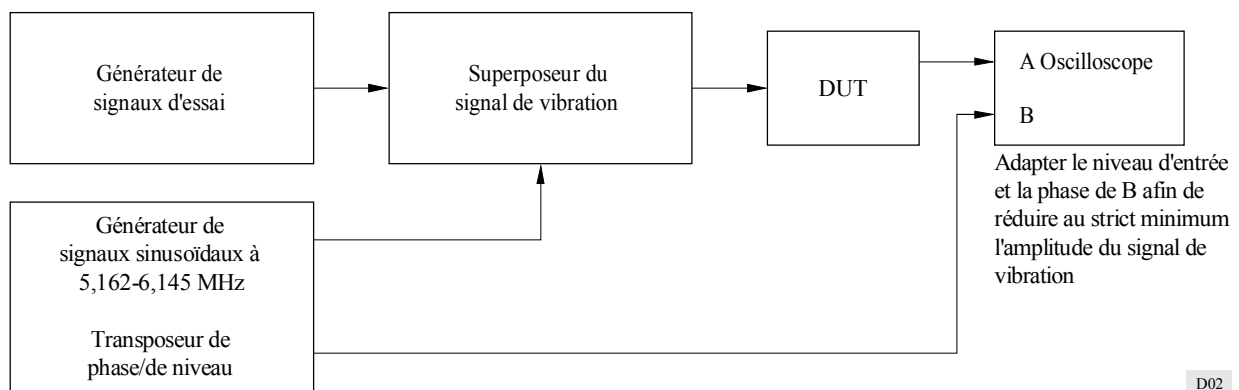
Comme indiqué au § 2 de la présente Annexe, l'analyseur vidéo dispose d'une fonction de moyennage des données permettant d'accroître la stabilité et la cohérence des résultats de mesure. Cette fonction permet de bien éliminer le signal de vibration.

c) *Suppression du signal de vibration à l'aide d'un circuit d'annulation*

Comme le montre la Fig. 2, le signal de sortie du DUT et un signal sinusoïdal ayant la même phase et la même amplitude que celles des composantes du signal de vibration à la sortie du DUT sont envoyés dans un dispositif de subtraction afin d'annuler la composante de vibration. On notera que cette méthode nécessite un dispositif de subtraction très performant.

FIGURE 2

Schéma fonctionnel de l'annulation du signal de vibration



D02

3.2.3 Amplitude du signal de vibration

Il ressort d'expériences que l'amplitude minimale du signal de vibration est comprise entre 20 et 30 mV crête-à-crête pour un DUT à 8 bits. La valeur de 30 mV crête-à-crête correspond à 4 à 6 bits de faible poids pour un DUT à 8 bits. Pour des DUT ayant une résolution d'au moins 9 bits, des amplitudes de 30 mV sont acceptables. On a donc recommandé une valeur de 30 mV pour l'amplitude du signal de vibration superposé utilisé pour les mesures sur les DUT quelle que soit leur résolution binaire.

4 Méthodes de mesure

4.1 Rapport signal/bruit (mesure du bruit aléatoire continu et du bruit de quantification diffus)

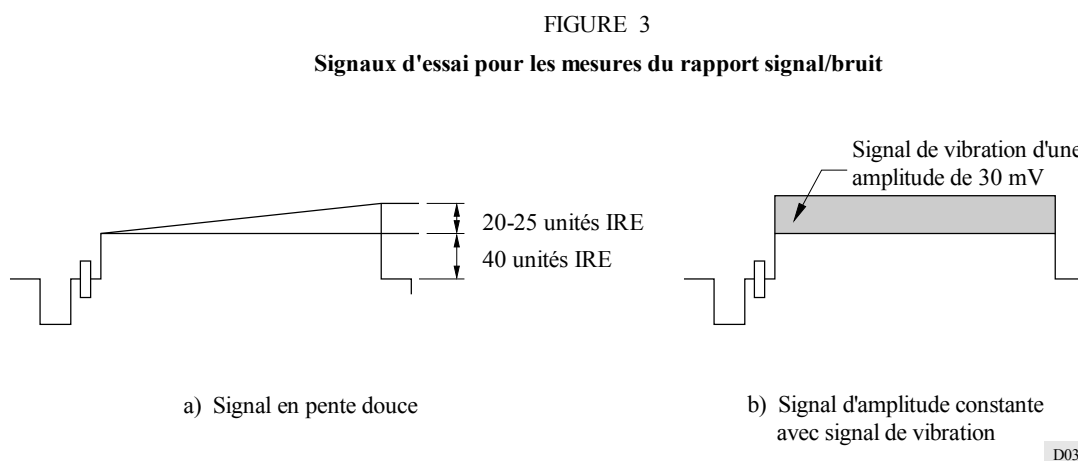
4.1.1 Définition

Le rapport signal/bruit est défini comme étant le rapport de l'amplitude crête-à-crête de 100 unités IRE d'un signal de luminance sur la valeur efficace du bruit aléatoire et du bruit de quantification, exprimé en décibels.

4.1.2 Signaux d'essai

- Signal horizontal en pente douce d'une amplitude comprise entre 20 et 25 unités IRE environ, le niveau du plateau étant de 40 unités IRE;
ou, si ce signal d'essai en pente douce n'est pas disponible,
- un signal d'amplitude constante de 50 unités IRE associé au signal de vibration peut être utilisé.

Ces signaux d'essai sont représentés à la Fig. 3.



4.1.3 Appareillage de mesure

- Générateur de signaux d'essai capable de générer un signal en pente douce ou un signal d'essai d'amplitude constante.
- Générateur de signaux de vibration et un superposeur de signaux de vibration lorsque le signal d'essai est à amplitude constante.
- Mesureur de bruit vidéo ou un analyseur vidéo doté d'une fonction de suppression d'inclinaison et des filtres passe-bas et passe-haut limiteurs de bande.
- Filtre passe-haut extérieur à 200 kHz, au besoin.

4.1.4 Limitation de bande

L'appareillage de mesure devrait utiliser des filtres limiteurs de bande. La limite de bande inférieure nécessaire pour éliminer le ronflement dû à l'alimentation est en principe de 10 kHz. On peut

utiliser le filtre passe-haut à 200 kHz, décrit dans l'Annexe II de la Partie C de la Recommandation UIT-T J.61 pour supprimer la composante oblique du signal en pente douce, si nécessaire. La limite de bande supérieure correspond à la fréquence la plus élevée du DUT. La limite de bande supérieure est de 4,2 MHz pour des systèmes à 525 lignes et de 5,0 MHz pour des systèmes à 625 lignes. Lorsqu'on utilise un filtre passe-haut à 200 kHz, la bande de mesure doit être indiquée dans la fiche technique.

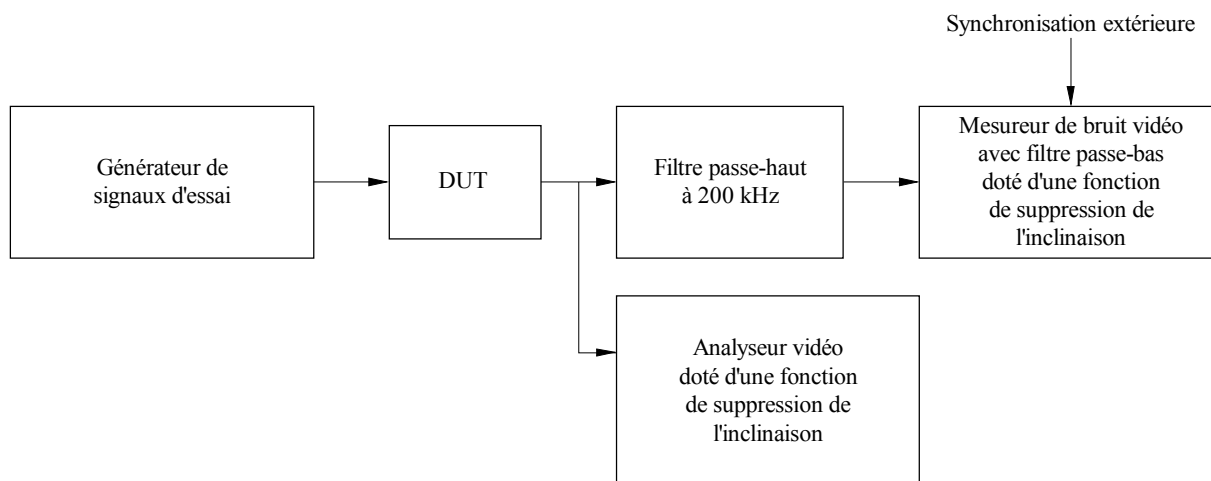
4.1.5 Méthodes de mesure

4.1.5.1 Mesure utilisant le signal d'essai en pente douce

Un schéma fonctionnel du montage de mesure est illustré à la Fig. 4. On peut supprimer le filtre passe-haut à 200 kHz extérieur si la fonction de suppression de l'inclinaison de l'instrument suffit à éliminer la composante en pente du signal d'essai. Si on utilise un filtre passe-haut extérieur, il faudra peut-être appliquer un signal de synchronisation externe à l'appareil de mesure afin de générer un signal de fenêtre de mesure.

La fenêtre de mesure pour le signal d'essai en pente douce doit être fixée de façon à couvrir uniquement la partie en pente et non la partie d'amplitude constante du signal d'essai.

FIGURE 4
Schéma fonctionnel du montage de mesure du rapport signal/bruit
utilisant un signal en pente douce



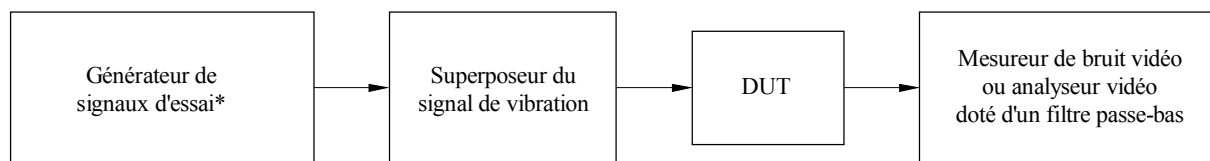
D04

4.1.5.2 Mesure utilisant le signal d'amplitude constante de 50 unités IRE associé à un signal de vibration

Un schéma fonctionnel du montage de mesure est illustré à la Fig. 5. La fréquence du signal de vibration devrait rester dans la gamme des zéros du filtre passe-bas de l'instrument.

FIGURE 5

**Schéma fonctionnel du montage de mesure du rapport signal/bruit
utilisant un signal d'amplitude constante associé au signal de vibration**



* Signal d'amplitude constante pendant toute la durée de la trame

D05

4.1.6 Notes

4.1.6.1 Il n'est pas recommandé d'utiliser le réseau pondérateur car le spectre en fréquence du bruit de quantification avec un signal d'essai en pente est très particulier et dépend de l'amplitude du signal en pente douce.

4.1.6.2 La résolution binaire du signal numérique en pente douce doit être supérieure à celle du DUT. Une résolution supérieure de 2 bits est souhaitable.

4.1.6.3 L'utilisation d'un filtre passe-haut externe à 200 kHz peut être nécessaire si la fonction de suppression de l'inclinaison du mesureur de bruit vidéo ne permet pas d'éliminer la composante signal en pente ou d'éviter la saturation du préamplificateur de l'appareil de mesure.

L'utilisation du filtre passe-haut à 200 kHz n'a qu'une faible incidence sur la composante bruit de quantification car la composante fréquence fondamentale est supérieure à 700 kHz même pour le signal en pente douce de 20 unités IRE d'amplitude utilisé pour mesurer un DUT à 8 bits. Le filtre passe-haut atténue toutefois la composante bruit aléatoire d'amplitude constante. Dans le cas de systèmes à 525 lignes, l'utilisation du filtre passe-haut à 200 kHz augmente le rapport signal/bruit mesuré de 0,4 dB.

4.1.6.4 Dans certains cas, on utilise un signal d'essai en pente de 100 unités IRE d'amplitude pour mesurer le rapport signal/bruit d'un équipement vidéo numérique car ce signal couvre la totalité de la gamme dynamique des DUT.

Avec un signal d'essai en pente de 100 unités IRE d'amplitude et de 40 µs de durée, le spectre du bruit de quantification de DUT à 8 bits, qui comporte 140 pas de quantification, est concentré autour de 3,75 MHz alors que pour des DUT à 9 bits, il est concentré autour de 7,5 MHz, c'est-à-dire en dehors de la bande de fréquences de mesure.

Le spectre d'un bruit de quantification à 8 bits obtenu avec un signal en pente de 100 unités IRE (système 625/50) sans adjonction d'un signal de vibration et avec une fréquence d'échantillonnage de 13,3 MHz (trois fois la fréquence de sous-porteuse) est représenté à la Fig. 6.

Les composantes discrètes (Fig. 6) dans la bande 2-3 MHz correspondent à l'intermodulation de la fréquence d'échantillonnage de 13,3 MHz avec un signal d'erreur de quantification d'une fréquence fondamentale de 2,7 MHz généré par un signal en pente traversant 140 niveaux de quantification en 52 µs. Les produits d'intermodulation tels que

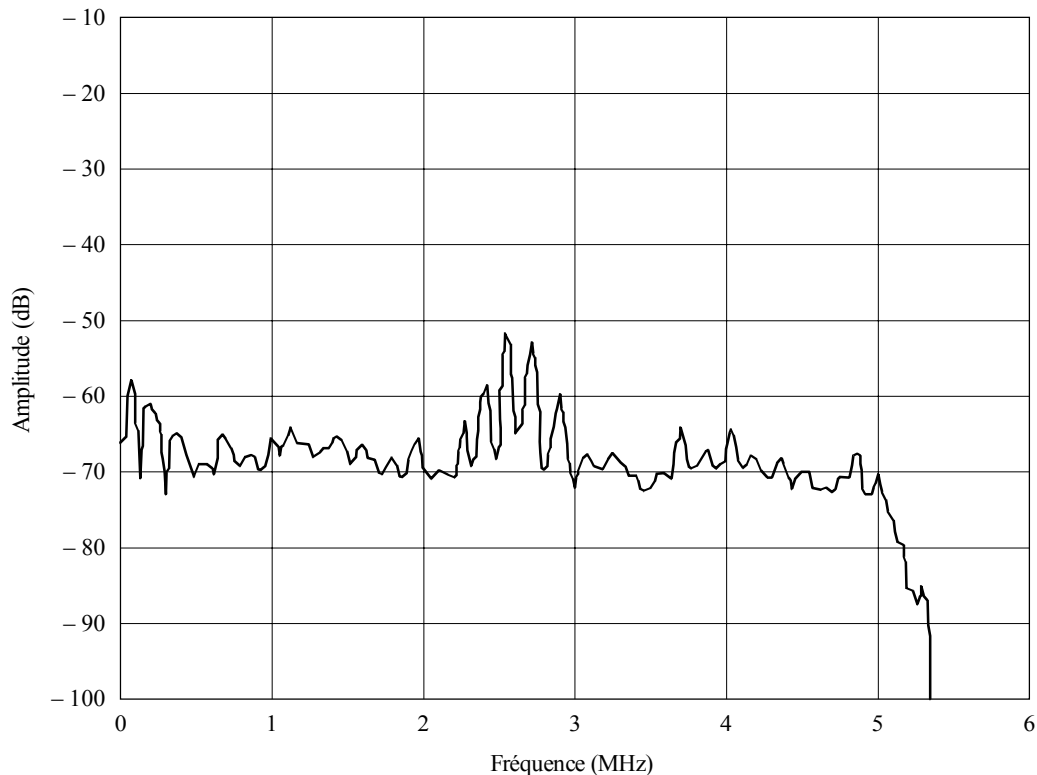
$$13,3 - (4 \times 2,7) = 2,5 \text{ MHz}$$

$$13,3 - (6 \times 2,7) = -2,9 \text{ MHz}$$

sont générés par le processus de quantification non linéaire. On constate qu'en plus des composantes discrètes, le bruit de quantification obtenu sans signal de vibration présente un spectre relativement uniforme couvrant la totalité du spectre vidéo.

FIGURE 6

Spectre d'un signal en pente à la fréquence de ligne de 100 unités IRE d'amplitude, quantifié à 8 bits sans adjonction d'un signal de vibration



Spectre de bruit:

Amplitude 0 dB = 700 mV crête-à-crête

Niveau de bruit = - 53,9 dB r.m.s

Largeur de bande = 200 kHz à 5,0 MHz

D06

Le signal d'essai en pente douce de 50 unités IRE d'amplitude ne contient que les composantes spectrales du bruit de quantification situées dans la bande de mesure, même pour un DUT à 9 bits, mais il présente l'inconvénient de ne couvrir que la moitié de la gamme dynamique. Pourtant, un signal en pente de 50 unités IRE d'amplitude offre une stabilité moins grande en raison de la variation entre la phase de quantification et les limites de la fenêtre de mesure du signal d'essai.

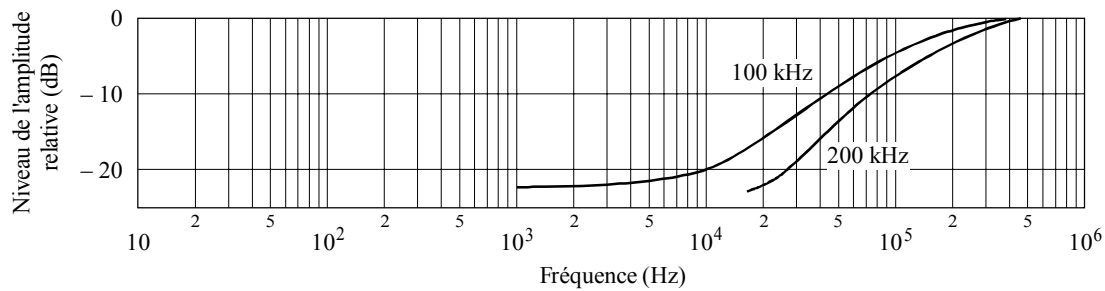
Par ailleurs, si l'amplitude du signal en pente douce est inférieure à 20 unités IRE le nombre de pas de quantification est trop petit et les résultats des mesures sont moins stables, variant selon la phase de quantification et les limites de la fenêtre de mesure du signal d'essai.

C'est la raison pour laquelle on choisit pour le signal d'essai en pente une amplitude comprise entre 20 et 25 unités IRE car ainsi le spectre du bruit de quantification reste dans la largeur de bande du système, même pour un DUT à 10 bits.

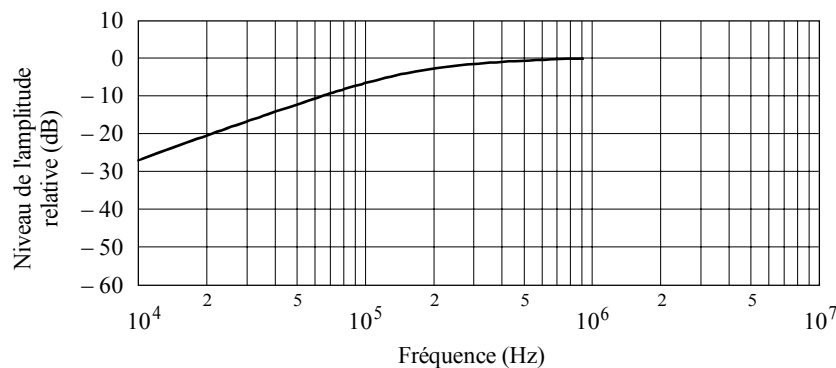
4.1.6.5 Deux exemples de caractéristiques de fréquence du filtre passe-haut à 200 kHz sont présentés à la Fig. 7.

FIGURE 7

Exemples de caractéristiques de fréquence du filtre passe-haut à 200 kHz



a)



b)

D07

4.1.6.6 La valeur la plus défavorable du signal d'essai d'amplitude constante superposé sur le signal de vibration coïncidera à peu près avec celle du signal d'essai en pente douce (voir le § 1 de l'Appendice 1). Il vaut mieux utiliser un signal d'amplitude constante car on peut utiliser les générateurs de signaux d'essai classiques à cette fin et il n'est pas nécessaire d'avoir un filtre passe-haut à 200 kHz.

4.2 Gain différentiel et phase différentielle

4.2.1 Définition

Par gain différentiel et phase différentielle, on entend les distorsions non linéaires correspondant respectivement aux variations d'amplitude et de phase de la sous-porteuse de chrominance induite par les variations du niveau du signal de luminance. Le gain différentiel est la variation de gain de la sous-porteuse exprimée en pourcentage alors que la phase différentielle est la variation de phase exprimée en degré. Les mesures de gain différentiel et de phase différentielle doivent être indépendantes de la résolution binaire des DUT.

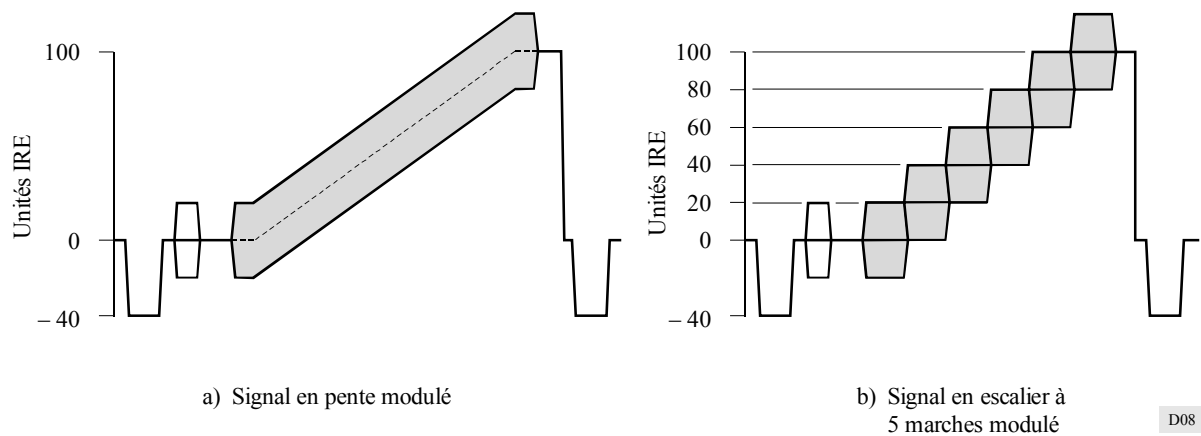
4.2.2 Signaux d'essai

- Signal en pente de 100 unités IRE d'amplitude modulé par une sous-porteuse couleur de 40 unités IRE d'amplitude avec signal de vibration, ou
- signal en escalier à 5 marches de 100 unités IRE d'amplitude modulé par une sous-porteuse couleur de 40 unités IRE d'amplitude avec signal de vibration.

La sous-porteuse couleur doit être verrouillée sur l'impulsion du signal d'essai. La Fig. 8 représente ces signaux d'essai.

FIGURE 8

Signaux d'essai pour mesurer le gain différentiel et la phase différentielle



D08

4.2.3 Appareillage de mesure

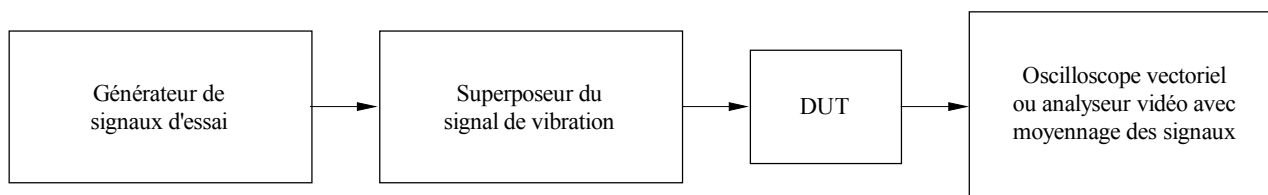
- Générateur de signaux d'essai qui fournit le signal en pente modulé ou le signal en escalier modulé.
- Générateur de signaux de vibration et le superposeur du signal de vibration.
- Vecteurscope, un analyseur vidéo et d'autres appareils de mesure du gain différentiel ou de la phase différentielle.

4.2.4 Méthode de mesure

Un schéma fonctionnel du montage de mesure est représenté à la Fig. 9. On peut utiliser un signal d'essai modulé en pente ou en escalier avec signal de vibration. La méthode de mesure et les formules sont définies dans la partie C de la Recommandation UIT-T J.61.

FIGURE 9

Schéma fonctionnel de mesure du gain différentiel et de la phase différentielle



Sous-porteuse de 40 unités IRE avec superposition d'un signal en pente de 100 unités IRE ou d'un signal en escalier à 5 marches de 100 unités IRE.

D09

4.2.5 Notes

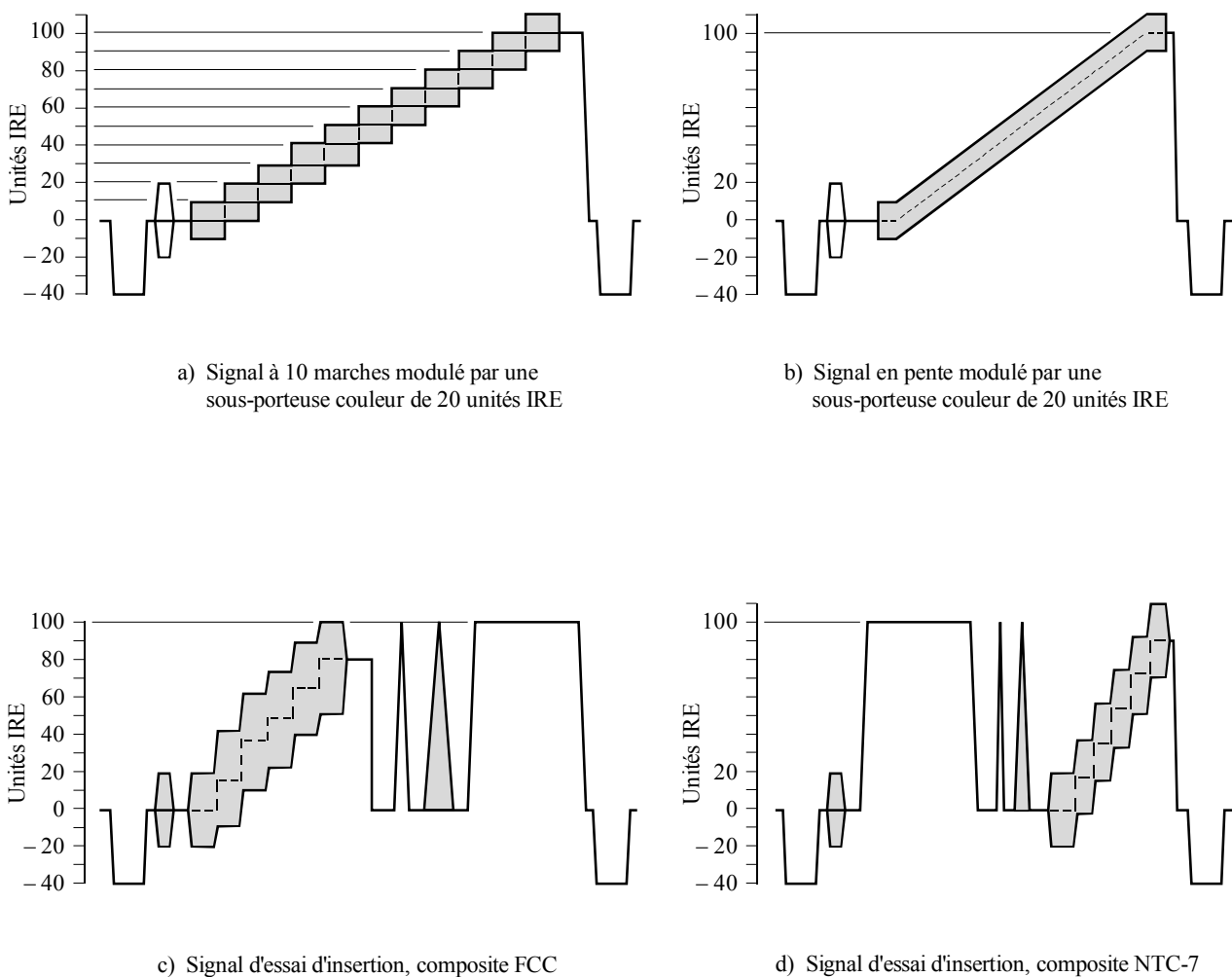
4.2.5.1 La résolution binaire du générateur de signaux d'essai numériques doit être identique ou supérieure à celle des DUT.

4.2.5.2 Amplitude du signal d'essai

Pour les DUT n'acceptant pas des signaux d'essai ayant un niveau supérieur au niveau maximal définis au § 4.2.2, par exemple, les magnétoscopes analogiques et les équipements dotés d'une fonction d'écrêtage du blanc, on peut utiliser des signaux d'essai de sous-porteuse couleur de plus faible amplitude (voir la Fig. 10) avec signal de vibration.

FIGURE 10

Autres signaux d'essai pour mesurer le gain différentiel et la phase différentielle



D10

4.2.5.3 Réduction du bruit et moyennage

Les erreurs de quantification dues au signal de vibration superposé provoquent un épaississement des courbes de gain différentiel et de phase différentielle sur l'écran du vecteurscope. Les mesures doivent donc être effectuées par observation de l'enveloppe de ces courbes en ne tenant pas compte de l'épaisseur du trait.

L'utilisation de la fonction de réduction du bruit en mode gain différentiel/phase différentielle d'un vecteurscope facilite la lecture. Etant donné qu'elle s'effectue par moyennage des traits, cette réduction de bruit ne peut être utilisée lorsqu'on emploie la méthode de mesure gain différentiel/phase différentielle par variation du niveau moyen d'image. L'analyseur vidéo donne de bons résultats grâce à sa fonction de moyennage même lorsque l'on effectue la mesure des variations du niveau moyen d'image.

4.2.5.4 Le signal en escalier à 5 marches utilisé en principe pour mesurer le gain différentiel/la phase différentielle n'est pas celui qui convient le mieux pour tester l'équipement vidéo numérique car il présente plusieurs inconvénients:

- comme les mesures sont faites uniquement avec 6 niveaux de luminance différents, les irrégularités du processus de quantification ont des conséquences différentes selon leur position par rapport aux 6 marches. Le problème se pose en particulier lorsque la fréquence d'échantillonnage est un multiple entier de la fréquence de la sous-porteuse couleur;
- les résultats obtenus sont différents selon la fréquence d'échantillonnage et selon qu'on utilise ou non un signal de vibration;
- il est difficile de faire la différence entre les erreurs introduites par les appareils de mesure et les erreurs de quantification intrinsèques.

Tous ces problèmes peuvent être en grande partie résolus si l'on utilise un signal en pente et non un signal en escalier, mais l'adjonction d'un signal de vibration présente toutefois quelques avantages. Il est recommandé de prendre pour signal d'essai un signal en pente de 100 unités IRE d'amplitude modulé par une sous-porteuse couleur de 40 unités IRE d'amplitude plus un signal de vibration.

4.3 Caractéristiques impulsionnelles

4.3.1 Définitions

4.3.1.1 Distorsion instantanée du signal

Si une impulsion brève (ou une fonction en escalier à transition rapide) ayant une amplitude égale à l'amplitude de luminance nominale et une forme définie est appliquée à l'entrée du DUT, la distorsion instantanée du signal est définie comme étant la différence entre la forme de l'impulsion à la sortie et sa forme d'origine. Le choix de la durée à mi-hauteur de l'impulsion (ou du temps de montée de la marche) sera dicté par la fréquence de coupure nominale du système de télévision.

a) *Réponse aux impulsions $2 T$ ($K 2 T$)*

$K 2 T$ est la distorsion d'onde due à l'auto-oscillation, à la suroscillation et au traînage de l'impulsion de durée $2 T$, exprimée en pourcentage.

b) *Rapport impulsion $2 T$ /barre (P/B)*

Le rapport impulsion $2 T$ /barre est le rapport de l'amplitude de l'impulsion $2 T$ (P) et celle de la barre en son centre (B), exprimé en pourcentage.

4.3.1.2 Distorsion de signal à la fréquence ligne

Si un signal carré de période sensiblement égale à la durée d'une ligne de télévision et d'amplitude égale à l'amplitude de luminance nominale est appliqué à l'entrée du DUT, la distorsion de signal à la fréquence ligne est définie comme étant la distorsion de l'onde carrée à la sortie. La première et la dernière microsecondes du bord du signal carré sont exclues des mesures.

La distorsion à la fréquence ligne est le rapport de l'amplitude de la distorsion du sommet de la barre à l'amplitude de la barre en son centre, exprimée en pourcentage.

4.3.1.3 Distorsion d'onde à la fréquence de trame

Si un signal carré ayant une période sensiblement égale à la durée d'une trame et une amplitude de luminance nominale est appliqué à l'entrée du DUT, la distorsion de signal à la fréquence de trame est définie comme étant la distorsion de la forme du signal carré à la sortie. La première et la dernière périodes de 0,2 ms du bord du signal carré sont exclues des mesures.

La distorsion à la fréquence de trame est le rapport de l'amplitude de la distorsion du sommet de la barre à l'amplitude de la barre en son centre, exprimée en pourcentage.

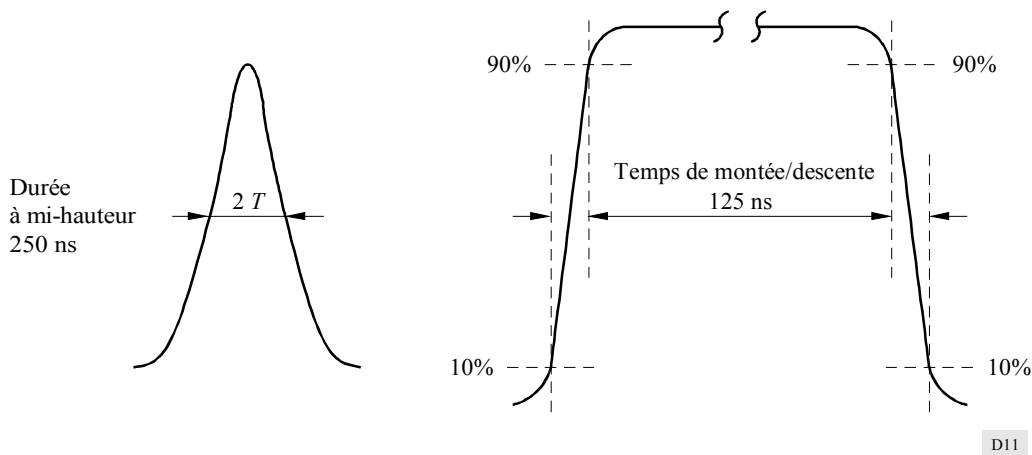
L'écart dû à l'erreur de quantification n'est pas pris en compte dans les résultats de mesure des § 4.3.1.1 à 4.3.1.3.

4.3.2 Signaux d'essai

Les signaux d'essai sur lesquels est superposé le signal de vibration sont les suivants:

- 1a) impulsion $2 T$: définie comme le signal B1 de la Fig. 7 ou de la Fig. 8 dans la Recommandation UIT-T J.61, Partie C de l'Annexe I;
- 1b) impulsion $2 T$ /barre: illustrée à la Fig. 11.
- 2) Impulsion carrée à la fréquence de trame de durée d'une ligne: définie comme le signal de la Fig. 6 où les signaux B2 et B3 de la Fig. 7 et de la Fig. 8 de la Recommandation UIT-T J.61, Partie C de l'Annexe I.
- 3) Impulsion carrée à la fréquence de trame de durée d'une trame: définie comme le signal A des Fig. 5, 6a ou 6b (fenêtre) de la Recommandation UIT-T J.61, Partie C de l'Annexe I.

FIGURE 11
Signal de l'impulsion $2 T$ /barre



4.3.3 Appareillage de mesure

- a) Générateur de signaux d'essai qui génère les signaux d'essai décrits au § 4.3.2.
- b) Générateur de signaux de vibration et le superposeur du signal de vibration.
- c) Moniteur d'onde ou un analyseur vidéo avec le filtre limiteur de bande décrit au § C.3.5.1.3 de la Recommandation UIT-T J.64, Annexe, Partie C ou un filtre de luminance équivalant à un filtre de luminance unité IRE réjecteur à fréquence de la sous-porteuse couleur, intégré dans les appareils courants.

4.3.4 Méthodes de mesure

Un schéma fonctionnel de mesure est illustré à la Fig. 12.

4.3.4.1 Distorsion instantanée

- a) Réponse aux impulsions $2 T (K 2 T)$
- b) Rapport impulsion $2 T$ /barre (P/B)

Le signal carré impulsion $2 T$ /barre provenant du DUT peut être mesuré par les gabarits de facteur K indiqués aux Fig. 29a ou 29b de la Recommandation UIT-T J.61, Partie D. Aucun filtre n'est utilisé pour cette mesure. Seul un analyseur vidéo ayant une fonction de moyennage peut être utilisé pour effectuer la mesure avec le signal de vibration.

4.3.4.2 Distorsion à la fréquence ligne

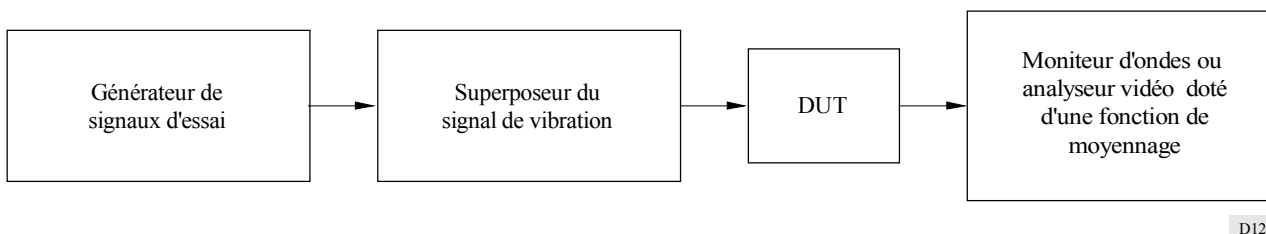
On peut supprimer le signal de vibration superposé avant d'effectuer la mesure en utilisant le filtre limiteur de bande ou le filtre de luminance décrit au point c) du § 4.3.3; la première et la dernière microsecondes de la forme d'onde sont exclues des mesures.

4.3.4.3 Distorsion à la fréquence trame

On peut supprimer le signal de vibration superposé avant d'effectuer la mesure en utilisant le filtre limiteur de bande ou le filtre de luminance décrit au point c) du § 4.3.3. Les première et dernière 0,2 ms de la forme d'onde sont exclues des mesures.

FIGURE 12

Schéma fonctionnel de mesure pour les caractéristiques des impulsions



D12

4.3.5 Notes

4.3.5.1 La résolution binaire du signal d'essai généré numériquement doit être égale ou supérieure à celle du DUT.

4.3.5.2 La distorsion du sommet de la barre est définie comme étant la différence maximale depuis le centre ou les variations de crête-à-crête, comme indiqué dans la Partie C de la Recommandation UIT-T J.61.

4.4 Non-linéarité de luminance

4.4.1 Définition

La non-linéarité de luminance est définie comme la différence entre l'amplitude d'un échelon court à l'entrée du DUT et l'amplitude correspondante à la sortie, le niveau initial de l'échelon passant du niveau de suppression de trame au niveau du blanc. L'écart dû à l'erreur de quantification n'est pas pris en compte dans les résultats de mesure.

4.4.2 Signal d'essai

Signal en escalier à 5 marches défini comme signal D1 dans les Fig. 11a et 12a de la Recommandation UIT-T J.61, Annexe de la Partie C, avec le signal de vibration.

4.4.3 Appareillage de mesure

- Générateur de signaux d'essai qui produit un signal en escalier à 5 marches.
- Générateur de signaux de vibration et le superposeur du signal de vibration.
- Moniteur d'ondes ou un analyseur vidéo.
- Filtre différentiateur défini dans l'Annexe II, § 4.3 de la Recommandation UIT-T J.61. Ce filtre est un réseau différentiateur et de mise en forme nécessaire pour transformer le signal en escalier en un train de 5 impulsions. Les impulsions sont transformées en signaux approximativement carrés.

4.4.4 Méthode de mesure

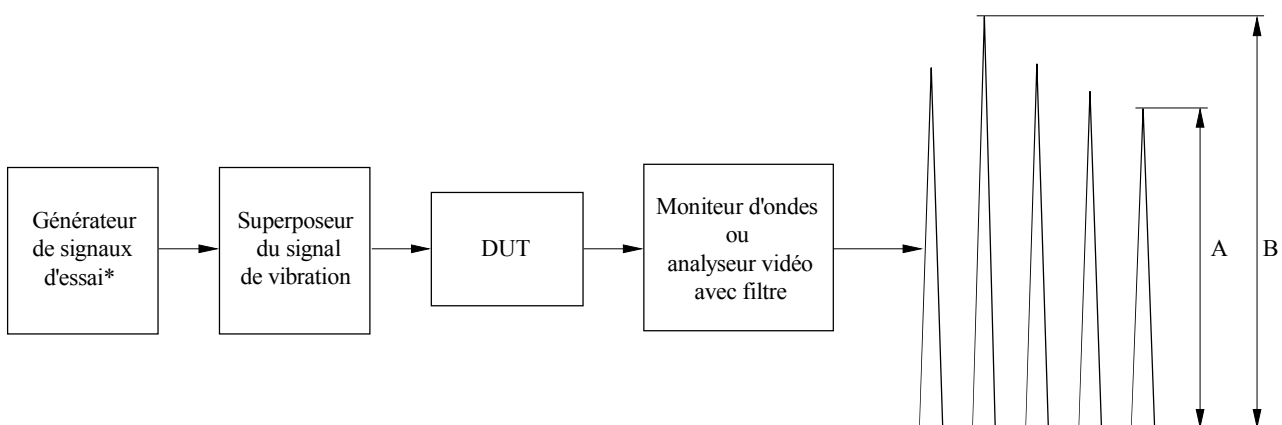
Un schéma fonctionnel de mesure est illustré à la Fig. 13. La non-linéarité est représentée par l'équation $[(B - A)/B] \times 100 (\%)$ où B est l'amplitude de la plus grande impulsion du signal en escalier différencié et A l'amplitude de la plus petite impulsion.

4.4.5 Notes et explications

Le signal de vibration superposé est éliminé par un réseau différentiateur étant donné qu'il fonctionne comme un filtre passe-bande.

FIGURE 13

Schéma fonctionnel de mesure pour la non-linéarité de luminance



* Signal d'essai en escalier à 5 marches

D13

4.5 Nouveaux signaux d'essai d'insertion (ITS) insérés dans l'intervalle de trame

Les méthodes de mesure susmentionnées qui utilisent un signal de vibration hors bande conviennent bien pour effectuer des mesures sur un équipement séparé utilisant un préfiltre dont la fréquence de coupure est supérieure à celle du signal de vibration.

Il se peut toutefois que des réseaux opérationnels comportent des filtres vidéo passe-bas à 4,2 MHz (système 525/60), 5 ou 5,5 MHz (système 625/50) avant tout processus de conversion analogique/numérique, ce qui supprime le signal de vibration hors bande. Il est aussi possible qu'un équipement isolé contienne des filtres vidéo passe-bas de ce type.

Pour résoudre les problèmes que pose la mesure des effets de la quantification numérique dans des réseaux opérationnels de ce type, il est recommandé d'inclure dans les signaux ITS insérés dans l'intervalle de trame un signal en pente de 100 (ou 80) unités IRE d'amplitude auquel sont ajoutés une sous-porteuse couleur de 40 unités IRE d'amplitude crête-à-crête ainsi qu'un signal de vibration sinusoïdal d'une amplitude 4 unités IRE crête-à-crête, à une fréquence comprise entre 3,58 et 4,2 MHz pour les systèmes 525/60 et entre 4,43 et 5 MHz pour les systèmes 625/50. Ce signal pourrait être utilisé pour mesurer le rapport signal/bruit ainsi que le gain différentiel et la phase différentielle; il pourrait en outre remplacer le signal en escalier à 5 marches existant et la sous-porteuse couleur ajoutée. Il n'est pas nécessaire d'ajouter un signal de vibration aux autres signaux d'essai dans les signaux ITS car sur d'autres mesures (mesures du facteur K), les effets de la numérisation sont moins importants que les effets de celle-ci sur les mesures du rapport signal/bruit, du gain différentiel ou de la phase différentielle.

APPENDICE 1

À L'ANNEXE 1

1 Résultats des mesures expérimentales obtenus après utilisation des méthodes recommandées

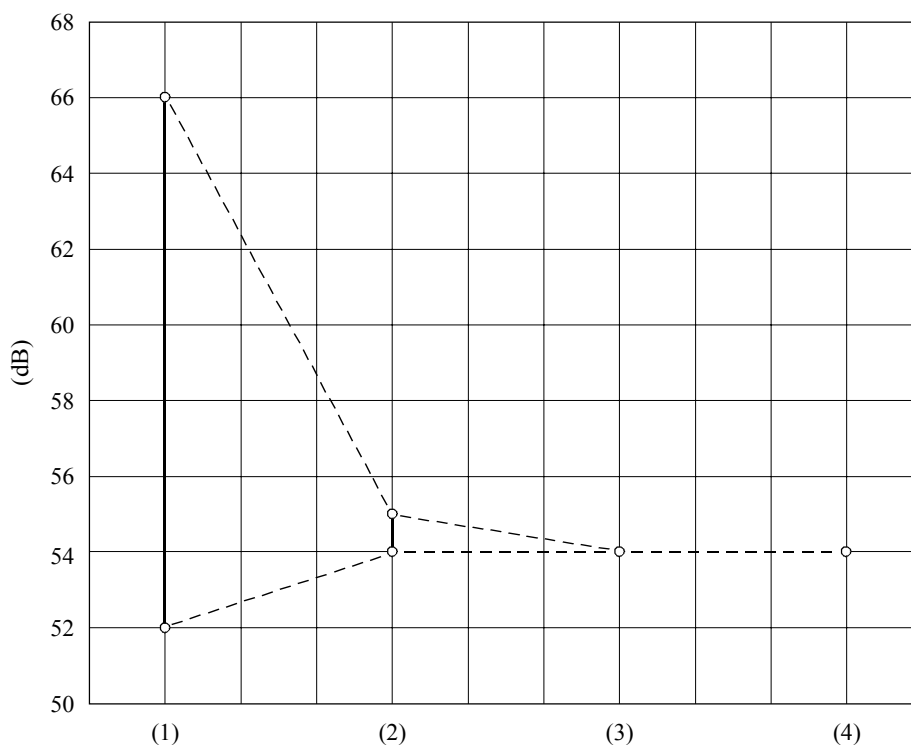
Les résultats des mesures expérimentales présentés ici ont été obtenus après utilisation des méthodes recommandées et des méthodes classiques et correspondent au rapport signal/bruit et au gain différentiel et à la phase différentielle d'un DUT à 8 bits.

1.1 Rapport signal/bruit

Par convention, on a utilisé comme signal d'essai un signal d'amplitude constante pour mesurer le rapport signal/bruit; les résultats obtenus sont fortement faussés par les erreurs de quantification. Lorsqu'un signal de vibration est superposé sur le signal uniforme, on obtient des résultats relativement bons, les erreurs de quantification étant faibles. On obtient toutefois des données stables si on utilise un signal en pente de 100 unités IRE d'amplitude ou un signal en pente douce. Les données sont plus stables lorsqu'on utilise un signal en pente mais pour des DUT ayant une résolution supérieure ou égale à 9 bits, la méthode avec le signal en pente donnera de meilleurs résultats que celle avec le signal en pente douce ou le signal d'amplitude constante associé à un signal de vibration car le bruit de quantification est observé essentiellement en dehors de la bande de fréquences du dispositif à l'essai.

La Fig. 14 présente les résultats de mesure du rapport signal/bruit.

FIGURE 14
Résultats de mesure du rapport signal/bruit



- (1) Signal d'amplitude constante pendant la durée de la trame
- (2) Signal d'amplitude constante pendant la durée de la trame avec signal de vibration
- (3) Signal en pente de 100 unités IRE d'amplitude
- (4) Signal en pente douce de 20 unités IRE d'amplitude

Signal/bruit
DUT à 8 bits mesuré par un
mesureur de bruit vidéo
bande 0,2-4,2 MHz

D14

1.2 Gain différentiel et phase différentielle

Dans la méthode de mesure classique sans signal de vibration, les valeurs mesurées du gain différentiel et de la phase différentielle varient en raison de l'erreur de quantification. L'ampleur de cette variation dépend de la résolution binaire du DUT et de l'amplitude de la sous-porteuse couleur de modulation.

Le Tableau 1 donne la liste des valeurs maximales théoriques des fluctuations du gain différentiel et de la phase différentielle imputables à l'erreur de quantification.

La Fig. 15 donne les résultats des mesures du gain différentiel et de la phase différentielle. Sans signal de vibration, les variations des résultats obtenus avec la méthode utilisant un signal en pente modulé sont moins importantes qu'avec d'autres méthodes. Avec le signal de vibration, les résultats obtenus avec la méthode utilisant le signal en escalier modulé à 5 marches et le signal en pente modulé sont stables. Ces résultats semblent être meilleurs que ceux obtenus avec les méthodes classiques car les effets de la quantification sont éliminés quelle que soit la résolution binaire

du DUT. La méthode utilisant le signal en escalier modulé à 5 marches, qui permet de n'effectuer des mesures qu'en 5 points, donne de meilleurs résultats que celle utilisant le signal en pente modulé.

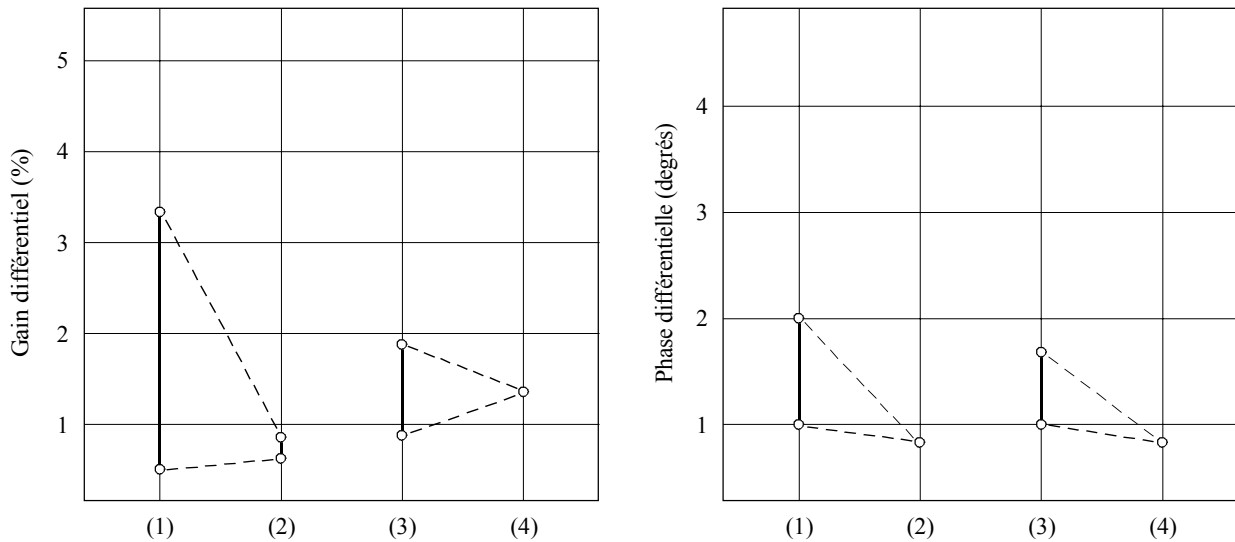
TABLEAU 1

Valeurs maximales théoriques des fluctuations du gain différentiel et de la phase différentielle imputables à l'erreur de quantification

Nombre de bits	Amplitude de la sous-porteuse (unités IRE)	Gain différentiel (% c-c)	Phase différentielle (degrés)
8	20	10	5,8
8	40	5,1	2,9
9	20	5,1	2,9
9	40	2,5	1,4
10	20	2,5	1,4
10	40	1,3	0,7

FIGURE 15

Résultats de mesures du gain différentiel et de la phase différentielle



- (1) Signal en escalier à 5 marches sans signal de vibration
- (2) Avec signal de vibration
- (3) Signal en pente sans signal de vibration
- (4) Avec signal de vibration

DUT 8 bits mesuré à l'aide
d'un oscilloscope vectoriel

2 Méthode de mesure des caractéristiques de gain et de fréquence

Les caractéristiques fréquentielles sont un élément important de la spécification de la qualité de fonctionnement d'un téléviseur. Il faut un appareil de mesure particulier doté d'une fonction de pondération décrite au § 3.2 de l'Annexe 1 pour supprimer le signal de vibration; la méthode de mesure des caractéristiques de fréquence est décrite dans l'Appendice 1.

2.1 Définition

Par caractéristiques du gain en fonction de la fréquence, on entend la variation du gain entre l'entrée et la sortie du DUT sur la bande de fréquences qui s'étend de la fréquence de trame à la fréquence de coupure nominale du système par rapport au gain observé à une fréquence de référence appropriée.

2.2 Signaux d'essai

Signal multisalves et signal de vibration.

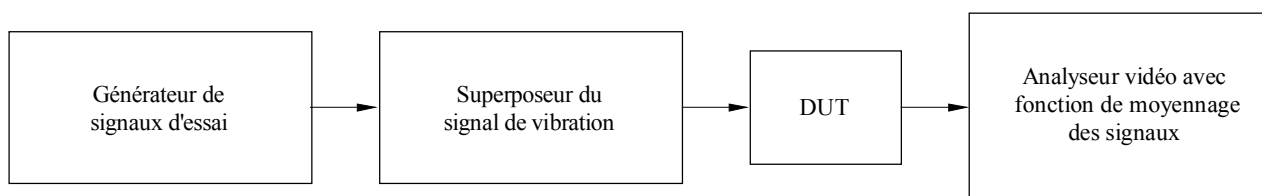
2.3 Appareillage de mesure

- Générateur de signaux d'essai qui génère le signal multisalves.
- Générateur de signaux de vibration et un superposeur de signal de vibration.
- Analyseur vidéo.

2.4 Méthode de mesure

Le schéma du montage de mesure est représenté à la Fig. 16. On doit nécessairement utiliser un analyseur vidéo doté d'une fonction de moyennage pour supprimer le signal de vibration. L'amplitude crête-à-crête de la première impulsion carrée est mise à 0 dB. Les différences entre les amplitudes des impulsions à d'autres fréquences et celles de l'impulsion carrée sont exprimées en décibels.

FIGURE 16
Schéma fonctionnel de mesure du gain et de la fréquence



D16

2.5 Notes

2.5.1 La résolution binaire du signal d'essai généré numériquement doit être égale ou supérieure à celle du DUT.

2.5.2 Les signaux multisalves utilisés pour mesurer les caractéristiques de fréquence sont très variés. On peut utiliser n'importe lequel des signaux multisalves avec le signal de vibration.

2.5.3 Il n'est pas souhaitable de prendre des signaux d'essai vobulés à la fréquence de trame avec le signal de vibration puisqu'on doit nécessairement utiliser un analyseur vidéo spécial doté d'une fonction de moyennage pendant toute la période de trame.

2.5.4 Il faut veiller à ce que les caractéristiques du superposeur du signal de vibration inséré à l'avant du DUT n'affectent pas les résultats de mesure.

2.5.5 Lorsqu'on utilise un moniteur d'ondes ou un oscilloscope classique, on ne peut pas superposer un signal de vibration pour stabiliser les résultats de mesure car on ne peut utiliser aucun filtre pour supprimer ce signal. La seule façon efficace de supprimer l'erreur de quantification est d'utiliser des signaux d'essai vobulés ou des signaux multisalves ayant une amplitude aussi grande que possible, sans signal de vibration.
