

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 698

Première édition — First edition
1981

Méthodes de mesure pour magnétoscopes

Measuring methods for television tape machines



© CEI 1981

Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale
1, rue de Varembe
Genève, Suisse

Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la Commission afin d'assurer qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du V.E.I., soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, symboles littéraux et signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 117 de la CEI: Symboles graphiques recommandés.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 117 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

Revision of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the I.E.V. or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 117: Recommended graphical symbols.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 117, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 698

Première édition — First edition

1981

Méthodes de mesure pour magnétoscopes

Measuring methods for television tape machines

Mots clés: enregistrement magnétique à vidéo,
magnétoscopes; mesure des grandeurs
géométriques et mécaniques

Key words: magnetic video recording,
television tape-recording and
replay equipment;
measurement of geometrical
and mechanical magnitudes



© CEI 1981

Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Diamètre du disque porte-têtes (ou du tambour)	6
3. Dépassement des têtes vidéo	6
4. Rayon de courbure du guide à dépression	8
5. Espacement longitudinal des pistes vidéo	8
6. Position du signal de synchronisation de trame enregistré	10
7. Erreurs de coplanarité des têtes vidéo	12
8. Courbure des pistes vidéo	12
9. Positionnement des enregistrements de la piste d'asservissement le long de la bande	14
10. Fluctuations de base de temps de l'image reproduite	16
11. Erreurs de vitesse: applicables aux signaux PAL et NTSC	16
12. Rapport signal/bruit pour la vidéo	18
13. Gain différentiel	18
14. Phase différentielle	18
15. Moiré	20
16. Méthodes de mesure applicables à d'autres sujets	22
RÉFÉRENCES	22
FIGURES	24

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Scope	7
2. Diameter of the headwheel (or drum)	7
3. Projection of video head pole tips	7
4. Radius of curvature of the vacuum guide	9
5. Longitudinal pitch of the video tracks	9
6. Position of recorded vertical synchronization signal	11
7. Coplanarity error of video heads	13
8. Video track curvature	13
9. Location of control track record along the tape	15
10. Jitter of reproduced picture	17
11. Velocity errors: applicable to PAL and NTSC	17
12. Video signal-to-noise ratio	19
13. Differential gain	19
14. Differential phase	19
15. Moiré	21
16. Measuring methods applicable to other subjects	23
REFERENCES	23
FIGURES	24

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MÉTHODES DE MESURE POUR MAGNÉTOSCOPES

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 60B: Enregistrement vidéo, du Comité d'Etudes N° 60 de la CEI: Enregistrement.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Ottawa en 1976. A la suite de cette réunion, un projet, document 60B(Bureau Central)22, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en février 1977.

Des modifications, document 60B(Bureau Central)31, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux selon la Procédure des Deux Mois en novembre 1978.

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	Japon
Allemagne	Pays-Bas
Australie	Pologne
Autriche	Roumanie
Belgique	Royaume-Uni
Canada	Suède
Danemark	Suisse
Egypte	Tchécoslovaquie
Espagne	Turquie
France	Union des Républiques
Italie	Socialistes Soviétiques

Autre publication de la CEI citée dans la présente norme:

Publication n° 347: Magnétoscopes à pistes transversales.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

MEASURING METHODS FOR TELEVISION TAPE MACHINES

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 60B: Video Recording, of IEC Technical Committee No. 60: Recording.

A first draft was discussed at the meeting held in Ottawa in 1976. As a result of this meeting, a draft, Document 60B(Central Office)22, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in February 1977.

Amendments, Document 60B(Central Office)31, were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in November 1978.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia
Austria
Belgium
Canada
Czechoslovakia
Denmark
Egypt
France
Germany
Italy
Japan

Netherlands
Poland
Romania
South Africa (Republic of)
Spain
Sweden
Switzerland
Turkey
Union of Soviet
Socialist Republics
United Kingdom

Other IEC publication quoted in this standard:

Publication No. 347: Transverse Track Recorders.

MÉTHODES DE MESURE POUR MAGNÉTOSCOPES

1. Domaine d'application

La présente norme décrit les méthodes de mesure qui peuvent s'appliquer spécifiquement aux caractéristiques des magnétoscopes ou des bandes enregistrées pour définir avec précision leurs spécifications.

Cette norme ne traite pas directement de l'équipement grand public et, pour cette raison, toutes les méthodes de mesure ne peuvent pas lui être appliquées.

2. Diamètre du disque porte-têtes (ou du tambour)

2.1 Magnétoscopes à pistes transversales

La mesure n'est habituellement possible que préalablement à l'assemblage de la tête et par conséquent effectuée par le constructeur qui communique le résultat à l'utilisateur.

La mesure est faite à l'aide d'un comparateur de précision et doit être prise diamétralement, à environ 20° du bord arrière des pièces polaires.

2.2 Magnétoscopes à défilement hélicoïdal

Le diamètre du tambour est mesuré à l'aide d'un comparateur de précision. Les mesures doivent être prises en plusieurs points du tambour et ces points doivent être spécifiés par le constructeur.

3. Dépassement des têtes vidéo

3.1 Magnétoscopes à pistes transversales

Le dépassement des têtes est mesuré à l'aide d'un comparateur de précision. A titre de référence, on mesure le rayon du disque porte-têtes à environ 20° du bord arrière des pièces polaires puis on mesure le rayon des pièces polaires. La différence entre les deux lectures est le dépassement des têtes.

Si le plan défini par les pièces polaires n'est pas confondu avec le plan du disque, la conception de la monture du comparateur doit assurer la perpendicularité de la direction de mesure par rapport à l'axe de rotation du disque porte-têtes pour autant que l'opérateur apporte un soin suffisant au montage du comparateur.

Le diamètre du disque peut s'écarter de sa valeur nominale du fait des tolérances de fabrication ou du fait de l'usure; aussi la valeur du dépassement mesurée ci-dessus doit-elle être corrigée en conséquence. Comme il n'est pas habituellement possible de mesurer le diamètre du disque sur un ensemble assemblé, la valeur corrigée dépend des données fournies par le constructeur.

3.2 Magnétoscopes à défilement hélicoïdal

Les mesures sont aussi faites à l'aide d'un comparateur. C'est, habituellement, soit la partie supérieure, soit la partie inférieure du tambour qui sert de référence selon les spécifications du constructeur. Le dispositif de mesure est spécifié et souvent fourni par le constructeur.

MEASURING METHODS FOR TELEVISION TAPE MACHINES

1. Scope

This standard describes the measuring methods which may apply specifically to characteristics of television tape machines or to recorded tapes in order to define accurately their specifications.

This standard is not immediately concerned with home equipment, and it would appear that some measuring methods will be difficult to apply to them.

2. Diameter of the headwheel (or drum)

2.1 *Transverse track recorders*

The measurement is usually only possible prior to assembling of the head and is therefore made by the manufacturer and the value is supplied to the user.

The measurement is made by means of a precision micrometer and shall be made across a diameter at approximately 20° from the trailing edge of the pole tips.

2.2 *Helical-scan recorders*

The drum diameter is measured by means of a precision micrometer. Measurements shall be made at several points on the drum, and these points shall be specified by the manufacturer.

3. Projection of video head pole tips

3.1 *Transverse track recorders*

Tip projection is measured by means of a precision dial indicator. A point on the rim of the headwheel at approximately 20° from the trailing edge of the pole tip is measured as reference and then the pole tip is measured. The difference between the two readings is the tip projection.

If the plane defined by the pole tips is displaced relatively to the headwheel plane, the design of the mounting shall be such that the measuring direction is perpendicular to the axis of rotation of the headwheel provided the user mounts the dial indicator with sufficient care.

The diameter of the headwheel may deviate from its nominal value because of manufacturing tolerances and wear; therefore, the value of tip projection obtained above shall be corrected to allow for deviations of the headwheel diameter from its nominal value. Since it is not usually possible to measure the headwheel diameter on an assembled head, the corrected value is dependent upon data supplied by the manufacturer.

3.2 *Helical-scan recorders*

Measurements are also made by means of a dial indicator. Usually either the upper or lower drum serves as reference, depending on the specifications of the manufacturer. The measuring device is specified and often supplied by the manufacturer.

4. Rayon de courbure du guide à dépression

a) Référence pour les mesures

La référence fondamentale utilisée pour mesurer le rayon de courbure du guide à dépression est un gabarit étalonné. Ce gabarit est réalisé par usinage d'un anneau de diamètre intérieur à très faible tolérance, puis par mesure de l'anneau sur un comparateur circulaire à une précision spécifiée de $\pm 0,13 \mu\text{m}$ ($\pm 5 \mu\text{in}$). L'anneau étalonné est ensuite fendu suivant un diamètre, et deux étalons sont ainsi obtenus. Ces étalons sont vérifiés pour s'assurer qu'aucune déformation ne s'est produite pendant la phase de découpage.

b) Appareillage de mesure du guide à dépression

L'appareillage consiste en un plateau d'acier massif avec un axe de précision supportant un comparateur à cadran étalonné en échelons de $0,5 \mu\text{m}$ ($20 \mu\text{in}$). Un étalon du rayon de courbure y est fixé de manière permanente. Deux mécanismes micrométriques sont utilisés pour régler les guides à mesurer en position concentrique par rapport au rayon étalon et un jeu de cales est utilisé pour régler la position verticale de l'axe afin de mesurer les deux «portées» du guide à dépression. La précision intrinsèque de l'axe aura été étalonnée de manière à rester dans une marge d'erreur totale de $0,5 \mu\text{m}$ ($20 \mu\text{in}$).

c) Méthode de mesure (voir figure 1, page 24)

1. Le comparateur à cadran est mis à zéro en fonction du rayon de l'étalon de référence.
2. Un guide étalon est placé sur l'appareillage et son rayon est mesuré pour contrôler le système de mesure. Cette opération peut être effectuée tous les jours ou à une autre périodicité.
3. Le guide à dépression à mesurer est mis en position dans l'appareillage et est centré par les mécanismes micrométriques jusqu'à ce qu'il soit concentrique à l'étalon. Par observation de la différence lue sur le comparateur à cadran entre le rayon du guide et le rayon de référence, une dimension absolue du rayon est obtenue. Cette opération est répétée pour les deux «portées».
4. L'orthogonalité de la surface cylindrique à la surface de montage du guide de référence est également vérifiée en faisant glisser l'axe verticalement et en observant les différences de lecture entre les «portées».

d) Précision

L'évaluation des résultats de ce procédé, effectuée par un certain nombre de manipulateurs, a montré que la précision obtenue, y compris l'erreur systématique, est comprise dans une marge totale de $1,5 \mu\text{m}$ ($60 \mu\text{in}$).

5. Espacement longitudinal des pistes vidéo

5.1 Magnétoscopes à pistes transversales

Il existe plusieurs méthodes satisfaisantes pour mesurer le pas des pistes. Le choix de la méthode dépend des équipements dont l'utilisateur dispose.

5.1.1 Première méthode

Du fait des très faibles tolérances mises en jeu, la mesure est effectuée après développement magnétique d'une longueur de bande de 1 270 mm (50,00 in). Il est difficile de compter le nombre de pistes sur une telle longueur; la mesure est donc facilitée si l'on considère les

4. Radius of curvature of the vacuum guide

a) *Reference used for measurements*

The basic reference used in the measurement of the radius of the vacuum guide is a master template. Such a template is made by fabricating a ring to a very precise inner diameter tolerance, and measuring the ring on a roundness metering apparatus to a specified accuracy of $\pm 0.13 \mu\text{m}$ ($\pm 5 \mu\text{in}$). The calibrated ring is then split across a diameter and two reference masters thus obtained. These reference masters are inspected to ascertain that no distortion has occurred during the splitting process.

b) *Vacuum guide measuring fixture*

The fixture consists of a solid-steel base with a precision spindle holding a dial indicator calibrated in divisions of $0.5 \mu\text{m}$ ($20 \mu\text{in}$). A radius reference master is permanently affixed. Two micrometer adjustment mechanisms are used to position the guides to be measured to be concentric with the radius of the reference master and a set of gauge blocks is used to adjust the vertical position of the spindle to measure the two "lands" of the vacuum guide. The inherent accuracy of the spindle has been measured to be within the range of $0.5 \mu\text{m}$ ($20 \mu\text{in}$) total error.

c) *Method of measurement* (see Figure 1, page 24)

1. The dial indicator is zeroed against the radius of the reference master.
2. A master guide is placed into the fixture and its radius measured to verify the measurement system. This may be done daily or at other time intervals as is required.
3. The vacuum guide to be measured is placed into position on the fixture and centred with the micrometer mechanisms until it is concentric to the reference master. By observation of the difference in dial indicator reading between the guide radius and the reference radius an absolute radius dimension is obtained. This is repeated for both "lands".
4. The perpendicularity of the cylindrical surface to the guide reference mounting surface is also checked by sliding the spindle vertically and observing the difference in readings between the "lands".

d) *Accuracy*

Evaluation of the results of this procedure, performed by a number of operators, has verified the accuracy obtained, including fixture repeatability, as being within a total range of $1.5 \mu\text{m}$ ($60 \mu\text{in}$).

5. Longitudinal pitch of the video tracks

5.1 *Transverse track recorders*

Several satisfactory methods exist for the measurement of the track pitch. The method chosen is dependent upon the facilities available to the user.

5.1.1 *First method*

Owing to the very small tolerances involved, the measurement is made after magnetic development over a length of tape of 1 270 mm (50.00 in). Counting the number of tracks in such a length is difficult; therefore the measurement is easier when considering edit pulses.

impulsions de montage. Avec la norme à fréquences élevées 625/50 et une vitesse de défilement linéaire de bande de 39,7 cm/s (15,625 in/s) on doit avoir 40 impulsions de montage sur une longueur de 1 270 mm (50,00 in). Avec la norme 525/60 et une vitesse linéaire de bande de 38,1 cm/s (15,00 in/s) on aura 100 impulsions de montage sur une longueur de 1 270 mm (50,00 in). Pour la demi-vitesse de défilement, le nombre d'impulsions de montage sera respectivement de 80 et 200. La tolérance spécifiée pour la cote J doit être multipliée par 800 (pour une vitesse normale de défilement) ou par 1 600 (pour une demi-vitesse de défilement) afin de s'appliquer à une longueur de 1 270 mm (50,00 in). La mesure doit être effectuée pour au moins deux tensions différentes de la bande (soit 1,5 N et 3,0 N) et une extrapolation donnera le résultat pour une tension nulle, comme il est précisé dans la spécification.

Une règle pourra être cochée avec précision aux tolérances spécifiées pour la longueur étalon de 1 270 mm (50,00 in) et servira d'outil de mesure.

5.1.2 Deuxième méthode

Cette méthode est analogue à celle décrite au paragraphe 5.1.1 à ceci près que la bande est placée sur la platine mobile d'un microscope et que la mesure est effectuée sur des longueurs plus faibles adaptées au microscope. On peut compter soit les impulsions de montage, soit les pistes vidéo. Dans ce dernier cas, le nombre de pistes doit être un multiple de quatre pour éviter toute influence d'erreurs de coplanarité sur la valeur mesurée.

Si un système à dépression ou d'autres dispositifs analogues sont disponibles pour assurer la planéité de la bande, les mesures peuvent être faites sous une tension nulle.

5.2 Magnétoscopes à défilement hélicoïdal

La technique est analogue à celle des magnétoscopes à pistes transversales, sauf que la mesure est faite entre les signaux de la piste d'ordres sur un segment de bande de 1 m ou une longueur compatible avec un microscope à platine mobile.

6. Position du signal de synchronisation de trame enregistré

Cette mesure n'est applicable qu'aux magnétoscopes à pistes transversales.

6.1 Première méthode

Cette mesure est effectuée au moyen d'un microscope à platine mobile après développement magnétique de la bande. La visibilité des impulsions de synchronisation peut être renforcée en ajoutant un filtre passe-bas coupant un peu au-delà de la fréquence de la porteuse h.f. correspondant au fond de synchronisation entre le modulateur et l'amplificateur d'enregistrement.

6.2 Deuxième méthode

6.2.1 Principe de la mesure

Une bande d'une durée de quelques minutes a été volontairement rayée longitudinalement, de façon que la rayure produise sur l'image lue un parasite. Si cette rayure est effectuée à une hauteur correspondant exactement à la valeur nominale de la dimension F et si le bloc de têtes à vérifier enregistre le signal de synchronisation de trame à une hauteur différente de F, il est possible à la lecture de mesurer l'écart de temps qui sépare le parasite produit du signal de synchronisation de trame lu.

6.2.2 Dispositif mécanique

Il consiste en une pointe amovible que l'on place sur un équipement, lui-même mobile dans

With the 625/50 highband standard and a linear tape speed of 39.7 cm/s (15.625 in/s) there shall be 40 edit pulses over a length of 1 270 mm (50.00 in). With the 525/60 standard and a linear tape speed of 38.1 cm/s (15.00 in/s) there shall be 100 edit pulses over a length of 1 270 mm (50.00 in). With half tape speeds the number of edit pulses is 80 and 200 respectively. The tolerance specified for dimension J shall be multiplied by 800 (for normal tape speed) or 1 600 (half tape speed) to apply to the length of 1 270 mm (50.00 in). The measurement shall be made at least twice with the tape under different tensions (such as 1.5 N and 3.0 N) and an extrapolation made to obtain the result under zero tension as called for in the specification.

A precision measuring rod may be accurately marked with the specified tolerances for the measuring length of 1 270 mm (50.00 in) and used as a measuring tool.

5.1.2 *Second method*

This method is similar to that described in Sub-clause 5.1.1 except that the tape is positioned on the movable bed of a travelling microscope and the measurement made over shorter lengths of tape suitable to the microscope. Either edit pulses or video tracks may be counted. If video tracks are counted, the number of tracks shall be a multiple of four to avoid any influence of coplanarity errors on the measured value.

If a vacuum clamp or other similar devices are available for holding the tape sample flat, the measurements may be made under zero tension.

5.2 *Helical-scan recorder*

The technique is similar to that for transverse track recorders except that the measurement is made between control track signals over a length of tape of 1 m or a length appropriate to a travelling microscope.

6. **Position of recorded vertical synchronization signal**

This measurement is applicable only to transverse track recorders.

6.1 *First method*

This measurement is made by means of a travelling microscope after magnetic development of the tape. Clarity of the synchronization pulse may be enhanced by inserting a low-pass filter, with cut-off frequency slightly above the r.f. carrier frequency corresponding to tip of sync, between the modulator and the record amplifier.

6.2 *Second method*

6.2.1 *Principle of measurement*

A tape of several minutes duration is deliberately scratched longitudinally, and accordingly the scratch will produce interference during play-back. If the scratch is positioned at a height corresponding exactly to the nominal value of F, and if the head being checked records the vertical synchronization pulse at a height different from the nominal value of F, it is possible on play-back to measure the time difference between the interference signal from the scratch and the reproduced vertical synchronizing signal.

6.2.2 *Mechanical apparatus*

This apparatus consists of a detachable point mounted on a device which is itself movable

deux directions: d'une part, perpendiculairement à la bande pour ajuster la pression de la pointe sur la bande, d'autre part, parallèlement à la transversale à la bande, ce qui permet d'ajuster la distance de la rayure au bord de référence de la bande; les résultats les meilleurs sont obtenus en utilisant, pour produire la rayure, une pointe de gravure en diamant.

6.2.3. *Mode opératoire*

Il est important que la distance entre la rayure et le bord de référence de la bande soit constante tout au long de la bande, bien que la valeur réelle ne soit pas critique. Une distance de 27 mm permet de faire en sorte que le parasite soit produit après le déclenchement de l'oscilloscope par le signal de synchronisation de trame.

Les erreurs résultant des fluctuations de vitesse du moteur de têtes sont sensiblement réduites par l'appréciation de la valeur moyenne de la distance mesurée.

7. Erreurs de coplanarité des têtes vidéo

7.1 *Magnétoscopes à pistes transversales*

Deux méthodes de mesure existent. La première est simple et adaptée à la mesure en exploitation et la seconde est plus précise et adaptée aux mesures de laboratoire.

7.1.1 *Première méthode*

Après que les pistes ont été rendues visibles par développement magnétique, le réseau ainsi constitué est prélevé sur la bande à l'aide de ruban adhésif transparent. Ce ruban est appliqué sur une lame de verre et l'ensemble ainsi réalisé est projeté sur un grand écran sur lequel les erreurs de coplanarité sont observées et mesurées avec une précision raisonnable.

7.1.2 *Deuxième méthode*

Les erreurs de coplanarité peuvent être mesurées directement sur le disque porte-têtes avec un microscope de précision. Il n'est pas conseillé d'effectuer la mesure sur la bande développée magnétiquement.

7.2 *Magnétoscopes à défilement hélicoïdal*

Chacune des deux méthodes décrites pour les magnétoscopes à pistes transversales peut être appliquée sur les magnétoscopes hélicoïdaux.

8. Courbure des pistes vidéo

8.1 *Magnétoscopes à pistes transversales*

La bande développée magnétiquement est placée sur la platine mobile d'un microscope de façon que le début et la fin de la piste coïncident avec un fil de réticule. La platine est déplacée de façon que le même fil coïncide avec la tangente la plus éloignée de chacun des deux côtés de la piste courbe. La courbure totale est la différence entre les deux lectures.

8.2 *Magnétoscopes à défilement hélicoïdal*

Etant donné la longueur des pistes et les propriétés mécaniques de la bande, il n'est pas recommandé, dans le cas de magnétoscopes à défilement hélicoïdal, d'évaluer la courbure le long d'une seule piste.

perpendicularly to the tape to adjust the pressure of the point on the tape and also parallel to the transverse direction of the tape to allow positioning of the scratch with respect to the reference edge of the tape; the best results are obtained by using a diamond stylus to make the scratch.

6.2.3 *Operating procedure*

It is important that the distance of the scratch from the reference edge of the tape be constant over the length of the tape, although the actual value is not critical. A distance of 27 mm allows the interference signal to be produced after the oscilloscope has been triggered by the vertical synchronizing signal.

Errors caused by fluctuations in the headwheel motor are greatly reduced by averaging the measured distance.

7. **Coplanarity error of video heads**

7.1 *Transverse track recorders*

Two methods of measurement exist. The first is simple and suitable for field use, and the second more accurate and suitable for laboratory use.

7.1.1 *First method*

Having made the tracks visible by magnetic development of the tape, this pattern is lifted from the tape by means of transparent adhesive tape. This latter tape is applied to a suitable piece of glass and the combination projected optically onto a large screen where coplanarity errors are observed and measured with reasonable accuracy.

7.1.2 *Second method*

Coplanarity errors may be measured directly on the headwheel by means of a precision microscope. It is not advisable to make the measurement on magnetically developed tape.

7.2 *Helical-scan recorders*

Either of the methods described for transverse track recorders may be used for helical-scan recorders.

8. **Video track curvature**

8.1 *Transverse track recorders*

Magnetically developed tape is placed on the table of a travelling microscope so that the beginning and the end of the track coincide with one cross hair of the eyepiece. The measuring table is moved so that the same cross hair coincides with the tangent of the maximum deviation in either direction of the curved track. The total curvature is the difference between the two readings.

8.2 *Helical-scan recorders*

Owing to the length of the tracks and the mechanical properties of the tape, evaluation of curvature along one track is not suitable in the case of helical-scan recording.

En supposant que toutes les pistes enregistrées par une tête montrent la même erreur de courbure, la méthode suivante peut être appliquée.

On utilise un morceau de bande développée magnétiquement et on mesure la distance de chaque piste à partir du bord de référence de la bande (A_K , $K = 1 \dots n$, voir figure 2, page 25) sur une ligne droite perpendiculaire à la direction du mouvement de bande, sur toute la largeur de la surface de bande occupée par les pistes vidéo. La différence ΔA entre la distance moyenne, donnée par la norme d'enregistrement, et la distance réelle est calculée par la formule:

$$\Delta A = A_K - A_0 - \frac{K}{n} \cdot (A_n - A_0)$$

et ainsi portée sur un graphe.

9. Positionnement des enregistrements de la piste d'asservissement le long de la bande

9.1 Magnétoscopes à pistes transversales

Deux méthodes existent.

9.1.1 Première méthode

La bande développée magnétiquement est examinée au microscope à platine mobile. Il n'est pas nécessaire que la bande soit sous tension nulle.

9.1.2 Deuxième méthode

9.1.2.1 Définition du paramètre d

La distance entre l'impulsion de montage et le point où l'axe de la piste vidéo qui porte le signal de synchronisation de trame recoupe le bord de référence de la bande est directement liée à la distance d entre le plan médian des têtes vidéo et le plan d'entrefer de la tête d'asservissement. La distance d s'exprime par la formule suivante pour les systèmes fonctionnant à la vitesse normale:

$$d = \frac{45,5 \cdot J}{4} - \left(F - \frac{h}{2} \cdot v \right) \operatorname{tg} \left(\alpha - \frac{\pi}{2} \right)$$

où:

F, J, α sont définis dans la Publication 347 de la CEI

h = durée de la ligne de télévision

v = vitesse relative tête/bande, d'où

$d = 17,80 \text{ mm (0,7 in)}$

9.1.2.2 Système de mesure

Le principe utilisé consiste à matérialiser la distance d sur un morceau de bande: le plan médian des têtes vidéo est déterminé en examinant la trace mécanique produite par les têtes en rotation contre la bande immobile. Le plan d'entrefer de la tête d'asservissement est caractérisé en enregistrant une impulsion sur la bande immobile à l'aide de la tête de la piste d'asservissement.

9.1.2.3 Mode opératoire

Introduire un segment de bande effacée (d'environ 500 mm de longueur) avec une tension appropriée. La bande ne doit pas se trouver entre le cabestan et le galet presseur. Un signal vidéo est envoyé au magnétoscope et ce dernier est mis en fonction d'enregistrement mais arrêté dès que le guide à dépression est verrouillé. Lorsque la bande sera développée magnétiquement, une impulsion bien définie sera visible et matérialisera le point de l'entrefer de la tête de piste d'asservissement. Les têtes rotatives auront produit une rayure visible sur la

Assuming that all tracks recorded by one head show the same curvature error, the following method can be applied.

Using a piece of magnetically developed tape the distance of each track from the reference edge of the tape (A_K , $K = 1 \dots n$, see Figure 2, page 25) is measured on a straight line perpendicular to the direction of tape motion and over the whole width of the tape area occupied by the video tracks. The difference ΔA between the average distance, given by the recording standard, and the actual distance is calculated as:

$$\Delta A = A_K - A_0 - \frac{K}{n} \cdot (A_n - A_0)$$

and is suitably plotted on a graph.

9. Location of control track record along the tape

9.1 Transverse track recorders

Two methods exist.

9.1.1 First method

The magnetically developed tape is examined by means of a travelling microscope. The tape need not be under zero tension.

9.1.2 Second method

9.1.2.1 Definition of the parameter d

The distance between the edit pulse and the point where the centre line of the video track carrying the vertical synchronizing pulse intersects the reference edge of the tape is directly related to the distance d between the median plane of the video heads and the plane of the gap of the control head. Distance d is expressed by the following equation for systems operating at normal speed:

$$d = \frac{45.5 \cdot J}{4} \cdot \left(F - \frac{h}{2} \cdot v \right) \operatorname{tg} \left(\alpha - \frac{\pi}{2} \right)$$

where:

F, J, α are defined in IEC Publication 347

h = duration of the television line

v = head to tape speed, from which

$d = 17.80 \text{ mm (0.7 in)}$

9.1.2.2 Measurement system

The principle used consists of producing the distance d on a piece of tape: the median plane of the video heads is determined by examining the burnished physical track left by the heads when they rotate against the stationary tape. The plane of the gap of the control track head is identified by recording a pulse on the stationary tape via the control track head.

9.1.2.3 Operating procedure

Insert a portion of erased tape (approximately 500 mm in length) in position with appropriate tension applied to the tape. The tape must not be between the capstan and the pinch roller. A video signal is fed to the machine, and the machine is placed in record but stopped immediately after the vacuum guide is closed. When the tape is magnetically developed, a well-defined pulse will be visible which defines the point of the control track head gap. The rotating heads will have produced a visible scratch on the tape defining the plane of the pole

bande et définiront ainsi le plan des pièces polaires. La distance entre le plan des pièces polaires et le centre de l'entrefer de la tête de piste d'asservissement peut être mesurée au microscope.

10. Fluctuations de base de temps de l'image reproduite

Il existe plusieurs méthodes pour mesurer les perturbations de base de temps des signaux reproduits par des magnétoscopes à pistes transversales ou à défilement hélicoïdal. La méthode à choisir dépend du compromis entre la précision de mesure requise et la complexité des mesures.

Les méthodes décrites ci-après se rapportent à des magnétoscopes de radiodiffusion. Des méthodes applicables aux autres magnétoscopes sont à l'étude.

Une technique simple et rapide consiste à examiner l'image reproduite sur un récepteur ou un moniteur ayant des circuits de balayage ligne qui sont déclenchés par des circuits à CAF ayant un temps de réponse (constante de temps RC) d'au moins 1 s ou qui sont déclenchés extérieurement par le générateur de synchronisation auquel le magnétoscope est asservi pendant la lecture de l'enregistrement sur lequel porte la mesure.

L'examen des fluctuations et des distorsions de géométrie de l'image reproduite donne une idée approximative de la fréquence des perturbations et une idée très bonne de leur amplitude lorsque la durée active de la ligne est d'environ 52 μ s. Si des mesures plus précises sont nécessaires, les méthodes suivantes peuvent être employées.

Si la source de référence à laquelle le magnétoscope est asservi n'est pas stable, les impulsions de synchronisation de ligne du signal doivent être comparées en phase aux signaux d'un oscillateur asservi aux mêmes impulsions avec une constante de temps d'au moins 1 s.

Si la source de référence à laquelle le magnétoscope est asservi est stable comme l'est un générateur de synchronisation, les impulsions de synchronisation de ligne du signal lu doivent être comparées en phase avec les impulsions de synchronisation de ligne délivrées par la source de référence.

Dans les deux cas la tension d'erreur résultante peut être traitée de deux façons: elle peut être analysée à l'aide de voltmètres sélectifs ou peut être enregistrée soit en photographiant l'oscilloscope, soit à l'aide de galvanomètres enregistreurs. Dans ce dernier cas, les différentes fréquences composantes peuvent être identifiées à l'aide de l'analyse de Fourier. Un facteur de pondération à spécifier peut être utilisé pour l'évaluation des données obtenues.

Cette mesure peut être faite avec ou sans correction de base de temps. Il sera spécifié dans les résultats si cette correction a été faite ou non.

11. Erreurs de vitesse: applicables aux signaux PAL et NTSC

11.1 Première méthode

Convient à la fois aux magnétoscopes à pistes transversales et aux magnétoscopes à défilement hélicoïdal.

Il est possible d'évaluer approximativement les erreurs en reproduisant un signal de mire de barres de couleurs et en l'observant sur un vecteurscope. Les erreurs de vitesse causeront un étalement angulaire des points qui représentent les couleurs de la mire de barres de couleurs. La méthode est sévèrement limitée par le bruit.

11.2 Deuxième méthode

Des études sont en cours pour définir des méthodes plus raffinées.

tips. The distance between the plane of the pole tips and the centre of the control track head gap can be measured with a microscope.

10. Jitter of reproduced picture

Several methods exist for measuring the time-base disturbances in the reproduced signals from transverse track or helical-scan recorders. Which one is used depends upon the accuracy required of the measurements balanced against the complexity of the measurements.

The methods given below apply to broadcast videotape recorders. Methods applicable to non-broadcast recorders are under consideration.

A simple, quick technique is to view the reproduced picture on a receiver or monitor having either horizontal sweep circuitry controlled by AFC circuitry having a response time (RC time constant) of at least 1 s or driven externally from a sync generator to which the tape machine is locked while reproducing the recording under measurement.

Viewing the horizontal jitter and geometric distortions in the reproduced picture gives a rough idea of the frequency of the disturbances and a very good idea of their amplitude when the picture width is related to the active line period of approximately 52 μ s. If more accurate measurements are needed, the following methods may be employed.

If the reference source to which the machine is locked is not stable, the off tape H rate synchronizing pulses shall be compared in phase with an oscillator locked to the same pulses with a time constant of at least 1 s.

If the reference source to which the machine is locked is a stable source such as a television sync generator, the off tape H rate synchronizing pulses shall be compared in phase with the H rate sync pulses from the reference source.

In both cases the resultant error voltage may be dealt with in two ways; it may be analyzed by means of frequency selective voltmeters, or a visual record may be made by means of photographs of cathode ray traces or by means of recording galvanometers. In the latter case the various frequency components may be identified by Fourier analysis. A weighting factor to be specified may be used in the evaluation of the data obtained.

This measurement can be made with or without time base correction. The results should specify whether the time base correction had been used or not.

11. Velocity errors: applicable to PAL and NTSC

11.1 First method

Suitable for both transverse track and helical-scan recorders.

It is possible to evaluate the errors approximately by reproducing a colour bar test signal and observing it on a vectorscope. Velocity errors will cause angular spread of the dots representing colours of the bar pattern. This method is severely restricted by noise.

11.2 Second method

Studies are under way to obtain more refined methods.

12. Rapport signal/bruit pour la vidéo

La technique de mesure s'applique à la fois aux magnétoscopes à pistes transversales et aux magnétoscopes à défilement hélicoïdal. Elle consiste à enregistrer et à reproduire un niveau de gris d'amplitude 30% et ensuite à éliminer dans l'appareil de mesure les impulsions de synchronisation de ligne et de trame en laissant ces périodes au niveau du noir. La perte d'énergie du bruit pendant la suppression est prise en considération lors du calibrage de l'appareil. L'évaluation peut être portée sur une échelle linéaire ou pondérée et doit être conforme à la dernière édition de l'Avis 421 du CCIR.

Le rapport signal/bruit, en décibels, est (non pondéré):

$$S/B = 20 \log \frac{V_{\text{sign c. à c.}}}{V_{\text{bruit eff.}}}$$

où:

V_{sign} = tension correspondant à 100% d'amplitude du signal vidéo non composite

13. Gain différentiel

Convient à la fois aux magnétoscopes à pistes transversales et aux magnétoscopes à défilement hélicoïdal. Le matériel disponible dans le commerce permet d'utiliser les méthodes énumérées ci-dessous.

13.1 Première méthode

L'évaluation de l'erreur est possible sur un vecteurscope en visualisant le signal reproduit, tel que des barres de couleurs ou un escalier avec sous-porteuse superposée.

13.2 Deuxième méthode

La sous-porteuse est extraite du signal d'essai reproduit au moyen d'un filtre passe-bande, facultativement redressée et affichée sur un oscilloscope. La précision de la mesure est limitée par le bruit.

14. Phase différentielle

14.1 Première méthode

Convient à la fois aux magnétoscopes à pistes transversales et aux magnétoscopes à défilement hélicoïdal. Le matériel utilisé au paragraphe 13.1 convient également pour la mesure de la phase différentielle. Le bruit et les erreurs de vitesse limitent sévèrement la précision des résultats ainsi obtenus.

14.2 Deuxième méthode

L'évaluation de la phase différentielle en enregistrement sur magnétoscope est limitée par deux facteurs:

- 1) l'influence des erreurs de vitesse;
- 2) un rapport signal/bruit insuffisant.

14.2.1 Les signaux d'essai pour les erreurs de phase différentielle sont habituellement des signaux en dent de scie ou en escalier, identiques sur chaque ligne, auxquels est superposée une sous-porteuse d'amplitude convenable. Dans le cas des erreurs de vitesse, la phase de la sous-porteuse passe de zéro en début de ligne jusqu'à une valeur maximale vers le bout de la ligne. Ce déphasage est ajouté à l'erreur de phase différentielle en question et ne peut pas être séparé pendant l'évaluation.

12. Video signal-to-noise ratio

The measuring technique is suitable for both transverse track and helical-scan recorders. The technique consists of recording and reproducing a 30% grey level video signal and subsequently removing in the measuring apparatus the H and V pulses and leaving these periods at black level. The loss of noise energy during blanking is taken into consideration when calibrating the measuring instrument. The evaluation may be made on a linear or weighted scale and shall be in accordance with the current edition of CCIR Recommendation 421.

The signal-to-noise ratio in decibels is (unweighted):

$$S/N = 20 \log \frac{V_{\text{sign PP}}}{V_{\text{noise r.m.s.}}}$$

where:

V_{sign} = voltage corresponding to 100% amplitude of the non-composite video

13. Differential gain

Suitable for both transverse track and helical-scan recorders. Equipment is commercially available to utilize the methods listed.

13.1 First method

Evaluation of the error on a vectorscope is possible when viewing a reproduced signal such as colour bars or staircase with superimposed sub-carrier.

13.2 Second method

A subcarrier is extracted from a reproduced test signal by means of a band-pass filter, optionally rectified and displayed on an oscilloscope. The measurement accuracy is impaired by noise.

14. Differential phase

14.1 First method

Suitable for both transverse track and helical-scan recorders. The equipment used in Sub-clause 13.1 is also suitable for measuring differential phase. Noise and velocity errors seriously impair the accuracy of the results obtained.

14.2 Second method

The evaluation of differential phase in magnetic video recording is limited by two reasons:

- 1) influence of velocity-errors;
- 2) poor signal-to-noise ratio.

14.2.1 The test signals for differential phase errors are usually sawtooth or grey-scale signals at line rate, superimposed with a sub-carrier with a suitable amplitude. In case of velocity errors the sub-carrier phase is shifted from zero at the beginning to a maximum towards the end of the line. This phase shift is added to the differential phase error in question and cannot be separated during evaluation.

Pour résoudre cette difficulté, un signal de gris est proposé, dont le niveau est modifié de ligne en ligne. L'erreur de phase différentielle est prélevée et n'est mesurée qu'en début de ligne, où l'erreur de vitesse est assez faible pour ne pas influencer le résultat.

La période du signal de gris pourra être choisie de manière à correspondre à la fréquence d'analyse des têtes vidéo. De cette manière, dans le cas de magnétoscopes à quatre têtes, les quatre voies vidéo peuvent être mesurées séparément.

- 14.2.2 La réduction du bruit par intégration est une technique courante. On peut obtenir des valeurs d'erreur de phase différentielle très précises en exploitant le signal d'essai conforme au paragraphe 14.2.1 avec un dispositif à action par échantillonnage et maintien (dont le temps d'intégration devrait être choisi autour du dixième de seconde) (voir référence 2, page 22).

15. Moiré

15.1 Magnétoscopes à pistes transversales

Le signal lu et démodulé est observé à l'aide d'un analyseur de spectre ou d'un voltmètre à sélection de fréquence. Un ou plusieurs signaux brouilleurs dans la bande de chrominance peuvent contribuer à l'effet de moiré total. Pour évaluer l'effet global, il est possible d'utiliser l'addition carrée de l'amplitude des composantes individuelles, et cette méthode permet une évaluation subjectivement correcte.

Cependant, dans la pratique, c'est uniquement le plus large signal brouilleur dans la bande de chrominance du signal vidéo démodulé qui est important. Celui-ci est comparé à l'amplitude de la sous-porteuse, et ce rapport est exprimé en décibels comme valeur du moiré. Pour mieux comprendre, il faudrait ajouter le suffixe «(plus grande composante)» à cette valeur.

Note. - Jusqu'à présent, il n'a pas été possible de se mettre d'accord au sujet d'une méthode d'évaluation du moiré sur des fréquences particulières selon les normes de télévision utilisées. Cette question fera l'objet de discussions ultérieures.

15.1.1 NTSC et PAL

La fréquence de repos de la porteuse h.f. est réglée à la fréquence correspondant à la luminance de la barre cyan d'une mire normalisée à barres de couleurs à 75% selon la définition donnée dans l'Avis 471 du CCIR. Cette porteuse h.f. est ensuite modulée en fréquence avec une sous-porteuse de chrominance de même amplitude que la sous-porteuse de la barre cyan.

Note. - Si le magnétoscope induit sur la mire de barres un moiré plus important sur la barre rouge, la mesure ci-dessus ne sera pas valable car le magnétoscope pourra avoir une distorsion excessive due aux harmoniques du deuxième ordre.

15.1.2 SECAM

La fréquence de repos de la porteuse est réglée sur la fréquence correspondant à la luminance de la barre verte d'une mire normalisée à barres de couleurs à 75% selon la définition donnée dans l'Avis 471 du CCIR. Cette porteuse est ensuite modulée en fréquence avec une sous-porteuse de chrominance de même amplitude et de même fréquence que celles de la sous-porteuse de barre verte dont l'amplitude est la plus grande.

15.2 Magnétoscopes à défilement hélicoïdal

La méthode n'est pas actuellement recommandée pour usage général avec des magnétoscopes à défilement hélicoïdal sauf dans le cas de systèmes utilisant la technique de restitution directe des couleurs.

To overcome this difficulty, a grey-scale signal is proposed, the level of which is changed from line to line. The differential phase error is sampled and measured only at the beginning of the line, where the velocity-error is small enough not to influence the result.

The period of the grey scale may be chosen so as to meet the scanning rate of the video heads. In this way, in the case of quadruplex machines the four video channels can be measured separately.

- 14.2.2 Noise reduction by means of integration is a usual technique. Combining the test signal in accordance with Sub-clause 14.2.1, with a sample-and-hold device (the integrating time constant of which should be chosen to some tenth of a second) very accurate figures of differential phase errors may be reached (see reference 2, page 23).

15. Moiré

15.1 Transverse track recorders

The reproduced demodulated signal is examined with a spectrum analyzer or a frequency-selective voltmeter. One or more spurious signals within the chrominance band may contribute to the total moiré effect. A method of assessing the combined effect by using square law addition of the amplitude of individual components may be used and this method gives a subjectively-correct assessment.

However, in practice only the largest spurious signal within the chrominance band in the demodulated video signal is important. This is compared to the sub-carrier amplitude and this ratio expressed in decibels is the figure for the moiré. For clarification the suffix "(largest component)" should be added to the figure.

Note. - No agreement has yet been reached on a method for evaluating moiré on specified frequencies, depending on the television standard used. This question will be the subject of further discussion.

15.1.1 NTSC and PAL

The rest-frequency of the r.f. carrier is set to the frequency corresponding to the luminance value of the cyan bar of a 75% standard colour bar test pattern as defined in CCIR Recommendation 471. This r.f. carrier is then frequency modulated with a colour sub-carrier of the same amplitude as the sub-carrier of the cyan bar.

Note. - If the colour bar display from the machine exhibits more severe moiré in the red bar, the above measurement will not be valid because the machine may have excessive second harmonic distortion.

15.1.2 SECAM

The rest frequency of the r.f. carrier is set to the frequency corresponding to the luminance value of the green bar of a 75% standard colour bar test pattern as defined in CCIR Recommendation 471. This r.f. carrier is then frequency modulated with a colour sub-carrier whose amplitude and frequency correspond to the larger of the two green bar sub-carrier amplitudes.

15.2 Helical-scan recorders

The method is not at present recommended for general use with helical-scan recorders, except in the case of systems utilizing direct colour recovering technique.

16. Méthodes de mesure applicables à d'autres sujets

Les méthodes de mesure pour les sujets suivants sont à l'étude et les résultats en seront publiés plus tard:

- Rapport signal à bruit pour la chrominance.
- Caractéristique de transfert: rapport courant d'enregistrement/flux enregistré.
- Effet de bande sur le signal reproduit (saturation).
- Caractéristique de voie audio.

RÉFÉRENCES

- 1) Doc. UER. Com. T (G) 183 (décembre 1971): «Measurement of Helical-scan VTR Timing Instability».
- 2) Doc. UER Com. T (G) 222 (juillet 1973): «The Measurement of the Differential Phase in Transverse Track Television Tape Machines».
- 3) Doc. UER Tech. 3219 (mars 1976): «Réglages en exploitation et mesures sur les magnétoscopes à pistes transversales».