

Rec'd from TWR Copy of DRR on 14/4/87 Unclassified

**UNIVERSITÉ LAVAL,
Faculté des Sciences et de Génie,
Département de Génie Électrique,
LABORATOIRE de TÉLÉCOMMUNICATIONS.**

RAPPORT FINAL

Etude de mesures quantitatives
de la qualité d'une image de télévision

par

André Pomerleau, chercheur principal
Roger Brousseau et Jacques Bouliane

du

Département de Génie Electrique
Université Laval, Qué. G1K 7P4

pour

Gouvernement du Canada
Ministère des Communications, Ottawa

sous

Contrat OSU78-00249 du Ministère
des Approvisionnements et Services

Durée: Novembre 1978 - Mars 1979

Mars 1979

Industry Canada
Library - Queen

NOV 28 2013

Industrie Canada
Bibliothèque - Queen

~~COMMUNICATIONS CANADA
SRC~~

~~APR 21 1987~~

~~LIBRARY - BIBLIOTHÈQUE~~

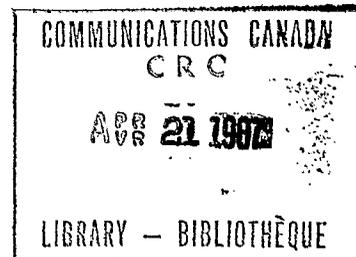
RECEIVED

APR 20 1979

DTS-E

SOMMAIRE

Le but de ce contrat de recherche est de faire une synthèse des différentes techniques de mesure de la qualité d'une image de télévision. Suite à l'analyse de différentes méthodes de mesures quantitatives effectuées au niveau du signal électrique et des mesures qualitatives au niveau du signal visuel, on développe des principes de mesures qui permettraient d'évaluer quantitativement au niveau signal optique la qualité d'une image. Parmi les paramètres qui ont été retenus comme caractéristiques d'une image de télévision et qui pourraient être mesurés on note la définition, la linéarité, les images multiples, la distorsion géométrique, la convergence et la couleur. Parallèlement aux critères retenus on associe des signaux test pour donner une mesure quantitative du critère. Dans une seconde partie, on décrit brièvement un système de mesure au niveau du signal optique qui permettrait l'évaluation des critères mentionnés ci-haut. Les principaux modules composant le système sont: un générateur de signaux, un détecteur optique, une mémoire tampon et une unité de traitement.



Introduction

Depuis l'avènement de la télévision au début monochrome et maintenant en couleur, différentes techniques de mesure ont été élaborées. Pour des raisons pour la plupart d'ordre technologique, l'évaluation de la qualité des images peut se classer en deux catégories. Ce sont les méthodes quantitatives dont la majorité sont effectuées au niveau du signal électrique et les méthodes qualitatives dont la plupart sont effectuées au niveau du signal optique. Chacune d'elles comporte des avantages et des désavantages. Les méthodes au niveau du signal électrique sont beaucoup plus précises, ne nécessitent pas d'observateurs expérimentés et peuvent être effectuées très rapidement par contre, elles ne tiennent compte que d'une partie de la chaîne de télévision et par conséquent, ne peuvent dans certains cas représenter exactement ce qui est observé au niveau du tube écran. Les méthodes optiques ont l'avantage d'être globales donc tiennent compte de toute la chaîne TV mais elles sont subjectives et dépendent grandement de la qualité des observateurs et des conditions environnantes.

Le but spécifique de cette recherche consiste à faire une synthèse des différentes techniques de mesure de la qualité d'une image de télévision. Suite à cette synthèse, on élabore des techniques quantitatives de mesure au niveau du signal optique qui permettent de concilier les paramètres préalablement mesurés quantitativement au niveau du signal électrique et ceux mesurés qualitativement au niveau du signal optique. Dans cet ordre d'idée, nous essayerons de développer des techniques de mesure qui permettront de corréliser les résultats obtenus avec les résultats obtenus avec les méthodes classiques.

Evidemment, tous les paramètres ne peuvent pas être mesurés optiquement et les solutions proposées se limiteront à une quantité restreinte de ceux-ci. Dans certains cas, la mesure pourra être effectuée lors du fonctionnement normal du téléviseur peu importe le signal d'entrée ce qui représente le cas idéal, d'autres mesures cependant requièreront une mire test spéciale. Les solutions proposées impliqueront donc un développement qui comprendra un générateur de mires test, un capteur optique, une mémoire tampon et une unité de traitement.

Le but de cette recherche est de déboucher sur l'élaboration de critères permettant de caractériser la qualité des appareils de télévision en présence de

perturbations et permettre aux consommateurs de faire un choix objectif, basé sur des données quantitatives dans le choix d'un téléviseur. Ceci, à notre connaissance, est inexistant en video.

Contenu

Ce travail de recherche a un but essentiellement utilitaire et il a été développé dans cet esprit. La majeure partie du travail a consisté à faire une synthèse des travaux de recherche dans le domaine de l'évaluation de la qualité des images. On décrit donc dans une première partie les principaux paramètres d'évaluation de la qualité des images. Ces principaux paramètres sont: le contraste, la luminosité, la linéarité, la définition, la distorsion géométrique, la couleur. De plus, on y inclut les interférences en insistant sur leurs effets au niveau de l'image et les méthodes de mesure. En appendice à cette partie, on donne un résumé des différentes références utilisées.

Une seconde partie, discute des méthodes quantitatives possibles au niveau du signal optique. Cette partie élabore les idées qui donneront lieu au développement d'appareillage de mesure pour la télévision.

PRINCIPAUX PARAMETRES D'EVALUATION DE LA QUALITE DES IMAGES

Luminosité et contraste

1. Introduction
2. Luminosité
 - 2.1 Introduction
 - 2.2 Méthodes de mesure
 - 2.3 Luminosité maximale
3. Contraste
 - 3.1 Introduction
 - 3.2 Evaluation globale
 - 3.3 Perte de contraste par auréoles et chemins secondaires
 - 3.4 Perte de contraste due à la réflectivité du tube.

1. Introduction

La luminosité d'un tube-écran et son contraste sont deux facteurs très importants d'une appréciation de la qualité d'une image. Ces deux paramètres sont cependant reliés entre eux, de même la notion de résolution est reliée au concept de contraste.

2. Luminosité

2.1 Introduction

La luminosité est l'expression de la quantité de lumière visible qui émane d'un tube écran lorsqu'il est balayé par un faisceau lumineux.

2.2 Méthodes de mesure

Il est possible de mesurer la luminosité d'un tube écran en le comparant avec une surface dont la réflectivité est connue et qui est éclairée par une source de lumière dont l'intensité lumineuse est réglable.

Cependant, cette mesure est difficile à réaliser car il faut que l'ensemble lumière-surface-réfléchissante ait les mêmes propriétés calorimétriques que le tube-écran (86, 30).

La mesure objective d'un point de la trame est effectuée à l'aide d'un microscope. Avec un signal approprié il est possible d'extrapoler la luminosité totale de l'écran. Cette méthode permet aussi de mesurer le temps d'allumage et d'extinction des couches luminescentes de l'écran (80).

Dans la catégorie des mesures qui se font globalement à partir de l'écran, une méthode consiste à mesurer, avec un photomètre électrique ou photomultiplicateur, l'intensité lumineuse de chaque couleur primaire et ainsi, déduire l'intensité lumineuse pour un écran blanc (86, 87).

Il est également possible de réaliser des mesures avec l'ensemble des trois couleurs primaires. Cependant, il faudra ajuster la balance du blanc sur chaque récepteur de façon à avoir des mesures qui puissent se comparer d'un récepteur à l'autre. De plus, le photo-lecteur utilisé devra avoir une réponse spectrale semblable à celle de l'oeil humain (86, 87).

De plus, il est utile de mesurer la variation spatiale de luminosité en différents points de l'écran pour un signal constant à l'entrée. Pour ce faire, l'écran est subdivisé en secteurs. L'intensité lumineuse est mesurée sur chaque secteur lorsque les autres secteurs sont obstrués. On mesure ainsi la variation de luminosité en fonction de la distribution spatiale (87).

Il est important de noter dans des mesures éventuelles que les photo-récepteurs à semi-conducteur ont un angle de vue large, mais une basse sensibilité alors que les tubes photomultiplicateurs ont une grande sensibilité mais un angle de vue très restreint.

2.5 Luminosité maximale

La luminosité maximale est la luminosité la plus grande qui n'entraîne pas de perte appréciable de qualité d'image. Le facteur le plus important sera la perte de précision du faisceau qui entraîne une diminution de la résolution. Afin de mesurer la luminosité maximale, on utilise une mire contenant des traits noirs et blancs de différentes largeurs, ainsi que différents niveaux de gris. L'intensité lumineuse est augmentée jusqu'à ce que la séparation entre les lignes soit plus évidente. A ce point, la luminosité est mesurée (30).

3. Contraste

3.1 Introduction

Le contraste est défini comme étant le rapport de la valeur de la luminosité maximale à la luminosité d'une portion non-excitée de l'écran. Trois facteurs limitent le contraste. Ils sont:

- 1° l'excitation des zones sombres par des électrons déviés;
- 2° la formation d'auréoles autour de chaque point par diffusion;
- 3° la réflexion de l'éclairage ambiant sur le tube.

3.2 Evaluation globale

Il est possible de mesurer globalement le contraste d'un tube écran, en tenant compte de chacun des facteurs de dégradation, par des mesures dont les conditions sont contrôlées. Il faut donc contrôler l'éclairage ambiant et la mire

utilisée doit permettre de mesurer les effets des auréoles et des chemins secondaires.

Comme appareil de mesure, l'emploi d'un téléphotomètre, corrigé contre la diffusion optique est requis. Il est alors possible de mesurer l'intensité lumineuse dans les zones claires et sombres (88).

3.3 Perte de contraste par auréoles et chemins secondaires

Il est facile de mesurer la perte de contraste due à des auréoles sur des grandes surfaces en utilisant comme mire des traits verticaux épais, noirs et blancs. La perte due à des auréoles sur de petites surfaces se mesure avec une trame blanche avec un petit carré noir au centre. Pour mesurer la perte de contraste due à des chemins secondaires, on utilise une trame noire avec des coins blancs. Avec des calculs appropriés, il est possible d'établir le contraste du tube (30).

3.4 Perte de contraste due à la réflectivité du tube

Cette perte se mesure par l'établissement de la caractéristique de réflectivité du tube. Celui-ci est illuminé par une source connue et comparée à une surface réfléchissante étalon. Il est alors possible de calculer la perte de contraste due à la réflectivité du tube (30).

LINEARITE

1. Introduction
2. Méthodes de mesure

1. Introduction

La mesure de la relation entre la luminosité du tube écran et le pourcentage de modulation de la porteuse permet de déterminer la linéarité du canal T.V.

2. Méthodes de mesure

Les signaux classiques utilisés sont des signaux en forme d'escalier ou en forme de rampe (30). Roth (62) afin de mesurer la linéarité utilise une rampe qui module un signal R.F. Le signal résultant est couplé à l'entrée R.F. du récepteur. Il observe alors au niveau du signal video la pente du signal obtenu qui est un indice de la linéarité. Une pente constante détermine un système linéaire.

De plus, il est possible d'étudier la linéarité en la liant au concept de phase et gain différentiel. En effet, en utilisant un signal à basse fréquence (ou un escalier) auquel on additionne un signal à haute-fréquence, il est possible de mesurer la linéarité en mesurant l'amplitude du signal H.F. en différents points du signal B.F. (13).

RESOLUTION

1. Introduction
2. Mesures au niveau du signal électrique
 - 2.1 Introduction
 - 2.2 Mesure de l'amplitude de la réponse en fréquences
 - 2.3 Mesure de la phase de la réponse en fréquences
 - 2.4 Mesure de la réponse transitoire
3. Mesures au niveau du tube écran

1. Introduction

La résolution d'une image se traduit par une bonne séparation entre les régions claires et les régions sombres. Conformément à la structure de l'image de TV, on distingue la définition de l'image le long des lignes (définition horizontale) et perpendiculairement aux lignes (définition verticale).

Généralement, on comprend sous le terme de pouvoir de résolution d'une image, son pouvoir de reproduire séparément sur un écran de réception, avec un contraste déterminé, les menus détails d'un objet.

Pratiquement, la définition de l'image et partant le pouvoir de résolution d'un système de TV sont évalués par le nombre maximal de traits blanc et noir que l'on peut encore discerner sur une dimension dans certaines conditions d'observation.

La définition horizontale de l'image est déterminée par la bande passante des fréquences de la chaîne de TV, sa caractéristique en régime transitoire et les caractéristiques du tube écran et du faisceau cathodique.

2. Mesures au niveau du signal électrique

2.1 Introduction

La connaissance de la réponse en fréquence en amplitude et en phase détermine totalement les caractéristiques de la chaîne TV. Or, il s'avère très difficile de mesurer ces deux caractéristiques simultanément et les méthodes de mesures utilisées sont les suivantes:

2.2 Mesure de l'amplitude de la réponse en fréquences

Le balayage de la gamme de fréquences utilisée par un canal de télévision se fait soit de façon continue soit de façon discrète.

Certains auteurs (56, 7, 60, 34, 30, 85) utilisent un balayage continu de 100 MHz à 4.5 MHz pour déterminer l'amplitude de la réponse en fréquences. D'autres auteurs (48, 44, 90, 52, 53, 34, 62) réalisent un balayage discret en envoyant successivement et sur une même ligne quelques cycles de fréquences typiques (exemple: 1, 2, 3, 4.2 MHz).

2.3 Mesure de la phase de la réponse en fréquences

Comme il s'avère très difficile de mesurer la phase, peu d'auteurs s'y sont attachés. Van Anrooy (85) a cependant fait des mesures en mesurant la caractéristique d'entrée-sortie. Pour palier à ce manque de méthodes de mesures, on s'est attaché à mesurer la réponse transitoire de la chaîne TV lorsque celle-ci est excitée par une impulsion ou un échelon.

2.4 Mesure de la réponse transitoire

L'évaluation de la réponse transitoire d'un système est très représentative du fonctionnement normal d'un téléviseur. En effet, le changement d'une région sombre à une région claire se traduit au niveau du signal électrique comme un échelon et cet effet est très représentatif d'une image de TV typique. Cette mesure donne une évaluation de la bande passante du système via le temps de montée (34, 63).

3. Mesures au niveau du tube écran

L'évaluation globale du pouvoir de résolution se fait au niveau du tube écran et tient compte en plus des caractéristiques électriques du système (réponse

en fréquences) des dimensions finies du faisceau lumineux (forme et superficies).

Les mesures au niveau du tube écran se font par des méthodes microscopiques (27, 28) ou par photographie directe du spot (64, 25).

De plus, une méthode de représentation très fréquemment utilisée en imagerie et qui est l'analogie de la réponse en fréquences au niveau du signal électrique consiste à mesurer la résolution spatiale de l'écran MTF (modulation transfer function) (76, 65).

La réponse transitoire devrait être évaluée normalement à l'aide d'ondes carrées. Or, comme on sait à priori que la largeur de bande d'un canal de TV est de 4.5 MHz, il devient donc important d'utiliser des signaux à transition rapide mais dont le spectre de fréquence sera situé à l'intérieur de la plage utilisée en télévision. Une classe importante de ces signaux sont ceux en \sin^2 . De nombreux travaux ont été faits avec ce type de signaux (66, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 22, 34, 32, 38, 36, 26).

L'évaluation du pouvoir de résolution au niveau optique et suivant l'horizontale se fait avec des mires contenant des groupes de raies de largeurs différentes. Ces raies sont composées de traits verticaux alternativement blanc et noir. Dans chaque groupe, la largeur des traits blancs et noirs est la même (fig. 1).

DISTORSION GEOMETRIQUE

1. Introduction
2. Description
3. Critères d'appréciation

1. Introduction

Les principales causes de la distorsion géométrique proviennent du tube écran incluant le faisceau lumineux. Nous nous limiterons ici à étudier l'effet de celui-ci. Les méthodes de mesure décrites sont des mesures spatiales au niveau de l'écran et permettent donc une évaluation globale du système.

Pour que l'écran ait la même luminance en tout point, lorsque excité par une tension constante, les lignes de la trame doivent s'étaler partout avec la même densité, c'est-à-dire que la distance entre les lignes sur toute leur longueur, doit rester constante. Pour la même raison, la vitesse de déplacement du faisceau sur l'écran doit être rigoureusement constante. Cependant, il existe plusieurs causes rendant difficile la réalisation des conditions imposées relativement à la constance de la densité des lignes et celle de la vitesse de déplacement du faisceau.

Toutefois, avant d'examiner les procédés spécifiques d'appréciation et de mesure des paramètres d'une trame de TV, il est nécessaire de connaître de façon sommaire, ses distorsions les plus caractéristiques.

2. Description

Krivocheev (34) a démontré que la valeur instantanée du courant dans chaque paire des bobines n'est pas définie par une seule coordonnée x ou y mais par une combinaison des deux simultanément. Les principales manifestations de ce phénomène se traduisent sur l'écran de réception par des formes en tonneau au lieu de formes rectangulaires (fig.1).

On peut distinguer deux sortes de distorsions géométriques. Il y a les distorsions non linéaires, c'est-à-dire celles qui se manifestent par des compressions ou bien des expansions des zones séparées de la trame. Ce qui signifie que l'échelle d'un même objet ne reste pas constante sur toute la trame. Ces distorsions sont particulièrement visibles et désagréables lors de la transmission des objets, car, dans ce cas, les variations relatives des dimensions de l'image sont spécialement perceptibles. La deuxième classe de distorsions, celles dites géométriques, se manifestent par une incurvation des lignes droites et par une perturbation de l'orthogonalité de la trame. L'oeil est particulièrement sensible à l'incurvation des lignes droites.

3. Critères d'appréciation

On peut caractériser les distorsions non linéaires de la trame par le coefficient de non linéarité, qui indique la valeur de la distorsion relative de l'échelle du secteur donné de la trame.

Si on désigne par Δx_0 et Δy_0 la largeur et la hauteur d'un certain secteur de la trame sans distorsion et par Δx et Δy les valeurs correspondantes de la trame avec distorsion, les coefficients de non linéarité peuvent être exprimés respectivement par :

$$K_x = \frac{\Delta x - \Delta x_0}{\Delta x_0}$$

$$K_y = \frac{\Delta y - \Delta y_0}{\Delta y_0}$$

Il est cependant très commode de caractériser les distorsions par un seul nombre. Or, ces distorsions se remarquent surtout si, dans une partie du cadre, l'image se modifie dans le sens d'une augmentation de ses dimensions linéaires tandis que dans une autre partie les dimensions de cette même image diminuent. C'est pourquoi, il est commode d'évaluer les distorsions non linéaires à l'aide d'une quantité "N", caractérisant les distorsions de la trame dans son ensemble.

$$N = |K_a| + |K_b|$$

où $|K_a|$: compression maximale

$|K_b|$: expansion maximale.

Les distorsions géométriques apparaissent le plus souvent sous forme d'incurvations des bords de la trame. Il est commode d'évaluer ces distorsions relativement à l'écart des côtés de la trame par rapport aux lignes droites. Leur valeur Γ_x et Γ_y est définie par le rapport de la flèche maximale de l'incurvation (Δl_{\max} et Δh_{\max}) à la largeur et à la hauteur de la trame.

$$\Gamma_{\ell} = \frac{\Delta \ell_{\max}}{\ell_{\text{nom}}} \quad 100 \%$$

$$\Gamma_c = \frac{\Delta h_{\max}}{h_{\text{nom}}} \quad 100 \%$$

où ℓ_{nom} : largeur de la trame
 h_{nom} : hauteur de la trame.

On évalue les distorsions d'un dispositif de réception, en déterminant, à intervalle régulier du temps, la position sur l'écran du faisceau lumineux et en la comparant avec le patron désiré.

Les principaux travaux qui ont été faits dans ce domaine sont (1, 90, 30, 31).

La qualité du balayage entrelacé peut être mesuré par des méthodes objectives (emploi de microscope) ou par des mesures subjectives. Ces méthodes ont été proposées par Hurford (28).

Finalement, la surface utile visible sur l'écran peut être mesurée en comparant la mire originale et la partie vue. Townsend (83).

Une des mires test les plus utilisées est donnée à la figure (3). Cette mire a la propriété de mesurer simultanément les distorsions non linéaires et géométriques. On peut également évaluer la distorsion géométrique à l'aide de moirés, ainsi que le propose McKechnie (40) et Sobolewski (79).

Gostyn (23) suggère aussi de mesurer le contour de l'image à l'aide d'un balayage sinusoidal de la trame.

COULEUR

1. Introduction
2. Signal couleur (NTSC)
 - 2.1 Réponse en fréquence (amplitude)
 - 2.2 Phase statique
 - 2.3 Gain différentiel
 - 2.4 Phase différentielle
 - 2.5 Référence de phase
 - 2.6 Démodulation
 - 2.7 Performance du tube

1. Introduction

Les problèmes supplémentaires apportés par une image couleur dépendent largement du mode de transmission du signal video couleur. Aussi, dans une première section, une description sommaire de ce mode de transmission sera donnée alors que les problèmes inhérents supplémentaires ainsi que les méthodes de mesure seront données subséquemment.

Ces principaux problèmes associés à la transmission d'une image couleur et qui rendent beaucoup plus contraignantes les caractéristiques de la chaîne TV sont: la réponse en fréquence amplitude et phase du système, la référence de phase requise par l'absence de porteuse du signal de chrominance, le gain différentiel et la phase différentielle dûs aux non-linéarités de la chaîne TV, la démodulation en quadrature du signal de chrominance et les propriétés du tube écran pour transmettre correctement les couleurs.

2. Signal couleur (NTSC)

Un signal couleur est constitué de deux composantes: la luminance et la chrominance. Le premier est un signal à large bande qui représente l'intensité lumineuse de la scène et il est essentiellement le signal monochrome d'un téléviseur noir et blanc. Ce signal est composé par une combinaison des trois couleurs primaires. Le signal de chrominance est composé d'une paire de signaux à largeur de bande étroite constitués eux mêmes par la différence de couleurs primaires, cette paire de signaux étant modulée en quadrature. La fréquence de la sous-porteuse du signal de chrominance est choisie comme étant un nombre impair de la moitié de la fréquence de balayage. Pour une compatibilité avec la télévision monochrome le signal de chrominance est transmis en modulation à sous-porteuse supprimée.

2.1 Réponse en fréquence. (amplitude)

Description:

Le signal de chrominance étant situé dans la partie supérieure de la bande passante du canal de TV, il est donc très important d'avoir une très bonne réponse en fréquence pour reproduire les couleurs avec précision.

Méthodes de mesure:

Etant donné que l'intérêt porte sur le rapport en amplitude du signal basse fréquence (luminance) au rapport du signal haute fréquence (chrominance), les mesures sont faites que sur ces deux gammes de fréquences et non sur toute la bande passante du signal video. Le signal test classique utilisé consiste en la superposition d'un signal en sinus² d'une durée de 12.5 T ou 20 T (signal de luminance) et d'un signal également en sinus² d'une durée de 12.5 T ou 20 T modulé à 3.579 MHz (signal de chrominance). Le résultat obtenu permet de mesurer le rapport d'amplitude à la fréquence de la porteuse couleur. De nombreux travaux utilisent cette méthode ou une variation de celle-ci (48, 57, 61, 62, 69, 72, 78, 91).

2.2 Phase statique

Description:

C'est la mesure de la phase de la réponse en fréquence. Si la différence de phase entre les signaux basses fréquences et ceux hautes fréquences est grande, ceci se traduit par un délai entre les deux signaux. Comme les signaux de basses fréquences représentent l'intensité lumineuse des objets et ceux de hautes fréquences la couleur, il s'en suit que la couleur de l'objet sera décalée de l'objet lui-même.

Méthodes de mesure:

Les méthodes de mesure de la phase entre le signal de luminance et celui de chrominance sont semblables à celles pour la mesure de l'amplitude, car ces mesures donnent simultanément le rapport d'amplitude et la différence de phase.

2.3 Gain différentiel

Description:

La mesure du gain différentiel est une évaluation de la linéarité du système. Pour un système linéaire l'amplitude de sortie devrait être directement proportionnelle à l'amplitude de l'entrée pour une fréquence donnée.

Or, la caractéristique d'un système de réception de signaux vidéo n'est pas linéaire et cela a pour effet que l'amplification à une fréquence donnée dépend de l'amplitude du signal d'entrée. Cela se traduit par une variation de l'amplitude du signal de chrominance qui lui a pour effet de modifier la saturation de la couleur.

Méthodes de mesure:

Les mesures de gain différentiel s'obtiennent par la superposition d'un signal en escalier (signal basse fréquence) à un signal sinusoïdal à la fréquence de la porteuse de chrominance. Le signal obtenu à la sortie du canal de télévision est alors passé dans un filtre passe-haut et la sortie H.F. de ce signal donne une mesure du gain différentiel (2, 7, 20, 29, 33, 43, 44, 53, 62).

De plus, il est possible d'effectuer des mesures colorimétriques sur le tube écran (46).

2.4 Phase différentielle

Description:

La phase différentielle représente la variation de phase de la caractéristique amplitude-phase pour un signal à une fréquence spécifique. Pour un système linéaire cette variation de phase devrait être nulle. Ceci se traduit donc par une variation de phase du signal de chrominance donc par une mauvaise représentation des couleurs au niveau de l'image.

Méthodes de mesure:

Les mesures de la phase différentielle s'obtiennent par les mêmes méthodes que le gain différentiel.

2.5 Référence de phase

Description:

L'information couleur étant transmise par un signal à sous-porteuse supprimée qui est modulé en amplitude (saturation) et en phase (teinte) il faudra donc régénérer la porteuse du récepteur. Un décalage de la phase de la sous-porteuse se traduit par un changement des teintes.

2.6 Démodulation

Description:

Le signal couleur étant composé de deux signaux en quadrature un signal ne devrait pas influencer l'autre. Cependant, à cause de la transmission à bande latérale restreinte, une distorsion en quadrature en résulte. Cette distorsion se manifeste surtout lors d'un changement de couleurs.

Méthodes de mesure :

Pour étudier la réponse transitoire du canal de chrominance, Pritchard et Wagner (54) utilisent des tests subjectifs. Aussi, on peut utiliser un balayage en fréquences et observer le signal en phase et en quadrature. Gluyas et Bluestien (4, 21) utilisent un signal en sinus² alors que Neal (45) utilise une salve à fréquences multiples.

2.7 Performances du tube

Description :

Un paramètre très important est la capacité du tube écran à reproduire fidèlement les couleurs.

Méthodes de mesure :

Afin de mesurer la reproduction des couleurs, les méthodes les plus couramment utilisées consistent à employer des photomètres et des filtres ou un spectro-radiomètre pour évaluer l'intensité des couleurs primaires (10, 47, 49, 50, 77, 86).

INTERFERENCES

1. Introduction
2. Bruits aléatoires
 - 2.1 Effets
 - 2.2 Caractérisation
3. Bruit périodique (60 Hz)
4. Sensibilité
5. Sélectivité
6. Interférences sur le même canal
 - 6.1 Images multiples
 - 6.2 Plusieurs transmetteurs
7. Interférences U.H.F.
8. Interférences par des fréquences autres que celles réservées à la transmission de télévision
 - 8.1 Service de radio général (S.R.G.)
 - 8.2 Interférences basses fréquences
 - 8.3 Interférences sur une plage de 30 MHz à 1 GHz
 - 8.4 Interférences dans la bande S
 - 8.5 Interférences dues à des lignes de haute tension
 - 8.6 Interférences sous forme de bruit impulsionnel
 - 8.7 Interférences générées de façon interne

1. Introduction

On se propose de décrire dans ce chapitre les différentes interférences ainsi que leurs effets sur le signal télévision. Ces interférences seront classées selon leurs sources ainsi que leurs effets au niveau de l'image. Les principales interférences étudiées sont:

1°) Le bruit aléatoire dont nous donnons les principales méthodes utilisées dans la littérature pour le caractériser. Nous mentionnons également les courbes de pondération pour tenir compte des caractéristiques de l'oeil.

2°) Le bruit périodique dont la principale source est à 60 Hz.

3°) Les interférences sur le même canal. Celles-ci sont classées en deux groupes soient celles dues à un seul transmetteur et dont le principal effet est les fantômes et celles dues à plusieurs transmetteurs.

4°) Les interférences U.H.F.

5°) Les interférences provenant de fréquences autres que celles réservées à la transmission de la télévision. Celles-ci sont regroupées ainsi:

- a) les fréquences réservées au service de radio général;
- b) les fréquences de 30 MHz à 1 GHz;
- c) les micro-ondes (bande S);
- d) l'effet des lignes hautes tensions;
- e) le bruit impulsionnel.

2. Bruits aléatoires

2.1 Effets

Les bruits aléatoires abaissent la définition et le contraste de l'image. Ils causent un scintillement de luminance sur les zones de faibles intensités. La définition de l'image diminue parce que les bruits affectent les frontières entre les variations de luminance sur l'image en les délavant. Il s'ensuit qu'en présence de bruit, les mêmes détails faiblement contrastés peuvent passer

inaperçus sur l'écran. De plus, dues aux particularités de la perception visuelle des bruits fluctuants sur l'image, des fonctions de pondération doivent être élaborées en fonction du niveau du signal et de la distribution de l'énergie des bruits dans le spectre. Les bruits fluctuants se remarquent le plus sur les zones d'intensité moyenne de grandes surfaces.

2.2 Caractérisation

Le bruit aléatoire peut être caractérisé par le rapport signal au bruit (S/B), le facteur de bruit ou bien par une mesure de bruit proprement dite.

Rapport signal au bruit:

NCTA (National Cable Television Association): Le rapport de la puissance de bruit VHF pour une bande passante de 4,0 MHz sur la puissance efficace du signal VHF durant une impulsion de synchronisation.

TASO (Television Allocation Study Organization): Le rapport de la puissance de bruit VHF, pour une bande passant de 5,0 MHz sur la puissance efficace du signal VHF durant une impulsion de synchronisation.

EIA (Electronics Industries Association): Le rapport de la tension de bruit résiduelle efficace pondérée (EIA) sur la différence de tension entre une impulsion de synchronisation et le niveau de bloc 100%, au niveau du signal de bande de base.

CCIR (Comité Consultatif International de Radiodiffusion): Le rapport de la tension de bruit résiduelle efficace pondérée (CCIR) sur le niveau de tension d'une impulsion de suppression, au niveau du signal de bande de base.

BTL (Bell Telephone Laboratories): Le rapport de la tension de bruit résiduelle efficace pondérée (CCIR) sur la différence de tension entre une impulsion de synchronisation et le niveau de blanc 100%, au niveau du signal de bande de base.

Il est à noter que la pondération EIA s'applique à un signal couleur, car la pondération tient compte de la présence de la sous-porteuse (81).

W.L. Hand (26) mesure le bruit au niveau du signal vidéo avec un oscilloscope. Le signal désiré est la fameuse mire à "Tête d'Indien". De plus, pour établir le rapport S/B, il utilise deux différentes pondérations, dans une largeur de bande de 4.0 MHz. Ces deux pondérations ont été établies à partir de tests subjectifs.

Facteur de bruit:

Le facteur de bruit (F.B.) est le quotient du rapport S/B à la sortie sur le rapport S/B à l'entrée.

Afin de mesurer le facteur de bruit, on remplace la sortie de la commande automatique du gain (C.A.G.) par une tension fixe, et cela, à tous les étages. On doit s'assurer qu'il n'y ait que le bruit thermique qui soit présent à l'entrée. On couple un générateur de signal R.F. et un générateur de bruit à l'entrée du récepteur. Le facteur de bruit sera le bruit en db qu'il faudra introduire à l'entrée pour doubler le bruit à la sortie, tel que détecté sur un voltmètre à tension alternative. Cette méthode est répétée pour différents niveaux d'entrée (30).

L.E. Matthews (39) effectue une mesure du facteur de bruit à la sortie de l'étage des fréquences intermédiaires. Pour cela, il utilise une diode génératrice de bruit et un micro-ampèremètre.

Mesure du bruit proprement dit:

Une façon d'évaluer le bruit consiste à remplacer une fraction de ligne non-utilisée par un signal bruité. En variant ce signal bruité on peut obtenir des amplitudes égales, sur un oscilloscope, entre le signal de télévision et le signal du générateur de bruit. On peut donc évaluer le bruit (51).

Méthode de sélection en amplitude:

Un signal généré localement est ajouté au signal vidéo, de façon à éliminer une composante continue du signal et de pouvoir ainsi agrandir le bruit, de façon à le rendre plus visible (34).

Méthode de sélection dans le temps:

Avec une trame noire, il est possible d'annuler les impulsions de synchronisation. Le bruit qui reste peut être mesuré à l'aide de dispositifs simples (34). Ici, le bruit est séparé du signal vidéo désiré à l'aide de filtres. On obtient donc le bruit qui peut être mesuré à l'aide d'un voltmètre à tension alternative.

Méthodes au niveau du tube écran:

Une première méthode consiste à utiliser un photomètre dont le champ de vision englobe une surface importante de l'image. Si l'image générée est d'intensité constante, les variations d'intensité proviendront du bruit (41).

Une seconde méthode, qui elle est subjective, consiste à effectuer une évaluation du bruit en générant une surface bruitée sur l'écran qui est comparée avec une surface de référence dont le niveau de contamination est connue (51).

3. Bruit périodique (60 Hz)

Ce bruit périodique est causé par des fuites à 60 Hz dues au bloc d'alimentation. Les méthodes décrites précédemment sont utilisées, sauf que l'on se sert d'un filtre passe-bas de façon à se limiter au bruit à basse fréquence. On peut également utiliser un détecteur accordé (82).

4. Sensibilité

La sensibilité est définie comme étant l'entrée R.F. la plus petite qui donne une amplitude standard du signal mesuré au niveau du tube écran.

Une méthode de mesure consiste à générer l'entrée minimale qui fournit une tension de 20 volts crête à crête (niveau standard) à l'élément de contrôle de luminosité du tube écran. Le signal utilisé est un signal avec un niveau de blanc modulé à 15% (30). Il est à remarquer cependant qu'il faudra se référer à la notion de facteur de bruit pour décrire complètement la sensibilité du récepteur.

Un autre facteur très important est la commande automatique de gain (C.A.G.) qui est caractérisé par son facteur de mérite, sa vitesse et le signal d'entrée maximum.

Le facteur de mérite est défini comme la réduction en db en bas de 0.1 V qu'il faut appliquer à l'entrée pour obtenir une réduction de 10 db à la sortie du détecteur.

Afin de mesurer le facteur de mérite, le récepteur est synthonisé à la fréquence de sortie d'un générateur qui est modulé par un signal blanc à 15%. Premièrement, la commande de contraste est ajustée de façon à obtenir une amplitude de sortie standard pour une entrée de 100 mV. L'amplitude du signal est variée de 10 μ V à 2 V. On répète avec la commande de contrôle donnant une amplitude de sortie standard à une tension d'entrée de 10 mV et de 1 mV. En notant, point par point, la tension de sortie du détecteur, il sera possible d'établir sur un graphique le facteur de mérite (30).

La vitesse de la C.A.G. est une mesure de la réaction de la commande si l'amplitude du signal R.F. varie rapidement. Il est question ici de la fréquence de variation maximale qui permet de garder un niveau constant au niveau du signal de bande de base. Cette mesure nécessite l'emploi d'un générateur R.F. dont l'amplitude du signal de sortie peut être modulée par une sinusoïde. On utilise un pourcentage de modulation de 30% et la fréquence de modulation va de quelques Hz à quelques centaines de Hz. On utilise comme signal de bande de base, un signal blanc modulé à 15%. A chaque fréquence de variation, le pourcentage de variation à la sortie du détecteur est mesuré. Ainsi, on obtiendra la relation fréquence-amplitude qui indiquera la vitesse de réaction de la C.A.G. On utilise des signaux R.F. moyens de 3,200 μ V et de 100 mV (30).

Le signal d'entrée maximum est le signal d'entrée le plus haut qui permet au récepteur de garder une performance acceptable. On utilise ici une appréciation subjective pour délimiter la plage de qualité d'image qui reste acceptable. Ceci étant acquis, on augmente le signal R.F. tant que l'image reste acceptable.

De plus, on répète la mesure de façon à déterminer si ce signal élevé n'entraînera pas un comportement anormal du récepteur, lors de la sélection de canaux différents ou encore de la mise en marche (30).

5. Sélectivité

La sélectivité est une mesure de gain relatif en fonction de la fréquence, en partant de l'antenne jusqu'au détecteur vidéo.

Une méthode de mesure de la sélectivité consiste à mesurer la réponse en fréquence autour de la porteuse vidéo d'un canal. Cette mesure se fait à différentes sensibilités (C.A.G.). Cette réponse en fréquence peut s'exprimer en terme de rejet de fréquence particulière (canaux adjacents) (30).

Il est possible aussi de mesurer la sélectivité par la transmodulation. On module un canal adjacent à 30% et on mesure l'amplitude du signal R.F. pour obtenir 1% de transmodulation sur le canal désiré (89).

Il est également possible de mesurer la sélectivité en utilisant le concept de seuil. La méthode consiste à générer une trame uniformément grise et à lui superposer à la fréquence porteuse non désirée une salve à fréquences multiples ou une trame couleur composée d'une seule couleur primaire afin d'obtenir clairement des transitions. En utilisant des observateurs entraînés, il est possible, en faisant varier l'amplitude R.F. du signal non désiré, d'établir les seuils de visibilité en fonction de la fréquence avec une précision de ± 1 db (75).

6. Interférences sur le même canal

6.1 Images multiples

La réception de signaux radioélectriques en provenance de trajets multiples, les non homogénéités et l'insuffisance d'adaptation d'impédance dans les câbles de liaison sont tous les facteurs créant dans la chaîne de TV des signaux réfléchis ou des points d'émission virtuelle qui entraînent l'apparition d'images multiples d'intensité progressivement décroissante sur l'écran. Il est à noter que dans les régions urbaines, les images multiples sont un des facteurs les plus importants de dégradation de l'image (93).

Il est possible de mesurer des réflexions lorsque l'on possède un signal connu. Dans cette optique, il est possible de mesurer les réflexions (temps de délai et amplitude) avec certains signaux de l'intervalle vertical où les "fantômes" se traduiront par l'apparition d'impulsions caractéristiques. En utilisant un dérivateur, il est possible de mesurer le temps de délai et l'amplitude de ces impulsions. Ce système pourra être utilisé dans un analyseur de réflexions (42) ou encore dans un correcteur (37).

On peut effectuer une évaluation de l'interférence à l'aide d'un observateur humain. On réalise un appareil qui enraye les effets des fantômes. Cet appareil ne sera pas automatique mais bien ajusté par l'utilisateur. En fait, quand il n'y a plus de fantôme, l'appareil contient, sous une forme qui lui est propre, l'information concernant le délai et l'amplitude des fantômes (6, 92).

6.2 Plusieurs transmetteurs

Ici, l'interférence causera différents patrons d'interférence qui se produiront sur l'écran, dépendant de l'amplitude relative des deux signaux et de leurs différences de fréquences (93, p. 4, fig. 3).

Il est possible de mesurer des interférences sur le même canal par de la transmodulation due à la non linéarité des détecteurs.

Pour ce faire, le signal R.F. désiré n'est pas modulé mais les signaux R.F. non désirés sont modulés par des impulsions de 87.5% à 100%, de fréquence de 15.75 kHz. Il est possible de détecter le niveau de transmodulation par l'amplitude résultant de la bande latérale de 15.75 kHz sur le signal désiré (82).

De plus, il est possible d'effectuer des mesures subjectives. Une façon d'effectuer ces mesures est d'additionner deux signaux R.F. et de varier la fréquence et le niveau du signal interférant pendant que des observateurs jugent de la qualité de l'image (12, 19).

Une autre méthode subjective est de ne permettre à l'évaluateur de ne voir qu'une image à la fois, mais de lui permettre de changer d'image quand il le veut. Une image contient l'image désirée en plus du signal interférant, l'autre contient l'image désirée, mais contaminée par un signal interférant standard. L'évaluateur ajuste le niveau du signal interférant standard, jusqu'à ce qu'il juge que les images soient également contaminées. On obtient donc une évaluation subjective de l'interférence (8, 9).

7. Interférences U.H.F.

Dans la littérature, les interférences U.H.F. sont traitées, analysées et mesurées de la même façon que les interférences dans la bande S. Alors, on étudiera en profondeur ces interférences en même temps que les interférences dans la bande S.

8. Interférences par des fréquences autres que celles réservées à la transmission de télévision.

Ici, il est question d'immunité, c'est-à-dire, des mesures de neutralité du récepteur lorsqu'il est situé dans un champ électromagnétique. Les effets des postes S.R.G., des interférences à basses fréquences, des interférences sur une plage de 30 MHz à 1 GHz et de la bande S seront étudiés.

8.1 Service de radio général (S.R.G.)

Les interférences produites par les postes de radio dans la bande de 27 MHz sont étudiées.

Afin de mesurer les effets d'un poste S.R.G. sur une image de télévision, il est possible d'établir des tests subjectifs pour évaluer comparativement le niveau d'interférence (26).

Il est possible aussi de mesurer la surcharge d'un étage R.F. par du 27 MHz, en utilisant un analyseur de spectre. Ceci fournit une mesure objective dans un cas de forte interférence (26).

8.2 Interférences basses fréquences

Elles sont produites par des signaux de fréquences (48 ~ 90 Hz) au niveau du signal vidéo et se traduiront par des variations d'intensité lumineuse sur le tube soit sous forme de scintillement ou sous la forme de plaques blanches ou noires.

Un signal B.F. est additionné à un signal vidéo. Le signal résultant est fourni à l'entrée d'un moniteur. Par des tests subjectifs, il est possible d'évaluer le taux d'interférence (18).

8.3 Interférences sur une plage de 30 MHz à 1 GHz

Elles sont transmises soit par l'introduction de signaux parasites via l'antenne et le circuit R.F., ou encore par le boîtier et le circuit de l'appareil.

Afin de mesurer le cas d'irradiation par l'antenne, un générateur à la fréquence qui nous intéresse est couplé à l'entrée R.F. du téléviseur, en même temps qu'un signal désiré. En variant l'amplitude du signal interférant, il est possible d'établir un seuil de visibilité (5, 14, 15).

Dans le cas d'irradiation par le boîtier, l'appareil est placé dans un champ électromagnétique irradié par une antenne dans une chambre anéchoïque, de façon à pouvoir évaluer le champ présent. En variant l'intensité du champ, il sera possible d'évaluer le seuil de visibilité des interférences, avec un signal désiré, fourni du récepteur (5, 14, 15).

8.4 Interférences dans la bande S

Ici il semble que l'effet le plus important soit dû au couplage par le boîtier. La procédure de mesure est identique à celle des interférences de 30 - 1000 MHz (14, 15).

8.5 Interférences dues à des lignes de haute tension

Il est question ici des interférences dues à l'effet couronne et de claquage du diélectrique de lignes à haute tension.

Une méthode de mesure consiste à considérer ces interférences comme des bruits et de mesurer ces bruits sur des canaux inutilisés. On peut donc exprimer cette interférence sous forme de rapport signal au bruit (11). De plus, on peut utiliser des tests subjectifs sur un écran de télévision situé près d'une ligne H.T., pour évaluer le degré de contamination d'une image transmise par un poste de télévision (11).

8.6 Interférences sous forme de bruit impulsionnel

Ce sont les interférences causées par des appareils électroménagers et qui se retrouvent sous forme d'impulsions. En présence de ces interférences, il y a apparition de petits points blancs ou noirs, réduction du contraste de l'image due à une interaction sur la C.A.G., tortillement de l'image dû à une désynchronisation horizontale, ou encore, il se produit un roulement de l'image s'il y a mauvaise synchronisation verticale.

La mesure de bruit impulsionnel requiert l'emploi d'un générateur d'impulsions couplé à un signal désiré, à l'antenne d'un récepteur. L'emploi d'une fréquence à impulsion égale à celle du balayage vertical, permet de mesurer la stabilité horizontale. Un taux de répétitions d'impulsions de l'ordre de 1.0 MHz est utilisé pour mesurer la stabilité verticale et de façon à créer sur l'image un bloc noir de hauteur six fois plus petite que celle de l'écran. Ce bloc est

déplacé dans la zone de synchronisation et l'amplitude du générateur à laquelle il n'est plus possible par la commande de synchronisation verticale, de garder l'image stable, est notée (59).

On utilise deux sortes de trains d'impulsions afin de mesurer la stabilité du contrôle automatique de gain, l'un avec un cycle de travail de 15%, l'autre avec 85%. On produit six traits horizontaux et on mesure l'amplitude du générateur au point où le rapport impulsion de synchronisation sur niveau de blanc du signal désiré est diminué de moitié (59).

Il est possible d'effectuer des mesures subjectives comparatives où l'on étudie les différentes dégradations de l'image citées plus-haut. Un récepteur de références est comparé au récepteur qui est évalué (30).

8.7 Interférences générées de façon interne

Il peut arriver que le téléviseur lui-même soit la source d'interférences nuisibles pour l'image. Il y a apparition de fausses fréquences, interaction entre les différentes porteuses et émission d'énergie R.F. par les circuits de balayage horizontal (30).

Les fausses fréquences sont des fréquences qui n'existent pas, mais qui sont générées par les interactions entre les fréquences R.F. et F.I., ou encore par des interactions entre des harmoniques de ces fréquences. Si ces fausses fréquences se trouvent dans la bande passante du récepteur, elles ont un effet notable.

Il est possible que la sous-porteuse couleur de 3.58 MHz et la porteuse-son de 4.5 MHz, au niveau du signal de bande de base, génèrent un battement de 920 KHz. Pour détecter ce battement, un signal couleur (échelles de couleur) comportant chaque couleur primaire, son complément pleinement saturé et un niveau de blanc à 100%, est utilisé.

De plus, une porteuse-son modulée à 30% par une fréquence de 400 Hz est aussi couplée à l'entrée du récepteur. La mesure consiste en la détection de patrons d'interférences à 920 MHz, dans les zones colorées. La commande de synthonisation est variée et l'effet de cette variation est observé et noté. L'expérience est répétée avec l'amplitude de la porteuse-son au double de celle de la porteuse-vidéo (30).

Les interférences provenant de l'interaction son-image résultent, soit d'un couplage de la modulation et/ou de la porteuse-son avec le circuit vidéo, ou enrore d'intermodulation entre les porteuses au niveau R.F. ou F.I. Ces interférences causent l'apparition d'un patron d'interférences sur le tube.

Afin de les mesurer, un générateur R.F. vidéo qui fournit une trame blanche et un générateur R.F. modulé à 100% par une sinusoïde de 100 Hz sont couplés à l'entrée du récepteur. L'amplitude des deux porteuses étant initialement égales, l'amplitude de la porteuse-son est augmentée jusqu'à ce qu'apparaissent sur l'écran des barres à 100 Hz. A ce point, les niveaux absolu et relatif de la porteuse-son sont notés.

La mesure est recommencée avec la porteuse du son non modulée et la présence d'un battement à 4.5 MHz, de structure très fine, est observée. Pour mesurer la transmodulation, ces deux dernières mesures sont répétées avec le signal d'entrée utilisable maximum (30).

Les interférences causées par les circuits de déflexion horizontale proviennent de l'énergie R.F. émise par le circuit de balayage horizontal couplée aux étages R.F. et F.I. du téléviseur. Ces interférences causent l'apparition d'une barre verticale sur l'image, ou une instabilité horizontale, ou encore une combinaison des deux.

Afin de les mesurer, le récepteur est synthonisé à un canal où l'interférence est apparente. Le signal vidéo utilisé est une trame blanche. Le signal R.F. est augmenté jusqu'à ce que l'interférence soit masquée; ce niveau est noté. L'expérience est répétée pour d'autres canaux (30).

SYSTEME DE MESURE PROPOSE

Le schéma de principe du système de mesure proposé est donné à la fig.4. Ce système permet une mesure quantitative des caractéristiques importantes d'une image de télévision à partir de l'écran. Le signal est détecté de façon optique. Il n'y a donc pas de lien électrique entre l'appareil de télévision et le système de mesure.

Il est ainsi possible de faire une mesure des performances du récepteur de façon globale, en incluant le tube écran. De plus, l'absence de lien électrique direct entre le téléviseur et le système de mesure assure que ce dernier n'apporte pas d'interférence au téléviseur. Ceci est important pour la mesure de la dégradation de l'image en présence de perturbations.

L'intensité lumineuse d'un ou plusieurs points de l'écran est transmise au photodétecteur par un lien optique, système de lentilles ou fibre optique (voir Rapport préliminaire, Janvier 1979).

Afin d'utiliser un photodétecteur fixe, ce qui simplifie la réalisation mécanique, on propose de réaliser un générateur de signaux test qui se déplace lentement sur l'écran. Ceci est l'équivalent d'utiliser une image fixe et un photodétecteur qui balaye l'image sur l'écran. Le système de mesure comprend en outre une unité de traitement de donnée et d'affichage de résultats. Un microprocesseur contrôle la génération de signaux test et la collecte des données.

Equipement disponible:

Le présent contrat comprenait l'achat d'équipement et de matériel qui serviront à la conception et la réalisation du système de mesure proposé. Les équipements suivants ont été achetés:

- 1 téléviseur couleur Sony model KV1922;
- 1 générateur NTSC Tektronix model 1410 avec les tiroirs suivants:
 - générateur de signaux de synchronisation model SPG3;
 - générateur de signaux de linéarité model TSG3.

Actuellement, de ces appareils, seul le téléviseur Sony KV1922 nous a été livré.

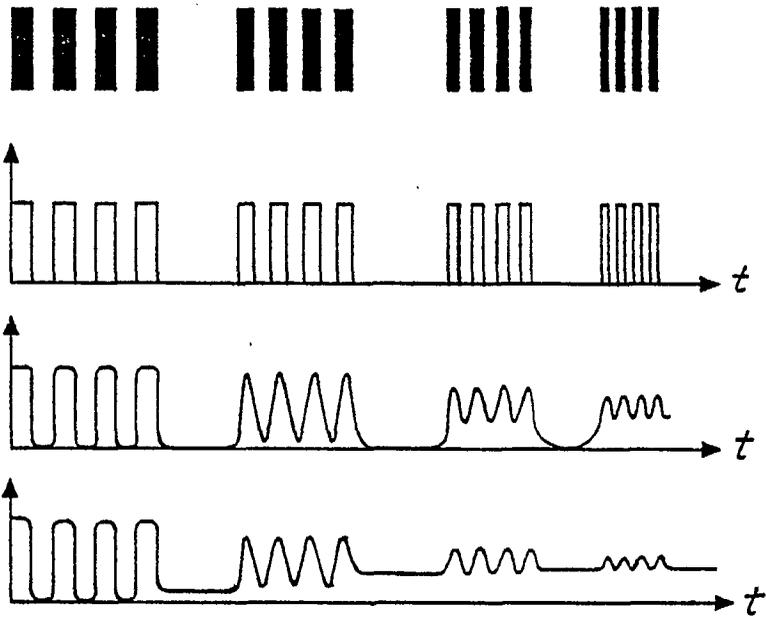


Fig. 1 - Signal test pour évaluation de la résolution.

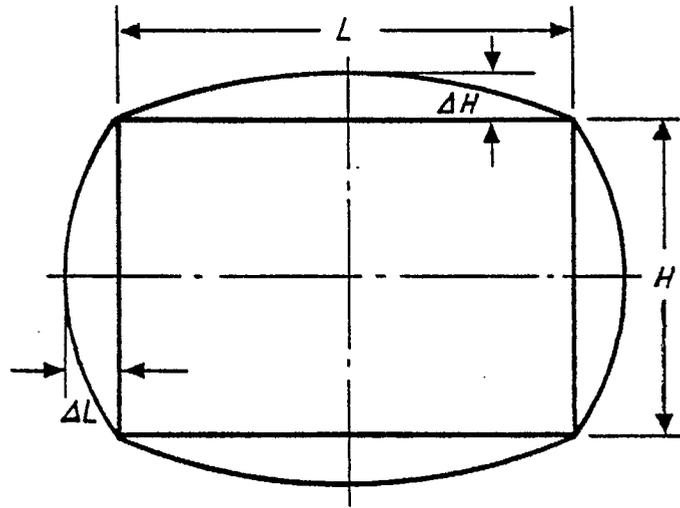


Fig. 2 - Distorsion géométrique en forme de tonneau.

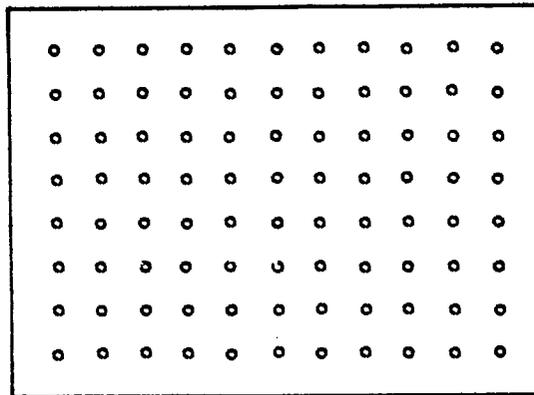


Fig.3- Mire test pour évaluation de la distorsion géométrique.

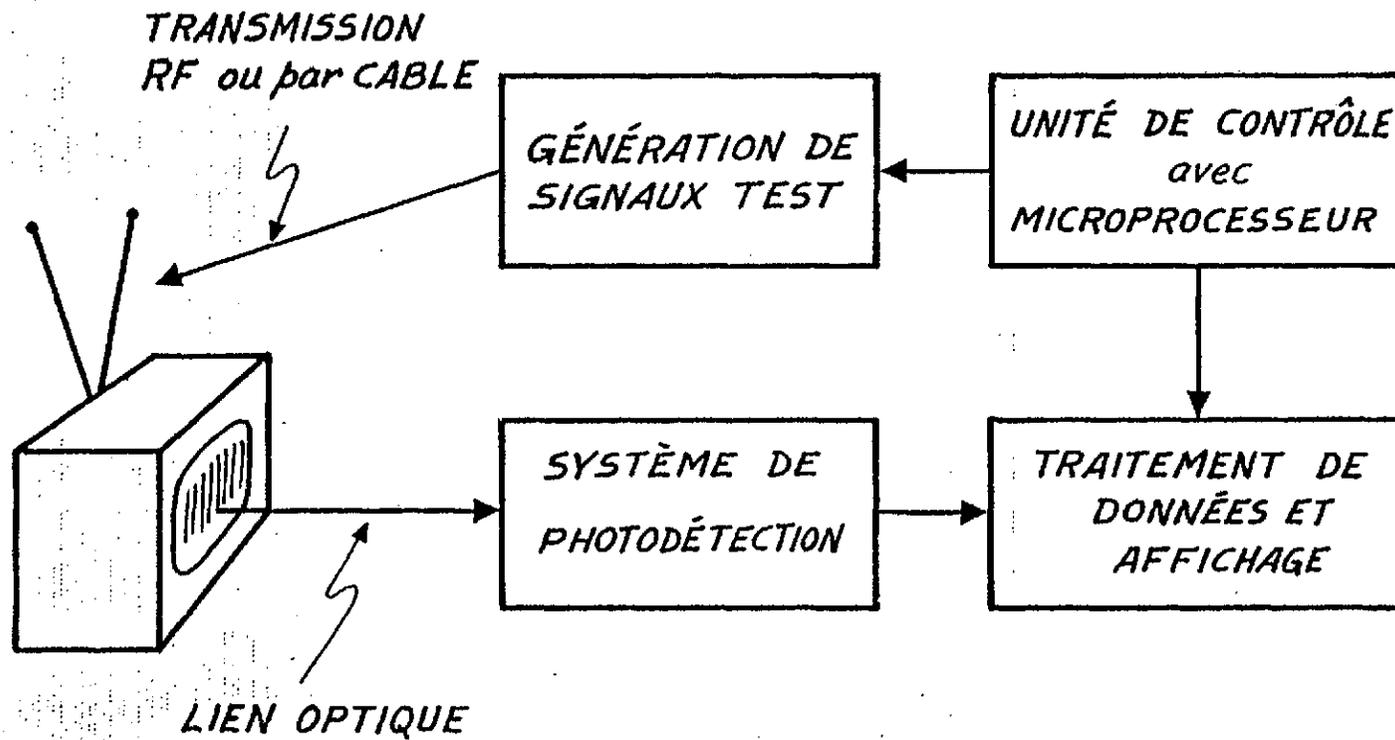


Fig.4- Système proposé.

REFERENCES

- 1 - ALDRICH, F.E., FISHMAN, M.; Wide angle color CRT deflection for horizontal linearity correction. IEEE Transactions, vol. CE-21, p. 9-14, 1975.
- 2 - BAUER, J.A., A versatile approach to the measurement of amplitude distortion in color television. IRE Proceedings, vol. 42, p. 240-246, 1954.
- 3 - BLOOMSBURGH, R.A., The measurement of yoke astigmatism. IRE Transactions, vol. PGBTR-7, p. 26-33, 1954.
- 4 - BLUESTEIN, L.I., Envelope detection of vestigial sideband signals with application reception. IEEE Transactions, vol. CE-21, p. 369-379, 1975.
- 5 - BRITISH STANDARDS INSTITUTION. Specification for radio interference limits and measurements for television and V.H.F. sound receivers. B.S-905; 1969.
- 6 - BUTLER, W.J., PUCKETTE, C.M., GITTINGER, N.C., An experimental TV G host-suppressor circuit using charge-transfer devices. IEEE Journal of S.S. Circuits, vol. SC-10, p. 247, 1974.
- 7 - CASTLE, C.X., Proof of performance for color television facilities. IRE Transactions, vol. PGBTS-3, p. 48-57, 1954.
- 8 - CHAPIN, E.W., MIDDLEKAMP, L.C., ROBERTS, W.K., Co-channel TV interference and its reduction. IRE Transactions, vol. PGBTS-10, p. 3-24, 1958.
- 9 - CHAPIN, E.W., ROBERTS, W.K., MIDDLEKAMP, L.C., Interference to color and monochrome television receivers by oscillator radiation and other C.W. signals. IRE Transactions, vol. PGBTR-7, p. 47-58, 1954.
- 10 - CHATTEN, J.B., Wide-range chromacity measurements with photo-electric colorimeter. IRE Proceedings, vol. 42, p. 156-160, 1954.
- 11 - CLARK, C.F., LOFTNESS, M.O., Some observations of foul weather EHV television interference. IEEE Transactions, vol. PAS-89, p. 1157-1167, 1970.
- 12 - DEAN, C.E., Measurements of the subjective effects of interference in television reception. IRE Proceedings, vol. 48, p. 1035-1051, 1960.
- 13 - DOBA, S. Jr., The measurement and specification of non-linear amplitude response in television. IRE Proceedings, vol. 45, p. 161-165, 1957.
- 14 - DONALDSON, E.E. Jr., JENKINS, S.M., Television receiver susceptibility investigations. Georgia Institute of Technology, février 1974.
- 15 - DONALDSON, E.E., Susceptibility of home entertainment equipment to high power interference. IEEE EMC Symposium, 06-78, p. 122-127.
- 16 - DONOFRIO, R.L., A new approach to determining the image response of a color picture tube.
- 17 - DONOFRIO, R.L., Image sharpness of a color picture tube by modulation transfer function techniques. IEEE Transactions, vol. BTR-18, p. 1-6, 1972.

- 18 - FOWLER, A.D., Observer reaction to low-frequency interference in television pictures. IRE Proceedings, vol. 39, p. 1332-1336, 1951.
- 19 - FREDENDALL, G.L., BEHREND, W.L., Picture quality - Procedure for evaluating subjective effects of interference. IRE Proceedings, vol. 48, p. 1030-1034, 1960.
- 20 - FREDENDALL, G.L., MORRISON, W.C., Effect of transmitter characteristics on NTSC color television signals. IRE Proceedings, vol. 42, p. 95-105, 1954.
- 21 - GLUYAS, T.M., Television demodulator standards. IEEE Transactions, vol. CE-23, p. 222, 1977.
- 22 - GLUYAS, T.M., TV transmitter luminance transient response. IEEE Transactions, vol. BC-20, p. 1, 1974.
- 23 - GOSTYN, E., Simplified raster outline display method for the evaluation of TV and other rectangular coordinate deflection yokes. IEEE Transactions, vol. BTR-10 (2), p. 66-69, 1964.
- 24 - GOYAL, S.K., NEAL, C.B., BOWERMAN, E.R., Television transient response using a new simulation program. IEEE Transactions, vol. BC-23, p. 29, 1977.
- 25 - GRIFIS, P.D., SHEFER, J., Kinescope spot size as it relates to picture quality. IEEE Transactions, vol. CE-23, p. 14, 1977.
- 26 - HAND, W.L., Personal use radio (CB) and its effects on TV reception. IEEE Transactions, vol. CE-23, p. 78, 1977.
- 27 - HAND, W.L., Television receiver requirements for CATV systems. IEEE Transactions, vol. BTR-18, p. 133-191, 1972.
- 28 - HURFORD, W.L., Television interlace pairing: its effects on detail response and its measurement. IEEE Transactions, vol. BC-13, p. 120-126, 1967.
- 29 - IRE. IRE standards on television: measurement of differential gain and phase. IRE Proceedings, vol. 48, p. 201-208, 1960.
- 30 - IRE. IRE standards on television: methods of testing monochrome television broadcast receivers. IRE Proceedings, vol. 48, p. 1124-1154, 1960.
- 31 - IRE. IRE standards on television: methods of measurement of aspect ratio and geometric distortion. IRE Proceedings, vol. 42, p. 1098-1103, 1954.
- 32 - KENNEDY, R., Sine-squared pulses in television system analysis. RCA Review, vol. 21, p. 253-265, 1960.
- 33 - KENNEDY, R.C., A dynamic standard for black-and-white and color television systems. IRE International Convention Record, vol. 5 (7), p. 17-22, 1951.
- 34 - KRIVOCHEEV, M.I., Les bases de mesure en télévision. Masson et Cie, 1967.

- 35 - LAZARUS, L., Accurate measurement of chrominance delay. Broadcast Engineering, p. 43, mars 1967.
- 36 - MACDONALD, J.K., The use of phase equalizers to improve the transient response of a television system. IRE Transactions, vol. BC-6, p. 12-20, 1960.
- 37 - MAKINO, S., IWASAWA, M., MURAKAMI, S. et al., A fully automatic ghost canceller. IEEE Transactions, vol. CE-24, p. 267, 1978.
- 38 - MALLON, R.E., Application of K-rating to U.S.A. NTSC systems. Journal of the SMPTE, vol. 79, p. 16, 1970.
- 39 - MATTHEWS, L.E., The optimum source impedance and noise figures of television input tubes with various circuits. IRE Transactions, vol. BTR-(7), p. 22-26, 1959.
- 40 - MCKECHNIE, J.C., Determining TV scan pattern distortions by means of line gratings. IEEE Proceedings, vol. 55, p. 1632-1633, 1967.
- 41 - MERTZ, P., Perception of television random noise. Journal of the SMPTE, vol. 54, p. 8, 1950.
- 42 - MIYAZAWA, H., ENDO, Y., Ghost analyzer for measuring TV ghost waves. IEEE Transactions, vol. BC-24, p. 101, 1978.
- 43 - MORRIS, R.M., SERAFIN, J., Progress report on vertical interval television test signal. IRE Transactions, vol. PGTS-9, p. 65-69, décembre 1957.
- 44 - MORRISON, W.C., KARSTAD, K., BEHREND, W.L., Tests instruments for color television. IRE Proceedings, vol. 40, p. 247-258, 1954.
- 45 - NEAL, C.B., GOYAL, S.K., Frequency and amplitude - Dependent phase effects in television broadcast systems. IEEE Transactions, vol. CE-23, p. 234, 1977.
- 46 - NEAL, C.B., The quantitative colorimetric effects of differential gain and differential phase distortions in NTSC color television pictures. IEEE Transactions, vol. CE-22, p. 99-100, 1976.
- 47 - NEAL, C.B., Television colorimetry for receiver engineers. IEEE Transactions, vol. BTR-19, p. 149-162, 1973.
- 48 - O'CONNOR, R.A., Current usage of the vertical interval test signals in television broadcasting. IEEE Transactions, vol. CE-22, p. 220-228, 1976.
- 49 - O'DONNELL, J.P., VOGEL, R.Q., Direct-reading colorimeter for color television picture tubes. IEEE Transactions, vol. BTR-19, p. 1-7, 1973.
- 50 - O'DONNELL, J.P., VOGEL, R.Q., Instrumentation for proper white field balance when measuring luminance of color television picture tubes. IEEE Transactions, vol. BTR-15, p. 171-175, 1969.
- 51 - OSBORNE, B.W., The assesment of picture quality on cable television systems by means of engineering audits. IEEE Transactions, vol. CATV-2, p. 95, 1977.

- 52 - POPKIN-CLURMAN, J.R., Video transmission testing techniques for monochrome and color. IRE Transactions, vol. PGBTS-8, p. 14-24, juin 1957.
- 53 - POPKIN-CLURMAN, J.R., DAVIDOFF, F., New TV signals for testing and control during programming. IRE International Convention Record, vol. 5(7), p. 23-31, 1957.
- 54 - PRITCHARD, D.H., Color signal inphase and quadrature distortion measurement and evaluation. RCA Review, vol. 38, p. 3, 1977.
- 55 - RADO, J.A., HUGUES, W.L., Quantitative spectral measurements in color television. IRE Proceedings, vol. 42, p. 515-156, 1954.
- 56 - RAGONE, F.J., Performance measurements of modulators and demodulators for CATV. IEEE Transactions, vol. BC-35, p. 89-94, 1969.
- 57 - RHODES, C.W., The 12.5 T modulated sine-squared pulses for NTSC. IEEE Transactions, vol. BC-18, p. 8, 1972.
- 58 - RHODES, C.W., An automated Vertical-internal test-signal monitoring system for NTSC. IEEE Transactions, vol. BC-19, p. 29-37, 1973.
- 59 - ROGERS, G.F., Methods of measurement of impulse noise susceptibility of TV receivers. IEEE Transactions, vol. BTR-18, p. 143-150, 1972.
- 60 - RONZHEIMER, S.P., FARBER, R.J., Tentative methods of measurement of color television receiver performance. IRE Transactions, vol. BTR-2, p. 10-30, 1956.
- 61 - ROSMAN, G., Interpretation of the waveform of luminance - Chrominance pulse signals. Electronics Letters, vol. 3, p. 128, 1967.
- 62 - ROTH, S.A., RHODES, C.W., A new precision TV measurement demodulator. IEEE Transactions, vol. BC-23, p. 109, 1977.
- 63 - SAMULON, H.A., Video measurements employing transient techniques. IRE Proceedings, vol. 44, p. 638-649, 1956.
- 64 - SAY, D.L., Picture spot analysis using direct photography. IEEE Transactions, vol. CE-23, p. 32, 1977.
- 65 - SCHADE, O.H., A method of measuring the optical sine-wave spatial spectrum of television display devices. Journal of the SMPTE, vol. 67, p. 561, 1958.
- 66 - SCHMID, H., A graticule for the measurement of short-time waveform distortion in television facilities and subjective impairments in television pictures. Journal of the SMPTE, Vol. 85, p. 30.
- 67 - SCHMID, H., Choice of the T step or the 2 T pulse for measuring short-time waveform distortion in TV facilities. IEEE Transactions, vol. BC-24, p. 1, 1978.
- 68 - SCHMID, H., The measurement of field-time and line-time waveform distortion in NTSC TV facilities. IEEE Transactions, vol. BC-19, p. 37, 1973.

- 69 - SCHMID, H., The measurement of linear chroma distortion in NTSC TV facilities. IEEE Transactions, vol. BC-18, p. 77, 1972.
- 70 - SCHMID, H., The measurement of short-time waveform distortion in NTSC TV facilities. IEEE Transactions, vol. BC-18, p. 77, 1972.
- 71 - SCHMID, H., The Sin^2 pulse and the Sin^2 step in the NTSC TV system. IEEE Transactions, vol. BC-18, p. 83, 1972.
- 72 - SCHMID, H., Measurement of television picture impairments caused by linear distortions. Journal of the SMPTE, vol. 77, p. 215, 1968.
- 73 - SCHMID, H., How to determine the 2T pulse K factor of TV facilities without the aid of an oscilloscope graticule. IEEE Transactions, vol. BC-15, p. 12-14, 1969.
- 74 - SCHMID, H., A graticule to measure the waveform performance of TV facilities. IEEE Transactions, vol. BC-9, p. 95-100, 1963.
- 75 - SCHWARZ, H.G., Selectivity requirement to eliminate adjacent channel interference on multi-channel CATV systems. IEEE Transactions, vol. CE-22, p. 339-347, 1976.
- 76 - SHAIR, H.M., Quantitative "Black Box" measurements for TV receivers. IEEE Transactions, vol. BTR-17, p. 225-231, 1971.
- 77 - SHANNON, W.W., The Barnes colorimeter applied to television quality control. IRE Transactions, vol. PGBTR-5, p. 49-52, 1954.
- 78 - SIOCOS, C.A., Chrominance-to-luminance ratio and timing measurements in color television. IEEE Transactions, vol. EC-14, p. 1-4, 1968.
- 79 - SOBOLEWSKI, V.C., Using Moiré patterns to determine the distortion of graphic displays and graphic input devices. IEEE Proceedings, vol. 58, p. 567-583, 1970.
- 80 - STEVENS, M., OZAWA, L., BAN, G., HERSH, H.N., Phosphors and picture-tube performance. IEEE Transactions, vol. BC-21, février 1975.
- 81 - STRAUS, T.M., The relationship between the NCTA, EIA and CCIR definitions of signal-to-noise ratio. IEEE Transactions, vol. BC-20, p. 36, 1974.
- 82 - TAYLOR, A.S., JANES, L.H., Field testing the performance of a cable TV system. IEEE Proceedings, vol. 58, p. 86-102, 1970.
- 83 - TOWNSEND, C.L., TV receiver area picture losses. IRE Transactions, vol. PGBTS-11, p. 1-3, 1958.
- 84 - TSCHANNEN, R.F., DUFFY, E.J., Equipment and techniques for simplified testing of color TV receivers. IRE Transactions, vol. BTR-8 (3), p. 68-77, 1962.
- 85 - VAN ANROOY, P.H., Dynamic polar display of transfer characteristics of television receivers. IRE Transactions, vol. BTR-7 (2), p. 47-53, 1967.

- 86 - VOGEL, R.Q., Luminance measurement techniques for color television picture tubes. IEEE Transactions, vol. BTR-13, p. 66-71, 1967.
- 87 - VOGEL, R.Q., Color television brightness - Yesterday, today and tomorrow. IEEE Transactions.
- 88 - VOGEL, R.Q., Contrast measurements on color television picture tubes. IEEE Transactions, vol. BTR-17, p. 30-34, 1971.
- 89 - WEAVER, S., WILCOX, P., Solutions to the cross-modulation problems in solid-state UHF TV tuners. IEEE Transactions, vol. BTR-13, p. 9-17, 1967.
- 90 - WEBB, R.C., Synthetic-pattern generator for the solution of certain instrumentation problems in television. RCA Review, vol. 15, p. 187-207, 1954.
- 91 - WOLF, P., Modification of the pulse-and-bar test-signal with special reference to application in color television. Journal of the SMPTE, vol. 75, p. 15, 1966.
- 92 - YAMAMOTO, K., YAMAGUCHI, N., MIYATA, M., Ghost reduction system for television receivers. IEEE Transactions, vol. CE-23, p. 327, 1977.
- 93 - Ministère des Communications: Identification et résolution du brouillage de la télé et de la radio. Gouvernement du Canada.

- 93 - ALLNATT, J.W., Subjective quality of colour-television pictures impaired by gain and delay inequalities between the luminance and chrominance channels. IEEE Proceedings, vol. 112, p. 1819, 1965.
- 94 - ALLNATT, J.W., Subjective quality of television pictures impaired by long-delayed echoes. IEE Proceedings, vol. 112, p. 487-492, 1965.
- 95 - AMOS, B., QUIRK, C., Factors affecting the correlation of TV picture quality between field and laboratory signals. IRE Transactions, vol. PGBTR-6, p. 2-15, 1954.
- 96 - ANTHONY, P.R., BREWER, L.L., RUSSELL, W.G., A study on compatible television receivers for CATV reception and/or off-air reception Part I, Part II. Ministère des Communications, 31-03-78.
- 97 - ARGUELLO, R.J., HARVEY, R.S., STULLER, J.A., Transfer function compensation of sampled imagery. IEEE Transactions (Computers), p. 814, juillet 1972.
- 98 - ASH, P.L., HARTMANN, C.S., High performance TV receiver. Texas Instrument, 3/78. FCC/OCE CE-78-01.
- 99 - BAERTSCH, R.D., ENGELER, W.E., GOLDBERG, H.S. et al., The design and operation of practical charge-transfer transversal filters. IEEE Journal. S.S. Circuits, volume SC-11, p. 65, 1976.
- 100 - BAIG, W.G., An edge-enhancing double-focus camera for image processing. Philips Technical Review, vol. 37, p. 180-187, 1977.
- 101 - BALDWIN, M.W. Jr., NIELSEN, G. Jr., The subjective sharpness of simulated television pictures.
- 102 - BALDWIN, M.W. Jr., Subjective sharpness of additive color pictures. IRE Proceedings, vol. 39, p. 1173-1176, 1951.
- 103 - BARLOW, M.W.S., Television studio performance measurements. Journal of the SMPTE, vol. 77, p. 169, 1968.
- 104 - BARSTOW, J.M., The ABC's of color television. IRE Proceedings, vol. 43, p. 1574-1579, 1955.
- 105 - BEHREND, W.L., Effects of incidental phase modulation on TV transmitters, or other circuits, on TV signals. IEEE Transactions, vol. BC-19, p. 53, 1973.
- 106 - BEHREND, W.L., Reduction of co-channel interference by precise frequency control of television picture carriers. RCA Review, vol. 17, p. 443-459, 1956.
- 107 - BEHREND, W.L., Reduction of co-channel interference by precise frequency control of television picture carriers, Part II. RCA Review, vol. 20, p. 349-364, 1959.
- 108 - BELL, J.F., The development of proposed industry standard procedures for measuring TV receiver performance. IEEE Transactions, vol. BTR-20, p. 1-5, 1974.
- 109 - BELL, N.W., Single-sideband distortion of NTSC color signals due to detection. IEEE Transactions, vol. BC-17, p. 104-106, 1967.

- 110 - BENSON, K.B., Report on sources of variability in color reproduction as viewed on the home television receiver. IEEE Transactions, vol. BTR-19, p. 269-275, 1973.
- 111 - BIGGS, A.J., MILLS, R.A., The performance of television receiver installations in the presence of interference. IEEE Proceedings, vol. 99 (III A), p. 597, 1952.
- 112 - BILLINGS, A.R., FORWARD, B.E., Video correlator using thin-film hall multipliers. IEE Proceedings, vol. 112, p. 689-693, 1965.
- 113 - BILINGSLEY, E.C., Application of digital image processing. Applied Optics, Vol. 9 (2), p. 289, 1972.
- 114 - CARDEN, F.F., OSBORNE, W.P., GILBERT, A.L., Discrete analysis of a composite video signal. IEEE Transactions, vol. BTR-16, p. 352, 1970.
- 115 - CAVANAUGH, J.R., LESSMAN, A., Subjective effects of differential gain and phase distortions in NTSC color television pictures. Journal of the SMPTE, vol. 80, p. 614, 1971.
- 116 - CAVANAUGH, J.R., A single noise weighting characteristic for random noise in monochrome and NTSC color television. Journal of the SMPTE, vol. 79, p. 105, 1970.
- 117 - CHAPIN, E.W., Standards for test-line signals. IRE International Convention Record, vol. 5 (7), p. 48-49, 1957.
- 118 - CHATTEN, J.B., CLAPP, R.G., FINK, D.G., The composite video-signal waveforms and spectre. IRE Transactions, vol. BTR-1 (3), p. 31-43, 1955.
- 119 - COMPTON, P.D., The image analysis maze. Electro-Optical Systems Design, p. 18, 1975 (juillet).
- 120 - CSORBA, I.P., Modulation transfer function calculation of electrostatic electron lenses. RCA Review, vol. 33, p. 393-398, 1972.
- 121 - DAY, P.G., A study into the relevance of existing UHF-TV allocation criteria in the light of current receiver performance. Ministère des Communications, projet 7611, 14-07-77.
- 122 - DEICHERT, R.W., SCHERAGA, M.G., The special application of the cathode ray oscillograph in television broadcast operation. IRE Transactions, vol. PGBTS-1, p. 42-48, 1955 (mars).
- 123 - DE MARSH, L. et al., Colorimetric standards in U.S. color TV. IEEE Transactions, vol. BTR-20, p. 167-168, 1976.
- 124 - DE MARSH, L., Colorimetric standards in U.S. color TV. Journal of the SMPTE, vol. 83, p. 1-5, 1976.
- 125 - DINSEL, S., Quadrature distortion correction for TV vestigial sideband transmission. Journal of the SMPTE, vol. 75, p. 20, 1966.

- 126 - DOYLE, R.J., Television resolution evaluation. IEEE Transactions, vol. BC-10, p. 24-27, 1964.
- 127 - DWYER, S.S. III, HARLOW, C.A., LODWICK, G.S., Keys to computerized Image analysis. Research Development, p. 24, 1972 (avril).
- 128 - EASTON, K.J., Television Interference from power lines. IEEE Transactions, vol. CATV-2, p. 162, 1977.
- 129 - EHEMANN, G.M., Three-filter colorimetry of color-television picture tubes. RCA Review, vol. 36, p. 254-273, 1975.
- 130 - EZARD, L.A., MTF measurements of an image tube electron lense. RCA Review, vol. 36, p. 722-730, 1975.
- 131 - FARBER, R.J., The RETMA color television test stripe signal. IRE Transactions, vol. BTR-2, p. 31-33, 1956.
- 132 - FORMAN, J.M., KIRKPATRICK, G.P., Quality-control determination of the screen persistence of color picture tubes. RCA Review, vol. 20, p. 293-307, 1959.
- 133 - FOWLER, A.D., Performance of Bell intercity networks transmitting NTSC color television signals. IEEE Transactions, vol. BTR-12, p. 22-26, 1966.
- 134 - FYLER, G.W., Gamma distortion in the monochrome TV system. IEEE Transactions, vol. BTR-8 (2), p. 21-30, 1962.
- 135 - GLOYSTEIN, E.E., Operational tests for color television. IRE Transactions, vol. BTR-1 (3), p. 18-26, 1955.
- 136 - GLUYAS, T.M., BEHREND, W.L., Correlation between TV transmitter performance measurements and picture quality. IEEE Transactions, vol. BC-16, p. 25-32, 1968.
- 137 - GOLDBERG, A.A., PCM encoded MTSC color television subjective tests. Journal of the SMPTE, vol. 82, p. 649, 1973.
- 138 - GRONBERG, H.C., Reference test signals. IRE International Convention Record, vol. 5 (7), p. 42-45, 1957.
- 139 - HAND, W.L., Measurement of receiver phase characteristics. IEEE Transactions, vol. BTR-16, p. 290-299, 1970.
- 140 - HARDY, A.E., The performance of color-television picture tube phosphor screens. IEEE Transactions, vol. BTR-11, p. 33-37. 1965.
- 141 - HARRISON, C.W., Experiments with linear prediction in television. Bell system technical journal, vol. 31, p. 764, 1952.
- 142 - HARRY DULMAGE Ass. Ltd., A study into the improvements in television tuner design to optimize UHF broadcast spectrum utilization. Ministère des Communications, février 1978.

- 143 - HERBSTREIT, J.W., POULIQUEN, H., International standards for color television. IEEE Spectrum, vol. 4 (3), p. 104-111.
- 144 - HICKOK, W.K., The influence of color burst variations on the design and performance of color receivers. IEEE Transactions, vol. BTR-17, p. 92-97, 1971.
- 145 - HIGHLEYMAN, W.H., CANTELLH, M.J., BABITS, V.A., Chromacity coordinate-plotting photometer. IRE International Convention Record, vol. 4 (7), p. 174-179, 1956.
- 146 - HIRSH, C.J., LOUGHLIN, B.D., General color receiver considerations. IRE Transactions, vol. PGBTR-2, p. 2-14, 1953.
- 147 - HUGHES, W.L., Surveys of adjacent channel interference in UHF television. IRE Transactions, vol. BTR-8 (3), p. 63-67, 1964.
- 148 - HURFORD, W.C., Notes on TV waveform frequency response. IRE Proceedings, vol. 39, p. 562-563, 1951.
- 149 - HYZER, W.G., Image restoration and enhancement. Research/Development, p. 28, avril 1974.
- 150 - HYZER, W.G., Image analysis. Research/Development, p. 44, février 1974.
- 151 - INGLE, S.F., LEBEYKA, J.J., Video amplitude and delay measuring set. IEEE International Convention Record, partie II, p. 262-268, 1965.
- 152 - IRE, IRE standards on video techniques: definitions of terms relating to television. IRE Proceedings, vol. 49, p. 1193-1195, 1967.
- 153 - IRE, IRE standards on television: methods of measurement of time of rise, pulse width, pulse timing of video pulses. IRE Proceedings, vol. 38, p. 1258-1263, 1950.
- 154 - IRE, IRE standards on television: measurement of luminance signal levels. IRE Proceedings, vol. 46, p. 482-486, 1958.
- 155 - IRE, IRE standards on television: definitions of television signal measurement terms. IRE Proceedings, vol. 43, p. 619-622, 1955.
- 156 - IRE, IRE standards on television: definitions of color terms. IRE Proceedings, vol. 43, p. 742-748, 1955.
- 157 - ISONO, H., SAKHTA, H., KUSAKA, H., Subjective evaluation of chromatic blur depending on luminance level. IEEE Transactions, vol. BC-24, p. 107, 1978.
- 158 - JACKSON, J.E., Scaling techniques for subjective judgments of image quality. Journal of the SMPTE, vol. 83, p. 891, 1974.
- 159 - JAMES, K., A practical adaptation of the Barnes colorimeter for kinescope-screen color determination. IRE Transactions, vol. PGBTR-5, p. 45-48, 1954.
- 160 - JAMES, R.T., An analysis of test pattern signals: the vertical wedges. IEEE Transactions, vol. BC-15, p. 55-58, 1969.

- 161 - JOHANNESSEN, F.G., Recent developments and utilizations of test signals in the vertical interval. IEEE Transactions, vol. BC-13, p. 6-14, 1967.
- 162 - KASTELEIN, A., A new sine-squared pulse and bar shaping networks. IEEE Transactions, vol. BC-16, p. 84, 1970.
- 163 - KELLY, H.P., Differential phase and gain measurements in color television systems. IRE Transactions, vol. BTR-1 (3), p. 14-17, 1955.
- 164 - KENNEDY, R.C., Test signal for measuring "On the air" color-television system performance. RCA Review, vol. 17, p. 553-557, 1956.
- 165 - KENNEDY, R.C., Pedestal processing amplifier for television studio operation. RCA Review, vol. 17, p. 297-302, 1956.
- 166 - KRETZMER, E.R., Statistics of television signals. Bell system technical journal, vol. 31, p. 751, 1952.
- 167 - LESSMAN, A., Subjective effects of delay difference between luminance and chrominance information of the NTSC color television signal. Journal of the SMPTE, vol. 80, p. 620, 1971.
- 168 - LESSMAN, A.M., The subjective effects of echoes in 525-line monochrome and NTSC color television and the resulting echo time weighting. Journal of the SMPTE, vol. 81, p. 907, 1972.
- 169 - LI, T.C.T., Frequency domain analysis of the TV chroma demodulator and its application in detecting the effect of phase errors. IEEE Transactions, vol. BC-24, p. 34, 1978.
- 170 - LOUGHLIN, B.D., Color signal distortions in envelope type of second detectors. IRE Transactions, vol. BTR-3, p. 81, 1957.
- 171 - LOUGHLIN, B.D., A review of some of the recent developments in color TV. IRE Transactions, vol. BTR-8 (1), p. 55-69, 1962.
- 172 - LUDDY, E.N., New Equipment for measuring envelope delay. IRE Transactions, vol. BC-6, p. 22-26, 1960.
- 173 - LUEDICKE, E., The reaction of sync separators in television receivers to impulse noise. IRE Transactions, vol. BTR-4 (4), p. 15-41, 1958.
- 174 - LUTHER, A.C., Methods of verifying adherence to the NTSC color signal specifications. IRE Proceedings, vol. 42, p. 235-240, 1954.
- 175 - MIDDLEKAMP, L.C., DAVIS, H., WEBER, C.R., A study of the characteristics of the FCC prototype TV receiver UHF taboos. FCC/OCE Lab 78-01 2/78.
- 176 - MIDDLEKAMP, L.C., Reduction of co-channel television interference by very precise offset carrier frequency. IRE Transactions, vol. PGTS-12, p. 5-10, 1958.
- 177 - Ministère des Communications, Rapport sur les téléviseurs cable-compatibles. Gouvernement du Canada, septembre 1977.

- 178 - MORRIS, R.M., Television vertical internal test signal. IRE International Convention Record, vol. 5 (7), p. 37-39, 1957.
- 179 - NEAL, C.B., Improving television color uniformity through the use of the VIR signal. IEEE Transactions, vol. CE-22, p. 230-237, 1976.
- 180 - NTSC, NTSC signal specifications. IRE Proceedings, vol. 42, p. 17-19, 1954.
- 181 - O'CONNOR, R.A., Understanding television grade A and B service contours. IEEE Transactions, vol. BC-14, p. 137-143, 1968.
- 182 - OSBORNE, B.W., Color television and the K-rating. IEEE Proceedings, vol. 58, p. 1103-1111, 1970.
- 183 - PALDI, A., The effects of high voltage line corona discharge on TV picture quality. Urban Dimension Group Inc.
- 184 - POPKIN-CLURMAN, J.R., DAVIDOFF, F., An automatic level control using vertical interval test signals. IRE International Convention Record, vol. 6 (7), p. 5-11, 1958.
- 185 - POPKIN-CLURMAN, J.R., DAVIDOFF, F., A deleter-adder unit for TV vertical interval test signals. IRE International Convention Record, vol. 7 (7), p. 117-123, 1959.
- 186 - POUSSART, D., GANGULY, U.S., Rapid measurement of system kinetics: an instrument for real time transfert function analysis. IEEE Proceedings, vol. 65, mai 1977.
- 187 - PRABA, K., RF pulse measurement techniques and picture quality. IEEE Transactions, vol. BC-22, p. 12, 1976.
- 188 - PRITCHARD, D.H., RHODES, R.N., Color television signal receiver demodulators. IEEE Transactions, vol. PGBTR-4, p. 1-22, 1953.
- 189 - PROSSER, H.F., Use of Fourier transforms in transient analysis of asymmetric sideband systems. IEEE Transactions, vol. BC-18 (2), p. 45, 1972.
- 190 - QUINLAN, E.J., The measurement of CRT beam apertures. IRE Transactions, vol. BTR-2, p. 14-17, 1957.
- 191 - RAUSCH, R.H., TRUE, T.T., A one tube crystal filter reference generator for color TV receivers. IRE Transactions, vol. BTR-2, p. 2-7, 1957.
- 192 - ROBBINS, J.D., MACKEY, D.G., Moiré pattern in color television. IEEE Transactions, vol. BTR-12, p. 105-121, 1967.
- 193 - ROBERTS, W.K., Response of RF tuned circuits in television tuners at frequencies far from resonance. IEEE Transactions, vol. BTR-14, p. 74-78, 1968.
- 194 - RONZHEIMER, S.P., A new approach to the DC-restoration problem. IRE Transactions, vol. BTR-8 (3), p. 39-55, 1962.
- 195 - SASAKI, R., FURUHASHI, M., NAGAOKA, Y., A simplified cross-color suppression circuit for color receivers. IEEE Transactions, vol. BTR-16, p. 178-183, 1970.

- 196 - SCHADE, O.H., On the quality of color television images and the perception of color detail. Journal of the SMPTE, vol. 67, ———, décembre 1958.
- 197 - SCHADE, O.H., Image gradation, graininess, and sharpness in television and motion-picture systems. Part IV A and B: Image analysis in photographic and television systems (Definition and sharpness). Journal of the SMPTE, vol. 64, p. 593, 1955.
- 198 - SCHADE, O.H., The resolving-power function and quantum processes of television cameras. RCA Review, vol. 28, p. 435-460, 1967.
- 199 - SCHLEISINGER, K., The vectorscope and its applications in color TV, FM, and radio navigation - second ED. IRE Transactions, vol. PGBTR-8, p. 1-13, 1954.
- 200 - Service de la réglementation des télécommunications, Immunité du matériel électrique et (ou) électronique devant fonctionner dans le milieu radio-électrique au Canada. M.D.C. ACEM/EMCAB-1, 9-77.
- 201 - SIOCOS, C.A., Numerical values for subjective picture quality in television. Journal of the SMPTE, vol. 80, p. 958, 1971.
- 202 - SIOCOS, C.A., The color signal form of sine-squared testing in television - A technical note. Journal of the SMPTE, vol. 76, p. 1216, 1976.
- 203 - SONNEFELDT, R.W., Selectivity and transient response synthesis. IRE Transactions, vol. BTR-1 (3), p. 1-8, 1955.
- 204 - STEINMETZ, H.J., DOBSCH, H., Measurements methods and statistics of parameter values in automatic measurements in video channels. ———.
- 205 - STE-MARIE, A., CBC video test signals. IRE International Convention Record, vol. 5 (7), p. 50, 1957.
- 206 - SUCIU, P.I., HODGES, D.A., Image contour extraction with analog MOS circuit techniques. IEEE Journal S.S. Circuits, vol. SC-12, p. 65, 1977.
- 207 - SWITZER, I., The television receiver in the cable TV environment. IEEE Transactions, vol. BTR-17, p. 133-139, 1971.
- 208 - THEDICK, H., Adaptative multipath equalization for TV broadcasting. IEEE Transactions, vol. CE-23, p. 175, 1977.
- 209 - THOMSON, W.E., The synthesis of a network to have a sine-squared impulse response. IEE Proceedings, vol. 99 (III), p. 373, 1952.
- 210 - THORPE, J., Video network testing. IRE International Convention Record, vol. 5 (7), p. 46-47, 1957.
- 211 - WEAVER, L.E., The quality rating of color television pictures. Journal of the SMPTE, vol. 77, p. 610, 1968.
- 212 - WENTWORTH, J.W., A proposed reference signal for broadcast television transmission. IRE International Convention Record, vol. 5 (7), p. 32-36, 1957.

- 213 - WENTWORTH, J.W., Technical standards for color television. IRE Transactions, vol. PGBTS-5, p. 25-31, 1956.
- 214 - WHALLEY, W.B., Keyed reference signals. IRE International Convention Record, vol. 5 (7), p. 40-41, 1957.
- 215 - WHEELER, H.A., The interpretation of amplitude and phase distortion in terms of paired echoes. IRE Proceedings, vol. 27, p. 359-385, 1939.
- 216 - WIENCEK, Z., ZOHN, M., Statistics of Hue and saturation control adjustments. IEEE Transactions, vol. BTR-13, p. 13-18, 1967.
- 217 - WINTRINGHAM, W.T., Color television and colorimetry. IRE Proceedings, vol. 39, p. 1138-1172, 1951.
- 218 - YAZAR, M.N., LAVIS, A.R., Report on Immunity teste - TV receivers, EMC evaluation. D.O.C. Telecommunications regulatory service, décembre 1977.
- 219 - ZWICK, D.M., Television receiver white color: a comparison of picture quality with white references of 9300 K and D6500. IEEE Transactions, vol. BTR-19, p. 205-213, 1973.

— Classement des références —

Luminosité et contraste.

(30, 80, 86, 87, 88)

Linéarité

(13, 62)

Résolution

(3, 7, 16, 17, 22, 24, 25, 30, 32, 34, 36, 38, 44, 48, 52, 53, 56, 57, 60, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 76, 85, 90)

Distortion géométrique

(1, 23, 28, 30, 31, 40, 79, 83, 90)

Couleur

(2, 4, 7, 10, 20, 21, 29, 33, 35, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 53, 54, 55, 57, 61, 62, 69, 72, 77, 78, 84, 86, 91)

Interférences

(5, 6, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 18, 19, 26, 30, 34, 37, 39, 41, 42, 51, 59, 75, 81, 82, 89, 92, 93)