

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 659

Première édition — First edition
1979

Méthodes d'essai
pour les analyseurs d'amplitude multicanaux

Test methods
for multichannel amplitude analyzers



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 les pages 3 et 4 de la couverture, qui énumèrent 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 pages 3 and 4 of the cover, which list 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 659

Première édition — First edition
1979

**Méthodes d'essai
pour les analyseurs d'amplitude multicanaux**

**Test methods
for multichannel amplitude analyzers**

Mots clés: instrumentation nucléaire,
enregistrement,
analyseurs multicanaux,
exigences, essais, propriétés

Key words: nuclear instrumentation,
recording,
multichannel analyzers,
requirements, testing, properties



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. Objet	6
3. Généralités	6
4. Méthodes d'essai	10
4.1 Amplitudes minimale et maximale mesurables	10
4.2 Largeur de canal	12
4.3 Point zéro	18
4.4 Non-linéarité intégrale	20
4.5 Non-linéarité différentielle	22
4.6 Etendue de mesure	28
4.7 Temps mort de l'analyseur	28
4.8 Débit maximal d'impulsions à mesurer	30
4.9 Erreur sur le temps actif	34
ANNEXE A – Symboles littéraux utilisés dans la présente norme	36
ANNEXE B – Figures	38

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Scope	7
2. Object	7
3. General	7
4. Test methods	11
4.1 Minimum and maximum measurable signal amplitudes	11
4.2 Channel width	13
4.3 Zero point	19
4.4 Integral non-linearity	21
4.5 Differential non-linearity	23
4.6 Effective range	29
4.7 Dead time of the analyzer	29
4.8 Maximum pulse rate to be measured	31
4.9 Live time error	35
APPENDIX A – Letter symbols used in this standard	37
APPENDIX B – Figures	38

IEC NORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60659:1979

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**MÉTHODES D'ESSAI
POUR LES ANALYSEURS D'AMPLITUDE MULTICANAUX**

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 Comité d'Etudes N° 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à La Haye en 1973, puis révisé lors des réunions suivantes. A la suite de la réunion de Baden-Baden en 1977, un projet, document 45(Bureau Central)115, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mars 1978.

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

Afrique du Sud (République d')	Italie
Allemagne	Japon
Australie	Pays-Bas
Belgique	Pologne
Canada	Royaume-Uni
Egypte	Suède
Espagne	Suisse
Etats-Unis d'Amérique	Turquie
Finlande	Union des Républiques
France	Socialistes Soviétiques

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

- Publications n°s 293: Tensions d'alimentation pour appareils nucléaires à transistors.
578: Analyseurs d'amplitude multicanaux. Types, principales caractéristiques et prescriptions techniques.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**TEST METHODS
FOR MULTICHANNEL AMPLITUDE ANALYZERS**

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 IEC Technical Committee No. 45: Nuclear Instrumentation.

A first draft was discussed at the meeting held in The Hague in 1973, and was revised during subsequent meetings. As a result of the meeting held in Baden-Baden in 1977, a draft, Document 45(Central Office)115, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in March 1978.

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

Australia	Poland
Belgium	South Africa (Republic of)
Canada	Spain
Egypt	Sweden
Finland	Switzerland
France	Turkey
Germany	Union of Soviet
Italy	Socialist Republics
Japan	United Kingdom
Netherlands	United States of America

Other IEC publications quoted in this standard:

- Publications Nos. 293: Supply Voltages for Transistorized Nuclear Instruments.
578: Multichannel Amplitude Analyzers. Types, Main Characteristics and Technical Requirements.
-

MÉTHODES D'ESSAI POUR LES ANALYSEURS D'AMPLITUDE MULTICANAUX

1. Domaine d'application

La présente norme s'applique aux analyseurs d'amplitude multicanaux ayant des caractéristiques de conversion linéaires et destinés à déterminer la distribution des impulsions en amplitude.

2. Objet

La présente norme fixe des méthodes d'essai acceptables pour les paramètres suivants:

- amplitudes minimale et maximale mesurables;
- erreurs intrinsèques des amplitudes minimale et maximale mesurables;
- erreurs de stabilité des amplitudes minimale et maximale mesurables;
- erreurs complémentaires (ou variations) des amplitudes minimale et maximale mesurables;
- largeur de canal;
- erreur intrinsèque de largeur de canal;
- erreur de stabilité de largeur de canal;
- erreurs complémentaires de largeur de canal;
- point zéro;
- erreur intrinsèque du point zéro;
- erreur de stabilité du point zéro;
- erreurs complémentaires du point zéro;
- étendue de mesure;
- non-linéarité intégrale;
- non-linéarité différentielle;
- temps mort;
- taux maximal d'impulsions à mesurer;
- erreur sur le temps actif.

La présente norme n'implique pas l'obligation d'effectuer tous les essais décrits ci-après. Elle implique seulement que, si de tels essais sont effectués sur des dispositifs terminés, ils doivent être exécutés conformément aux modes opératoires indiqués.

3. Généralités

- 3.1 La liste des paramètres à essayer, les règles concernant les essais et l'ordre dans lequel ils doivent être effectués sont fixés dans les normes de la CEI relatives à ces appareils ainsi que dans la documentation technique à fournir avec l'analyseur à essayer.

TEST METHODS FOR MULTICHANNEL AMPLITUDE ANALYZERS

1. Scope

This standard is applicable to multichannel amplitude analyzers with linear conversion characteristics designed for determination of pulse amplitude distribution.

2. Object

This standard establishes acceptable test methods for each of the following parameters:

- minimum and maximum measurable signal amplitudes;
- intrinsic errors of the minimum and maximum measurable signal amplitudes;
- stability errors of the minimum and maximum measurable signal amplitudes;
- additional errors (or variations) of the minimum and maximum measurable signal amplitudes;
- channel width;
- intrinsic error of the channel width;
- stability error of the channel width;
- additional errors of the channel width;
- zero point;
- intrinsic error of the zero point;
- stability error of the zero point;
- additional errors of the zero point;
- effective range;
- integral non-linearity;
- differential non-linearity;
- dead time;
- maximum pulse rate to be measured;
- live time error.

This standard is not intended to imply that all the tests described herein are mandatory, but only that such tests as are carried out shall be performed in accordance with the procedures given herein.

3. General

- 3.1 The list of parameters to be tested, rules for and sequence of the tests are specified in the relevant IEC standards. In addition, they are to be specified in the technical documentation to be supplied with the analyzer under test.

Les paramètres étudiés dans cette norme sont définis dans la Publication 578 de la CEI: Analyseurs d'amplitude multicanaux. Types, principales caractéristiques et prescriptions techniques.

Les symboles courants utilisés dans la présente norme sont définis dans l'annexe A.

- 3.2 Chaque essai doit être entrepris sur un analyseur totalement réglé à l'expiration du temps d'échauffement préalable* donné dans les spécifications. Si, au cours de la mesure, il s'avère nécessaire de faire un réglage différent de ceux dont on dispose normalement pour le fonctionnement de l'appareil, on arrête l'appareil et on le laisse refroidir. L'appareil est ensuite remis en route et, après le temps d'échauffement préalable, on recommence l'essai.
- 3.3 La mesure de chaque paramètre, de son erreur intrinsèque et de son erreur de stabilité doit être effectuée dans les conditions de référence suivantes:
- la forme d'impulsion doit être spécifiée;
 - la largeur de canal minimale doit être utilisée. Si la dimension de la mémoire est inférieure au nombre de niveaux de quantification, il est conseillé d'utiliser le seuil du canal zéro numérique;
 - température ambiante de $20 \pm 5^\circ\text{C}^{**}$;
 - humidité relative de 50% à 80%;
 - pression atmosphérique de $100 \pm 4\text{ kPa}$ ($750 \pm 30\text{ mm Hg}$);
 - les valeurs de référence de la tension et de la fréquence d'alimentation doivent correspondre aux prescriptions de l'article 4 de la Publication 293 de la CEI: Tensions d'alimentation pour appareils nucléaires à transistors. Les tolérances sur ces valeurs de référence doivent être respectivement $\pm 2\%$ et $\pm 1\%$.

Note. – Lors des mesures des erreurs de stabilité, dix mesures au moins doivent être effectuées à des intervalles de temps égaux

- 3.4 La mesure des erreurs complémentaires devrait être effectuée selon la méthode d'essai de la présente norme.

Les mesures sont effectuées dans l'ordre suivant.

- 3.4.1 Erreur complémentaire due aux variations de tension du réseau à la température de référence:
- a) La tension du réseau égale à la valeur nominale est fournie par un transformateur automatique ou un stabilisateur de tension. Les lectures doivent être effectuées après le temps d'échauffement préalable.
 - b) La tension du réseau est augmentée de 10% de la valeur nominale. Les lectures doivent être effectuées après un temps suffisant pour que la variation ultérieure ait un effet négligeable sur la détermination de l'erreur. Ce temps peut être beaucoup plus court que le temps d'échauffement préalable.
 - c) La tension du réseau est diminuée de 10% de la valeur nominale et la variation due à la modification de tension de -10% est déterminée comme décrit ci-dessus.

* Le temps d'échauffement préalable est l'intervalle de temps qui s'écoule entre le moment de mise en route de l'appareil et le moment où l'analyseur, placé dans son domaine nominal d'utilisation, commence à satisfaire à ses spécifications.

** Il est recommandé de maintenir la température entre des limites plus étroites.

Parameters covered in this standard are defined in IEC Publication 578: Multichannel Amplitude Analyzers. Types, Main Characteristics and Technical Requirements.

The common symbols used in this standard are defined in Appendix A.

- 3.2 Each test shall be started on a fully adjusted analyzer after the warm-up time* given in the specification. If it is necessary to make any adjustment during a measurement, other than those normally associated with the operation of the analyzer, the instrument is switched off and allowed to cool. The instrument is then switched on and after the warm-up time the test is restarted.
- 3.3 The measurement of any parameter value, its intrinsic error and stability error shall be carried out under the following reference conditions:
- the pulse shape shall be specified;
 - the minimum channel width available shall be used. Where the memory size is less than the number of quantization levels, the analyzer digital offset should be used;
 - ambient temperature 20 ± 5 °C**;
 - relative humidity 50% to 80%;
 - atmospheric pressure 100 ± 4 kPa (750 ± 30 mm Hg);
 - the reference values of mains supply voltage and frequency shall correspond to those stated in Clause 4 of IEC Publication 293: Supply Voltages for Transistorized Nuclear Instruments. Tolerances on these reference values shall be $\pm 2\%$ and $\pm 1\%$ respectively.

Note. – In measurements of stability errors, not less than ten measurements shall be performed at equal time intervals.

- 3.4 The measurement of additional errors should be made according to the test procedure of this standard.

The measurements are performed in the following order.

- 3.4.1 Additional error (variation) due to mains voltage changes at reference temperature:
- a) Mains voltage equal to nominal value is provided by an automatic transformer or a voltage stabilizer. The readings shall be taken after the warm-up time.
 - b) Mains voltage shall be increased by 10% compared with the nominal value. The readings shall be taken after time sufficient for further variation to have negligible effect on the determination of the error. This time may be much shorter than the warm-up time.
 - c) Mains voltage shall be decreased by 10% compared with the nominal value and the variation due to voltage change of -10% is determined as described in the previous case.

*¹ Warm-up time is an interval of time between the moment of switching on the instrument and the moment when the analyzer in the rated range of use begins to meet specifications.

** It is recommended that the temperature be controlled within narrower limits.

3.4.2 Erreur complémentaire due aux variations de température sous la tension d'alimentation de référence:

- a) L'analyseur est placé dans une chambre climatique dont la température est égale à 20 °C; il est mis en route et les mesures doivent être effectuées après le temps d'échauffement préalable. La température dans la chambre est portée à 35 °C et maintenue constante avec une tolérance de ± 2 °C pendant un temps suffisant pour permettre à l'équipement de se stabiliser. La mesure est alors effectuée.
- b) Deux mesures doivent être effectuées, similaires à celles du point a) de ce paragraphe, à l'exception près que la température est alors abaissée à 10 °C.
L'erreur complémentaire est déterminée d'après les changements de valeurs du paramètre à mesurer.

4. Méthodes d'essai

4.1 Amplitudes minimale et maximale mesurables

4.1.1 Appareillage

- a) Un générateur d'impulsions de précision ayant les caractéristiques suivantes:
 - l'amplitude d'une impulsion de sortie doit être réglable entre les limites minimale et maximale mesurables de l'amplitude du signal, compte tenu de l'erreur sur ces valeurs, de l'impédance de sortie du générateur et de l'impédance d'entrée de l'analyseur;
 - l'erreur de réglage de l'amplitude doit être assez faible pour n'avoir pas d'influence sur le paramètre à mesurer;
 - les paramètres des impulsions de sortie relatifs au temps doivent répondre aux prescriptions de la spécification fournie avec l'analyseur;
 - le taux de répétition des impulsions doit être réglé de façon à ne pas dépasser 0,01 $v_{\max}$ et, en outre, à ne pas dépasser l'inverse du temps mort correspondant à l'amplitude d'impulsion utilisée.
- b) Un icitomètre.

4.1.2 Préparation de l'essai

Le schéma de montage de l'essai est donné à la figure 1, page 38. La sortie du générateur est connectée à l'entrée de l'analyseur par un câble coaxial convenable d'une longueur telle que les résultats des mesures ne soient pas affectés. L'ictomètre est connecté à une sortie du convertisseur analogique-numérique qui indiquera les impulsions acceptées.

4.1.3 Mode opératoire

Le taux de répétition des impulsions fournies par le générateur d'impulsions de précision est préalablement mesuré au moyen de l'ictomètre.

L'analyseur est mis en route sur le mode d'essai prévu. Le seuil de discrimination est réglé pour admettre la gamme complète de mesure des amplitudes. La forme des impulsions de sortie du générateur est indiquée dans les spécifications relatives à ce sujet.

On fait croître l'amplitude de l'impulsion fournie par le générateur de précision à partir de sa valeur la plus faible jusqu'à ce que la fréquence des impulsions acceptées par le convertisseur analogique-numérique soit égale à 50% de la fréquence du générateur. L'amplitude de l'impulsion correspondante $A_{L\min}$ est notée et, à partir de cette valeur, l'amplitude du signal minimale

3.4.2 Additional error (variation) due to temperature changes at reference mains voltage:

- a) The analyzer shall be placed in a climatic chamber in which the temperature is equal to 20 °C; it shall be switched on and after the warm-up time the measurements shall be made. The temperature in the chamber shall be increased to 35 °C and maintained constant with the tolerance of ± 2 °C for a sufficient time to permit the equipment to stabilize. The measurement is then carried out.
- b) Two similar measurements shall be made as in Item a) of this sub-clause, except that the temperature is now lowered to 10 °C.
The additional error is determined from the change of the value of the parameter to be measured.

4. Test methods

4.1 Minimum and maximum measurable signal amplitudes

4.1.1 Apparatus

- a) A precision pulse generator with the following characteristics:
 - the output pulse amplitude shall be adjustable from minimum to maximum values of measurable signal amplitude taking into account the error of these values and the output impedance of the generator and the input impedance of the analyzer;
 - the error of the amplitude setting shall be sufficiently small so as not to affect the parameter to be measured;
 - the timing parameters of output pulses shall meet the requirements of the specification supplied with the analyzer;
 - the pulse repetition rate shall be adjustable so as not to exceed $0.01 \nu_{\max}$ and in addition it shall not exceed the reciprocal of the dead time corresponding to the pulse amplitude used.
- b) A ratemeter (a scaler and a timer).

4.1.2 Preparation for a test

The circuit diagram of a test set-up is shown in Figure 1, page 38. The generator output is connected to the analyzer input by a suitable coaxial cable of a length which will not affect the measurement results. The ratemeter is connected to an analog-to-digital converter (ADC) output signal which indicates pulses accepted.

4.1.3 Test procedure

The pulse repetition rate of the precision pulse generator is measured previously by the ratemeter.

The analyzer is switched to the selected analysis mode. The discrimination threshold is set to allow for the full pulse-height measurement range. The waveshape of the generator output pulses is specified in the relevant specifications.

The pulse amplitude from the precision pulse generator is increased from its lowest level until the frequency of pulses accepted by the ADC is 50% of the generator frequency. The corresponding pulse amplitude $A_{L, \min}$ is noted and from this value the minimum measurable signal amplitude can be calculated. A similar measurement is made by increasing the pulse generator

mesurable peut être calculée. Une mesure similaire est effectuée en faisant croître l'amplitude de l'impulsion du générateur jusqu'à ce que la fréquence des impulsions acceptées par le convertisseur analogique-numérique retombe à 50% de la fréquence du générateur à sa sortie. Cette amplitude $A_{L\max}$ correspond au niveau de signal maximal mesurable.

4.1.4 *Traitement des données de mesure*

En vue de déterminer les amplitudes d'impulsions d'entrée correspondant aux seuils de réponse $A_{L\min}$ et $A_{L\max}$, il est nécessaire de tenir compte de l'impédance d'entrée de l'analyseur et de l'impédance de sortie du générateur.

4.1.5 *Erreur intrinsèque des amplitudes minimale et maximale mesurables*

L'erreur intrinsèque sur une mesure unique de l'amplitude mesurable est donnée par:

$$\pm \left| A_L - A_{LN} \right|$$

où:

A_L est l'amplitude d'entrée minimale ou maximale et A_{LN} est la valeur nominale de l'amplitude minimale ou maximale mesurable.

4.1.6 *Erreur de stabilité de l'amplitude mesurable*

L'erreur de stabilité de l'amplitude mesurable est donnée par:

$$\pm \left| A_L - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_{Li} \right|_{\max}$$

où:

A_{Li} est la valeur de l'amplitude à mesurer A_L pendant la période de fonctionnement continu de l'analyseur (excepté le temps d'échauffement préalable), pour laquelle la valeur absolue de la différence est maximale

n est le nombre de mesures (voir la note du paragraphe 3.3)

4.1.7 *Erreur complémentaire sur l'amplitude mesurable due aux variations de température*

L'erreur complémentaire sur l'amplitude mesurable due aux variations de température est donnée par:

$$\pm \frac{\left| A_{Lt} - A_L \right|_{\max}}{\Delta t}$$

où:

A_{Lt} est la valeur de A_L à la température pour laquelle la valeur absolue de la différence est maximale

Δt est la différence de température

4.1.8 *Erreur complémentaire sur l'amplitude mesurable due aux variations de tension d'alimentation*

L'erreur complémentaire sur l'amplitude mesurable due aux variations de tension d'alimentation est donnée par:

$$\pm \left| A_{LV} - A_L \right|_{\max}$$

où:

A_{LV} est la valeur de A_L à la tension d'alimentation pour laquelle la valeur absolue de la différence est maximale.

4.2 *Largeur de canal*

La largeur de canal est habituellement déduite de la réponse linéaire idéale en amplitude (R.L.I.A.).

amplitude until the frequency of ADC accepted pulses falls to 50% of the pulse generator output. This amplitude $A_{L\max}$ corresponds to the maximum measurable signal level.

4.1.4 Processing of measurement data

In order to determine the input pulse amplitudes which correspond to the response thresholds $A_{L\min}$ and $A_{L\max}$, it is necessary to take account of the input impedance of the analyzer and the output impedance of the generator.

4.1.5 Intrinsic error of minimum or maximum measurable amplitude

Intrinsic error of a single determination of the measurable amplitude is given by:

$$\pm \left| A_L - A_{LN} \right|$$

where:

A_L is either maximum or minimum input amplitude and A_{LN} is the rated value of either maximum or minimum measurable amplitude.

4.1.6 Stability error of the measurable amplitude

Stability error of the measurable amplitude is given by:

$$\pm \left| A_{L_i} - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n A_{L_j} \right|_{\max}$$

where:

A_{L_i} is the value of the amplitude to be measured (A_{L_j}) during the continuous operation period of the analyzer excluding the warm-up time, for which the absolute value of the difference is maximum

n is the number of measurements (see note of Sub-clause 3.3)

4.1.7 Additional error of the measurable amplitude due to temperature changes

The additional error of the measurable amplitude due to temperature changes is given by:

$$\pm \frac{\left| A_{L_t} - A_L \right|_{\max}}{\Delta t}$$

where:

A_{L_t} is the value of A_L at that temperature at which the absolute value of the difference is maximum

Δt is the temperature difference

4.1.8 Additional error of the measurable amplitude due to mains voltage changes

The additional error of the measurable amplitude due to mains voltage changes is given by:

$$\pm \left| A_{LV} - A_L \right|_{\max}$$

where:

A_{LV} is the value of A_L at that mains voltage at which the absolute value of the difference is maximum

4.2 Channel width

The channel width is usually derived from the ideal linear amplitude response (I.L.A.R.).

4.2.1 Appareillage

- a) Un générateur d'impulsions de précision ayant les caractéristiques spécifiées au paragraphe 4.1.1a).
- b) Un générateur de bruit blanc ayant les caractéristiques suivantes:
 - la largeur de bande doit être réglable dans la gamme de quelques hertz à quelques mégahertz;
 - la valeur efficace de la tension de sortie doit être réglable entre quelques millivolts et quelques volts;
 - l'erreur de stabilité des paramètres statistiques du bruit doit être sans influence sensible sur la forme du pic.
- c) Un mélangeur linéaire ayant les caractéristiques suivantes:
 - deux entrées;
 - la largeur de bande doit être réglable dans la gamme de quelques hertz à quelques mégahertz;
 - la non-linéarité et l'erreur de stabilité du facteur de transmission ne doivent pas contribuer à l'erreur sur le paramètre à mesurer.
- d) Une imprimante numérique connectée à l'analyseur.

4.2.2 Préparation de l'essai

Le schéma de montage de l'essai est donné à la figure 2, page 38.

La sortie du générateur d'impulsions de précision et la sortie du générateur de bruit sont connectées à l'entrée de l'analyseur par l'intermédiaire du mélangeur linéaire.

4.2.3 Mode opératoire

L'analyseur est branché sur le mode d'essai prévu dans la gamme complète de mesure des amplitudes d'impulsion.

La valeur précise A_p de l'amplitude de l'impulsion à l'entrée de l'analyseur et le numéro m_p du canal correspondant à cette amplitude sont déterminés en tenant compte des impédances de sortie des générateurs et du mélangeur linéaire, de l'impédance d'entrée du mélangeur et de l'analyseur ainsi que du facteur de transmission du mélangeur. Le générateur de bruit est mis en route. On prendra soin d'éviter que les paramètres statistiques (tension de sortie efficace et bande passante) du générateur de bruit blanc et du mélangeur linéaire ne détruisent la symétrie du pic. La largeur du pic est réglée à environ dix canaux au niveau $0,1 N'_{\max}$, $N'_{\max}$ représentant le contenu de canal maximal dans le pic.

Deux mesures sont effectuées, l'une (A_{po} , m_{po}) dans la partie basse du domaine aux environs de $0,1 A_{\max}$, l'autre (A_{pe} , m_{pe}) dans la partie haute, aux environs de $0,9 A_{\max}$.

L'ordre de grandeur de $N'_{\max}$ doit être indiqué dans les spécifications relatives à l'appareil.

4.2.4 Traitement des données de mesure

La largeur de canal est déterminée par la pente d'une droite joignant les deux points expérimentaux (A_{po} , m_{po} et A_{pe} , m_{pe}).

La largeur de canal est donnée par:

$$H = \frac{A_{pe} - A_{po}}{m_{pe} - m_{po}} \text{ volt/canal}$$

si A_p est en volts.

4.2.1 Apparatus

- a) A precision pulse generator with the characteristics specified in Sub-clause 4.1.1a).
- b) A white noise generator with the following characteristics:
 - the bandwidth shall cover the range of a few hertz to a few megahertz;
 - the output voltage r.m.s. value shall be adjustable from a few millivolts to a few volts;
 - the stability error of the statistical parameters of noise shall not significantly influence the peak shape.
- c) A linear mixer with the following characteristics:
 - two inputs;
 - the bandwidth shall cover the range of a few hertz to a few megahertz;
 - the non-linearity and stability error of the transmission factor shall not contribute to the error of the parameter to be measured.
- d) A digital printer interfaced to the analyzer.

4.2.2 Preparation for a test

The circuit diagram of a test set-up is given in Figure 2, page 38.

The precision pulse generator output and the noise generator output are connected to the analyzer input via the linear mixer.

4.2.3 Test procedure

The analyzer is switched to the analysis mode at the full pulse-height measurement range.

The precise value of a pulse amplitude at the analyzer input (A_p) and the channel number m_p corresponding to this amplitude are determined, taking into account the output impedances of the generators and the linear mixer, the input impedance of the mixer and the analyzer as well as the transmission factor of the mixer. The noise generator is switched on. Care should be taken that the statistical parameters (r.m.s. output voltage and bandwidth) of the white noise generator and the linear mixer do not distort the symmetric peak. The width of the peak is set so that there are approximately ten channels at $0.1 N'_{\max}$, where $N'_{\max}$ is the maximum channel content in the peak.

Two measurements are performed in the lower part (A_{po} , m_{po}) of the range at about $0.1 A_{\max}$ and in the upper part (A_{pe} , m_{pe}) at about $0.9 A_{\max}$.

The order of magnitude of $N'_{\max}$ shall be stated in the relevant specifications.

4.2.4 Processing of measurement data

The channel width is determined as the slope of the straight line joining the two experimental points (A_{po} , m_{po} and A_{pe} , m_{pe}).

The channel width is given by:

$$H = \frac{A_{pe} - A_{po}}{m_{pe} - m_{po}} \text{ volt/channel}$$

if A_p is in volts.

La position exacte (exprimée en numéro de canal interpolé) de chaque pic (m_{po} et m_{pe}) est calculée comme suit:

On détermine les canaux m_b et m_h qui correspondent aux nombres de coups juste inférieurs à $0,1 N'_{max}$ à gauche et à droite du pic (figure 3a, page 39). Le nombre de coups dans chacun des canaux entre m_{b+1} et m_{h-1} est donné (figure 3b, page 39) par:

$$N_i = N'_i - 0,1 N'_{max}$$

Le contenu de chaque canal entre m_b et m_h est remplacé par la somme des contenus de tous les canaux inférieurs. Le nombre de coups N_i^* du canal m_i ainsi obtenu ($b < i < h$) est donné par:

$$N_i^* = \sum_{z=b+1}^i N_z$$

La somme maximale $N_{max}^* = N_{h-1}^*$ correspond au canal m_{h-1} .

La position du pic m_p correspond à l'abscisse, augmentée de 0,5 canal, du point d'ordonnée $0,5 N_{max}^*$ (fig. 3c, page 39).

Elle est donnée par:

$$m_p = m_k + 0,5 + \frac{N_{M/2}^* - N_k^*}{N_{k+1}^* - N_k^*}$$

où:

$$N_{M/2}^* = 0,5 N_{max}^*$$

m_k et m_{k+1} sont les numéros des canaux où $N_k^* < N_{M/2}^*$ et

$N_{k+1}^* > N_{M/2}^*$, la différence entre m_{k+1} et m_k étant 1

4.2.5 Erreur intrinsèque de largeur de canal

L'erreur intrinsèque de largeur de canal est donnée par:

$$\pm \frac{|H - H_N|}{H_N} \cdot 100\%$$

où:

H_N est la valeur nominale de la largeur de canal

4.2.6 Erreur de stabilité de largeur de canal

L'erreur de stabilité de largeur de canal est donnée par:

$$\pm \frac{\left| H_1 - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n H_j \right|_{\max}}{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n H_j} \cdot 100\%$$

où:

H_1 est la valeur de largeur de canal H_j mesurée pendant la période de fonctionnement continu de l'analyseur (excepté le temps d'échauffement préalable) pour laquelle la valeur absolue de la différence est maximale

n est le nombre de mesures (voir la note du paragraphe 3.3).

The exact position (in terms of an interpolated channel number) of each peak (m_{po} and m_{pe}) is calculated as follows:

The channels m_b and m_h which correspond to the numbers of counts just below $0.1 N'_{max}$ to the left and to the right of the peak are determined (Figure 3a, page 39). The number of counts in each of the channels from m_{b+1} to m_{h-1} is given by (Figure 3b, page 39) by:

$$N_i = N'_i - 0.1 N'_{max}$$

Each channel content between m_b and m_h is replaced by the sum of the contents of all lower channels. The counts N_i^* of channel m_i so obtained ($b < i < h$) are given by:

$$N_i^* = \sum_{z=b+1}^i N_z$$

The maximum sum $N_{max}^* = N_{h-1}^*$ corresponds to the channel m_{h-1} .

The peak position m_p corresponds to the abscissa, incremented by 0.5 channel, of the point of the ordinate $0.5 N_{max}^*$ (Figure 3c, page 39).

It is given by:

$$m_p = m_k + 0.5 + \frac{N_{M/2}^* - N_k^*}{N_{k+1}^* - N_k^*}$$

where:

$$N_{M/2}^* = 0.5 N_{max}^*$$

m_k and m_{k+1} are the numbers of channels where $N_k^* < N_{M/2}^*$ and $N_{k+1}^* > N_{M/2}^*$, the difference between m_{k+1} and m_k being 1

4.2.5 Intrinsic error of the channel width

The intrinsic error of the channel width is given by:

$$\pm \frac{|H - H_N|}{H_N} \cdot 100\%$$

where:

H_N is the rated channel width

4.2.6 Stability error of the channel width

Stability error of the channel width is given by:

$$\pm \frac{\left| H_i - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n H_j \right|_{\max}}{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n H_j} \cdot 100\%$$

where:

H_i is the value of the channel width H_j measured during the continuous operation of the analyzer (excluding the warm-up time) at which the absolute value of the difference is maximum

n is the number of measurements (see note of Sub-clause 3.3).

4.2.7 Erreur complémentaire sur la largeur de canal due aux variations de température

L'erreur complémentaire sur la largeur de canal due aux variations de température est donnée par:

$$\frac{|H_t - H|_{\max}}{H \cdot \Delta t} \cdot 100\%$$

où:

H_t est la valeur de la largeur de canal à la température pour laquelle la valeur absolue de la différence est maximale

Δt est la différence de température

4.2.8 Erreur complémentaire sur la largeur de canal due aux variations de tension d'alimentation

L'erreur complémentaire sur la largeur de canal due aux variations de tension d'alimentation est donnée par:

$$\pm \frac{|H_v - H|_{\max}}{H} \cdot 100\%$$

où:

H_v est la valeur de la largeur de canal à la tension d'alimentation pour laquelle la valeur absolue de la différence est maximale

4.3 Point zéro

4.3.1 Appareillage

Le paragraphe 4.2.1 est applicable.

4.3.2 Préparation de l'essai

Le paragraphe 4.2.2 est applicable.

4.3.3 Mode opératoire

Le mode de fonctionnement de l'analyseur et le mode opératoire doivent être conformes à la description du paragraphe 4.2.3.

4.3.4 Traitement des données de mesure

Le paragraphe 4.2.4 est applicable.

4.3.5 Erreur intrinsèque du point zéro

L'erreur intrinsèque du point zéro a_o (figure 4, page 40) est donnée par:

$$a_o = \frac{A_{po} m_{pe} - A_{pe} m_{po}}{m_{pe} - m_{po}}$$

Les symboles correspondent à ceux du paragraphe 4.2.4.

4.2.7 Additional error of the channel width due to temperature changes

The additional error of the channel width due to temperature changes is given by:

$$\frac{\left| H_t - H \right|_{\max}}{H \cdot \Delta t} \cdot 100\%$$

where:

H_t is the value of the channel width at the temperature at which the absolute value of the difference is maximum

Δt is the temperature difference

4.2.8 Additional error of the channel width due to supply voltage changes

The additional error of the channel width due to supply voltage changes is given by:

$$\pm \frac{\left| H_v - H \right|_{\max}}{H} \cdot 100\%$$

where:

H_v is the value of the channel width at the supply voltage at which the absolute value of the difference is maximum

4.3 Zero point

4.3.1 Apparatus

Sub-clause 4.2.1 is applicable.

4.3.2 Preparation for a test

Sub-clause 4.2.2 is applicable.

4.3.3 Test procedure

The mode of the analyzer operation and test procedure shall be as described in Sub-clause 4.2.3.

4.3.4 Processing of measurement data

Sub-clause 4.2.4 is applicable.

4.3.5 Intrinsic error of the zero point

The intrinsic error of the zero point a_o (Figure 4, page 40) is given by:

$$a_o = \frac{A_{po} m_{pe} - A_{pe} m_{po}}{m_{pe} - m_{po}}$$

The symbols correspond to those given in Sub-clause 4.2.4.

4.3.6 Erreur de stabilité du point zéro

L'erreur de stabilité du point zéro est donnée par:

$$\pm \left| a_{oi} - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{oj} \right|_{\max}$$

où:

a_{oi} est la valeur du point zéro a_{oj} mesurée pendant une période de fonctionnement continu de l'analyseur (excepté le temps d'échauffement préalable) pour laquelle la valeur absolue de la différence est maximale

n est le nombre de mesures (voir le paragraphe 3.3)

4.3.7 Erreur complémentaire du point zéro due aux variations de température

L'erreur complémentaire du point zéro due aux variations de température est donnée par:

$$\pm \frac{|a_{ot} - a_o|_{\max}}{\Delta t}$$

où:

a_{ot} est la valeur du point zéro à la température pour laquelle la valeur absolue de la différence est maximale

Δt est la différence de température

4.3.8 Erreur complémentaire du point zéro due aux variations de tension d'alimentation

L'erreur complémentaire du point zéro due aux variations de la tension d'alimentation est donnée par:

$$\pm |a_{ov} - a_o|_{\max}$$

où:

a_{ov} est la valeur du point zéro à la tension d'alimentation pour laquelle la valeur absolue de la différence est maximale

4.4 Non-linéarité intégrale

4.4.1 Appareillage

Le paragraphe 4.2.1 est applicable.

4.4.2 Préparation de l'essai

Le paragraphe 4.2.2 est applicable.

4.4.3 Mode opératoire

L'ordre des essais, le mode de fonctionnement de l'analyseur et le mode opératoire doivent être conformes à la description du paragraphe 4.2.3.

Le nombre des points de mesure sur la totalité de l'échelle doit être compris entre 10 et 20, les deux points du paragraphe 4.2.4 étant inclus. La distribution des points de mesure sur l'échelle doit être fixée dans les spécifications relatives à l'appareil.

4.4.4 Traitement des données de mesure

La position de chaque pic est calculée suivant le paragraphe 4.2.4. Les déviations des points expérimentaux par rapport à la réponse linéaire idéale en amplitude (figure 5, page 40) sont données par:

$$\Delta A_{pi} = A_{pi} - \left[\frac{A_{pe} - A_{po}}{m_{pe} - m_{po}} m_{pi} + \frac{A_{po} m_{pe} - A_{pe} m_{po}}{m_{pe} - m_{po}} \right]$$

4.3.6 Stability error of the zero point

Stability error of the zero point is given by:

$$\pm \left| a_{oi} - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{oj} \right|_{\max}$$

where:

a_{oi} is the value of the zero point a_{oj} measured during continuous operation of the analyzer (excluding the warm-up time) at which the absolute value of the difference is maximum

n is the number of measurements (see Sub-clause 3.3)

4.3.7 Additional error of the zero point due to temperature changes

The additional error of the zero point due to temperature changes is given by:

$$\pm \frac{|a_{ot} - a_o|_{\max}}{\Delta t}$$

where:

a_{ot} is the value of the zero point at that temperature at which the absolute difference is maximum

Δt is the temperature difference

4.3.8 Additional error of the zero point due to supply voltage changes

The additional error of the zero point due to supply voltage changes is given by:

$$\pm |a_{ov} - a_o|_{\max}$$

where:

a_{ov} is the value of the zero point at the supply voltage at which the absolute value of the difference is maximum

4.4 Integral non-linearity

4.4.1 Apparatus

Sub-clause 4.2.1 is applicable

4.4.2 Preparation for a test

Sub-clause 4.2.2 is applicable.

4.4.3 Test procedure

The order of test application, the mode of the analyzer operation and test procedures shall be as described in Sub-clause 4.2.3.

The number of measurement points over the whole scale shall be 10 to 20, the two points of Sub-clause 4.2.4 being included. The distribution of the measurement points over the scale shall be stated in the relevant specifications.

4.4.4 Processing of measurement data

The position of each peak is calculated according to Sub-clause 4.2.4. Deviations of experimental points from the ideal linear amplitude response (Figure 5, page 40) are given by:

$$\Delta A_{pi} = A_{pi} - \left[\frac{A_{pe} - A_{po}}{m_{pe} - m_{po}} m_{pi} + \frac{A_{po} m_{pe} - A_{pe} m_{po}}{m_{pe} - m_{po}} \right]$$

La non-linéarité intégrale est donnée par:

$$K_i = \pm \frac{|\Delta A_{pi}|_{\max}}{A_{\max}} \cdot 100\%$$

où:

$|\Delta A_{pi}|_{\max}$ est la valeur absolue maximale de déviation

4.4.5 Variation de la non-linéarité intégrale due aux variations de température

La variation de la non-linéarité intégrale due aux variations de température est donnée par:

$$\pm \frac{|K_{it} - K_i|_{\max}}{\Delta t} \% / ^\circ\text{C}$$

où:

K_{it} est pris à la température pour laquelle la valeur absolue de la déviation est maximale

Δt est la différence de température

4.4.6 Variation de la non-linéarité intégrale due aux variations de la tension d'alimentation

La variation de la non-linéarité intégrale due aux variations de la tension d'alimentation est donnée par:

$$\pm \frac{|K_{iv} - K_i|_{\max}}{V} \%$$

où:

K_{iv} est pris à la tension d'alimentation pour laquelle la valeur absolue de la déviation est maximale

4.5 Non-linéarité différentielle

4.5.1 Méthode générale

Deux méthodes sont présentées. La première est générale. La deuxième (subsidaire) est moins rigoureuse et est autorisée pour les analyseurs ayant plus de 4 096 niveaux de quantification, de façon à réduire le temps de la mesure.

4.5.1.1 Appareillage

a) Un générateur de signaux rampes, c'est-à-dire produisant des impulsions uniformément distribuées en amplitude, ayant les caractéristiques suivantes:

- la non-uniformité de distribution des amplitudes d'impulsions dans une gamme complète ne doit pas contribuer à l'erreur de non-linéarité différentielle de l'appareil à l'essai;
- l'erreur de stabilité sur la valeur moyenne de la distribution des amplitudes d'impulsions pendant la durée de la mesure ne doit pas contribuer à l'erreur de non-linéarité différentielle de l'appareil à l'essai;
- les limites inférieure et supérieure de la distribution uniforme des amplitudes doivent être convenablement ajustées de $A_{\min}$ à $A_{\max}$ en tenant compte de l'erreur sur ces valeurs ainsi que de l'impédance de sortie du générateur et de l'impédance d'entrée de l'analyseur;
- les paramètres des impulsions de sortie relatifs au temps ainsi que le nombre moyen d'impulsions par unité de temps doivent satisfaire aux prescriptions des spécifications relatives à l'appareil.

b) Une imprimante numérique connectée à l'analyseur.

The integral non-linearity is given by:

$$K_i = \pm \frac{|\Delta A_{pi}|_{\max}}{A_{\max}} \cdot 100\%$$

where:

$|\Delta A_{pi}|_{\max}$ is the maximum absolute value of deviation

4.4.5 *Change of integral non-linearity due to temperature changes*

Change of integral non-linearity due to temperature changes is given by:

$$\pm \frac{|K_{it} - K_i|_{\max}}{\Delta t} \% / ^\circ \text{C}$$

where:

K_{it} is taken for the temperature at which the absolute value of the deviation is maximum

Δt is the temperature difference

4.4.6 *Change of integral non-linearity due to supply voltage changes*

Change of integral non-linearity due to supply voltage changes is given by:

$$\pm |K_{iv} - K_i|_{\max} \%$$

where:

K_{iv} is taken for the value of supply voltage at which the absolute value of the deviation is maximum

4.5 *Differential non-linearity*

4.5.1 *General method*

Two methods are presented. The first one is general. The second (subsidiary) method is less rigorous and is permitted for analyzers with more than 4 096 quantization levels in order to reduce measurement time.

4.5.1.1 *Apparatus*

- a) A sliding pulse generator i.e. a pulse generator producing a uniform distribution of pulse-heights with the following characteristics:
 - the non-uniformity of pulse-height distribution on a full range shall not contribute to the error of differential non-linearity of the instrument under test;
 - the stability error of the mean value of pulse-height distribution during the time of measurement shall not contribute to the error of differential non-linearity of the instrument under test;
 - the lower and higher boundaries of uniform pulse-height distribution shall be smoothly adjusted from $A_{\min}$ to $A_{\max}$ taking into account the error of these values and output impedance of the generator and input impedance of the analyzer;
 - the timing parameters of output pulses as well as the average number of pulses per unit time shall comply with the requirements of the relevant specifications.
- b) A digital printer interfaced to the analyzer.

4.5.1.2 Préparation de l'essai

Le schéma de montage de l'essai est donné à la figure 6, page 40.

4.5.1.3 Mode opératoire

L'analyseur est branché sur le mode d'essai prévu dans la gamme complète de mesure des amplitudes pendant un temps suffisant pour atteindre un nombre de coups par canal compatible avec une bonne précision statistique de la mesure.

L'ordre de grandeur de ce nombre de coups ainsi que la largeur de canal de l'analyseur soumis aux mesures doivent être indiqués dans les spécifications relatives à l'appareil.

Les données de mesure, c'est-à-dire le nombre de coups N_j dans chaque canal j de l'analyseur, sont enregistrées par une imprimante numérique.

4.5.1.4 Traitement des données de mesure

La non-linéarité différentielle est donnée par:

$$K_d = \pm \frac{|N_i - N_a|_{\max}}{N_i} \cdot 100\%$$

où:

N_i est la valeur de N_j du nombre de coups dans le canal pour lequel la valeur absolue de la différence est maximale

N_a est le nombre moyen de coups par canal

Seuls les canaux qui sont à l'intérieur des limites de l'étendue de mesure sont utilisés pour calculer la non-linéarité différentielle.

4.5.1.5 Variation de la non-linéarité différentielle due aux variations de température

La variation de la non-linéarité différentielle due aux variations de température est donnée par:

$$\pm \frac{|K_{dt} - K_d|_{\max}}{\Delta t} \cdot \%/^{\circ}\text{C}$$

où:

K_{dt} est la valeur de la non-linéarité différentielle à la température pour laquelle la valeur absolue de la différence est maximale

4.5.1.6 Variation de la non-linéarité différentielle due aux variations de tension d'alimentation

La variation de la non-linéarité différentielle due aux variations de tension d'alimentation est donnée par:

$$\pm |K_{dV} - K_d|_{\max} \%$$

où:

K_{dV} est la valeur de la non-linéarité différentielle à la tension d'alimentation pour laquelle la valeur absolue de la différence est maximale

4.5.1.2 Preparation for a test

The circuit diagram of a test set-up is given in Figure 6, page 40.

4.5.1.3 Test procedure

The analyzer is switched to the analysis mode at the full pulse-height measurement range for a time sufficient to reach a number of counts per channel compatible with good statistical accuracy of measurement.

The order of magnitude of this number of counts as well as the channel width of the analyzer under measurement shall be stated in the relevant specifications.

The measurement data, i.e. the number of counts in each channel j of the analyzer, N_j , are recorded by a digital printer.

4.5.1.4 Processing of measurement data

Differential non-linearity is given by:

$$K_d = \pm \frac{\left| N_i - N_a \right|_{\max}}{N_a} \cdot 100\%$$

where:

N_i is the value N_j of the number of counts in the channel at which the absolute value of the difference is maximum
 N_a is the average number of counts per channel

Only the channels which are within the limits of the effective range are used to calculate differential non-linearity.

4.5.1.5 Change of differential non-linearity due to temperature changes

Change of the differential non-linearity due to temperature changes is given by:

$$\pm \frac{\left| K_{dt} - K_d \right|_{\max}}{\Delta t} \cdot \%/^{\circ}\text{C}$$

where:

K_{dt} is the value of differential non-linearity at that temperature at which the absolute value of the difference is maximum

4.5.1.6 Change of differential non-linearity due to supply voltage changes

Change of the differential non-linearity due to supply voltage changes is given by:

$$\pm \left| K_{dV} - K_d \right|_{\max} \%$$

where:

K_{dV} is the value of differential non-linearity at that supply voltage at which the absolute value of the difference is maximum

4.5.2 Méthode subsidiaire

4.5.2.1 Appareillage

- a) Un générateur d'impulsions, comme celui qui est décrit au paragraphe 4.5.1.1a), qui produit des impulsions ayant une distribution d'amplitude uniforme sur une gamme limitée (par exemple de V à $V + A$, figure 7a, page 41). Un tel générateur peut consister en un générateur rampe d'impulsion, une source réglable de courant continu, un mélangeur linéaire et une porte linéaire (figure 7b, page 41). Le mélangeur linéaire n'est pas nécessaire si le générateur rampe d'impulsion et la source réglable de courant continu ne sont pas reliés à la terre et peuvent être connectés en série (figure 7c, page 41).
- b) Une imprimante numérique connectée à l'analyseur.

4.5.2.2 Préparation de l'essai

Le schéma de montage de l'essai est donné à la figure 7b ou 7c.

4.5.2.3 Mode opératoire

L'analyseur est branché sur le mode de fonctionnement prévu dans la gamme complète de mesure des amplitudes. Pour gagner du temps, on pourra ne faire les essais que sur quelques régions de la gamme complète.

On choisira les régions les plus critiques de la gamme du convertisseur analogique-numérique, telles que région de signal minimal, région de signal maximal ainsi qu'une région intermédiaire. Par exemple, pour un convertisseur analogique-numérique à 16 000 canaux, les essais peuvent porter sur trois régions de 1 000 canaux chacune, situées dans les parties basse, moyenne et haute de la gamme complète correspondante.

Les valeurs minimale (V) et maximale ($V + A$) de l'amplitude sont fixées de manière à recouvrir les régions ci-dessus.

Le temps de mesure pour chaque région est déterminé de manière à atteindre un nombre de coups par canal compatible avec une bonne précision statistique de la mesure. L'ordre de grandeur de ce nombre de coups par canal, de même que la largeur de canal, le nombre et l'emplacement des régions de l'analyseur doivent être indiqués dans les spécifications relatives à l'appareil.

Les données de mesure, c'est-à-dire le nombre de coups N_i dans chaque canal de la région de l'analyseur, sont imprimées.

4.5.2.4 Traitement des données de mesure

La non-linéarité différentielle locale est donnée par:

$$K_{ld} = \pm \frac{\left| N_i - N_a \right|_{\max}}{N_a} \cdot 100\%$$

où:

N_i est la valeur du nombre de coups N_i pour lequel la valeur absolue de la différence est maximale

N_a est la moyenne arithmétique du nombre de coups par canal, pour la région choisie

La plus grande des trois valeurs K_{ld} calculées est une estimation de la non-linéarité différentielle de l'analyseur.

4.5.2 *Subsidiary method*

4.5.2.1 *Apparatus*

a) A pulse generator as described in Sub-clause 4.5.1.1a), which produces pulses with uniform density of pulse-height distribution over a limited range (e.g. from V to $V + A$, Figure 7a, page 41). Such a generator may consist of a ramp generator, an adjustable d.c. source, a linear mixer and a linear gate (Figure 7b, page 41). A linear mixer is unnecessary if the ramp generator and the adjustable d.c. source are floating (not connected to earth) and can be connected in series (Figure 7c, page 41).

b) A digital printer interfaced to the analyzer.

4.5.2.2 *Preparation for a test*

The circuit diagram of a test set-up is given in Figure 7b or 7c.

4.5.2.3 *Test procedure*

The analyzer is switched to the analysis mode at the full pulse-height measurement range. In order to save measurement time, only a few regions of the full range can be tested.

The more critical regions of the range of the analog-to-digital converter shall be chosen such as minimum and maximum signal range, as well as a region located in the middle part of the range. For instance, if a 16 000 channel ADC is considered, three regions of 1 000 channels each can be tested, located in the lower, middle and higher part of the full range respectively.

Minimum value of pulse amplitude (V) and maximum value ($V + A$) are set so as to cover the above-mentioned regions.

The measurement time for each region is so determined as to reach a number of counts per channel compatible with good statistical accuracy of measurement. The order of magnitude of this number of counts per channel as well as the channel width, the number of the analyzer regions and their location shall be stated in the relevant specifications.

The measurement data, i.e. the number of counts in each channel of the analyzer region, N_i , are printed.

4.5.2.4 *Processing of measurement data*

Local differential non-linearity is given by:

$$K_{ld} = \pm \frac{|N_i - N_a|_{\max}}{N_a} \cdot 100\%$$

where:

N_i is the value of the number of counts N_i for which the absolute value of the difference is maximum

N_a is the average number of counts per channel for the chosen region of the range

The maximum of the three calculated values K_{ld} is an estimate of the differential non-linearity of the analyzer.

4.5.2.5 Variation de la non-linéarité différentielle locale due aux variations de température

La variation de la non-linéarité différentielle locale due aux variations de température est calculée au moyen des formules des paragraphes 4.5.1.5 et 4.5.2.4.

4.5.2.6 Variation de la non-linéarité différentielle locale due aux variations de tension d'alimentation

La variation de la non-linéarité différentielle locale due aux variations de tension d'alimentation est calculée au moyen des formules des paragraphes 4.5.1.6 et 4.5.2.4.

4.6 Etendue de mesure

4.6.1 Appareillage

Le paragraphe 4.2.1 est applicable.

4.6.2 Préparation de l'essai

Le paragraphe 4.2.2 est applicable.

4.6.3 Mode opératoire

Le paragraphe 4.2.3 est applicable.

4.6.4 Traitement des données

Les paragraphes 4.2.4 et 4.3.4 sont applicables.

4.6.5 On détermine les numéros de canal m_a et m_v , qui limitent l'étendue de mesure.

Les limites supérieure et inférieure de l'étendue de mesure sont données par les formules:

$$A_o = H \cdot m_a + a_o$$

$$A_v = H \cdot m_v + a_o$$

4.7 Temps mort de l'analyseur*

4.7.1 Appareillage

Un générateur d'impulsions doubles ayant les caractéristiques suivantes:

- l'amplitude d'impulsion doit être réglable entre $A_{\min}$ et $A_{\max}$;
- l'erreur de réglage de l'amplitude doit être assez faible pour ne pas avoir d'influence sur le paramètre à mesurer;
- la valeur de l'intervalle entre impulsions doit être finement réglable entre $0,7 T_{d \min}$ et $1,3 T_{d \max}$;
- l'erreur de réglage de l'intervalle ne doit pas avoir d'influence sur la mesure de l'erreur de temps mort;
- les caractéristiques de temps des impulsions de sortie doivent répondre aux prescriptions des spécifications fournies avec l'analyseur;
- le taux de répétition des impulsions doit être réglable de façon à ne pas dépasser $0,01 v_{\max}$.

* Cette mesure n'est applicable qu'aux systèmes ayant un accès direct à la mémoire.

4.5.2.5 *Change of local differential non-linearity due to temperature changes*

Change of local differential non-linearity due to temperature changes is calculated by the formulae of Sub-clauses 4.5.1.5 and 4.5.2.4.

4.5.2.6 *Change of local differential non-linearity due to supply voltage changes*

Change of local differential non-linearity due to supply voltage changes is calculated by the formulae of Sub-clauses 4.5.1.6 and 4.5.2.4.

4.6 *Effective range*

4.6.1 *Apparatus*

Sub-clause 4.2.1 is applicable.

4.6.2 *Preparation for a test*

Sub-clause 4.2.2 is applicable.

4.6.3 *Test procedure*

Sub-clause 4.2.3 is applicable.

4.6.4 *Processing of measurement data*

Sub-clauses 4.2.4 and 4.3.4 are applicable.

4.6.5 The numbers of channels m_α and m_γ , which limit the effective range, are determined.

The upper and lower limits of the effective range are given by the formulae:

$$A_\alpha = H \cdot m_\alpha + a_0$$

$$A_\gamma = H \cdot m_\gamma + a_0$$

4.7 *Dead time of the analyzer**

4.7.1 *Apparatus*

A double-pulse generator with the following characteristics:

- the pulse amplitude shall be adjustable from $A_{\min}$ to $A_{\max}$;
- the error of the amplitude setting shall be sufficiently small so as not to affect the parameter to be measured;
- the value of the delay between pulses shall be smoothly adjustable from $0.7 T_{d \min}$ to $1.3 T_{d \max}$;
- the error of the delay setting shall not significantly affect the error in dead time measurement;
- the timing parameters of the output pulses shall meet the requirements of the specification supplied with the analyzer;
- the pulse repetition rate shall be adjustable so as not to exceed $0.01 \nu_{\max}$.

* This measurement is only applicable to systems with direct access to the memory.

4.7.2 Préparation de l'essai

Le schéma de montage de l'essai est donné à la figure 8, page 42. La sortie du générateur est connectée à l'entrée de l'analyseur par un câble de radiofréquence. On peut utiliser un générateur à deux sorties, le générateur étant connecté à l'analyseur par un mélangeur linéaire. La longueur de câble ne doit pas avoir d'influence sur les résultats de mesure.

4.7.3 Mode opératoire

L'analyseur est branché sur le mode d'essai de la gamme complète des amplitudes.

L'amplitude d'impulsion à la première sortie (sortie directe) est réglée de façon à enregistrer les impulsions dans le canal m_o situé dans la gamme de 0,1 M à 0,2 M. L'amplitude d'impulsion à une seconde sortie (sortie différée) du générateur est réglée arbitrairement entre $A_{\min}$ et $A_{\max}$. En faisant croître lentement la valeur du retard de la seconde impulsion, on détermine le retard T_{do} correspondant au commencement de l'enregistrement de la seconde impulsion fixée sur l'écran de l'oscilloscope associé à l'analyseur.

L'amplitude d'impulsion à la première sortie est alors réglée de façon à enregistrer les impulsions dans le canal m_e situé dans la gamme de 0,8 M à 0,9 M, et l'amplitude à la seconde sortie (sortie différée) est réglée arbitrairement. En faisant varier le retard de la seconde impulsion, on détermine le plus petit retard T_{de} pour lequel la seconde impulsion est acceptée par l'analyseur.

Note. – L'intervalle de temps entre paires d'impulsions devra être au moins dix fois plus grand que le retard maximal entre impulsions.

4.7.4 Traitement des données

Les résultats de l'essai décrit au paragraphe 4.7.3 sont comparés aux valeurs du temps mort calculées pour les canaux de numéro m_o et m_e selon les spécifications relatives à l'appareil, en tenant compte des temps de montée des signaux d'entrée.

Les valeurs mesurées de T_{do} et de T_{de} ne doivent pas dépasser les valeurs calculées.

4.8 Débit maximal d'impulsions à mesurer

4.8.1 Appareillage

- a) Le générateur décrit au paragraphe 4.1.1;
- b) Un détecteur gamma avec amplificateur;
- c) Un icromètre;
- d) Une source de Cobalt 60 fournissant un taux d'impulsions non inférieur à $v_{\max}$ à la sortie du détecteur;
- e) Une imprimante numérique;
- f) Un mélangeur linéaire.

Les modèles d'appareils utilisés pour cet essai ainsi que leurs réglages doivent être spécifiés.

4.8.2 Préparation de l'essai

Le schéma de montage de l'essai est donné à la figure 9, page 42. Les modes opératoires pour lesquels les essais devraient être effectués doivent être indiqués dans les spécifications relatives à l'appareil.

Le générateur et le détecteur sont reliés à l'analyseur par l'intermédiaire du mélangeur linéaire. Les câbles doivent être soit suffisamment courts, soit disposés de façon que les réflexions n'affectent pas les résultats de la mesure.

4.7.2 Preparation for a test

The circuit diagram of a test set-up is given in Figure 8, page 42. The generator output is connected to the analyzer input through a suitable coaxial cable. It is permissible to use a generator with two outputs, the generator being connected to the analyzer via a linear mixer. The cable length shall not affect the measurement.

4.7.3 Test procedure

The analyzer is switched to the analysis mode at the full pulse-height measurement range.

The pulse amplitude of the first (prompt) output is adjusted so as to record the pulses in channel m_o which is within the range of 0.1 M to 0.2 M. The pulse amplitude of the second (delayed) output of the generator is adjusted arbitrarily within the limits of A_{min} to A_{max} . By increasing smoothly the value of the delay time of the second pulse, the delay time T_{do} is determined which corresponds to the beginning of the recording of the second pulse which is fixed on the screen of the oscilloscope ancillary to the analyzer.

Then a pulse amplitude of the first (prompt) output is adjusted so as to record the pulses in channel m_e which is within the range of 0.8 M to 0.9 M, and the amplitude of the second (delayed) output is adjusted arbitrarily. By varying the delay time of the second pulse, the smallest delay time T_{de} at which the second pulse is accepted by the analyzer is determined.

Note. – The time interval between pulse pairs should be at least ten times longer than the maximum delay between pulses.

4.7.4 Processing of measurement data

The results of the test described in Sub-clause 4.7.3 are compared with the values of the dead time calculated for the channel numbers m_o and m_e according to the relevant specifications, taking the rise times of the input signals into account.

The measured values of T_{de} and T_{do} shall not exceed these calculated values.

4.8 Maximum pulse rate to be measured

4.8.1 Apparatus

- a) The generator described in Sub-clause 4.1.1;
- b) A gamma-detector with an amplifier;
- c) A ratemeter;
- d) A ^{60}Co source which provides a pulse rate not less than v_{max} at the output of the detector;
- e) A digital printer;
- f) A linear mixer.

The apparatus models and the settings used for this test shall be specified.

4.8.2 Preparation for a test

The circuit diagram of a test set-up is given in Figure 9, page 42. The modes of operation for which the tests should be made shall be stated in the relevant specifications.

A generator and a detector are connected to the analyzer through a linear mixer. Cables shall be either sufficiently short or matched so that reflections do not affect the measurement.

4.8.3 Mode opératoire

Le seuil de sensibilité de l'ictomètre est réglé à la valeur $A_{\min}$.

L'analyseur est branché sur le mode d'essai prévu dans la gamme des amplitudes complètes. La largeur de canal est déterminée en fonction des spécifications correspondantes pour l'analyseur et le facteur d'amplification est réglé de façon que le sommet du pic photoélectrique de 1,33 MeV du ^{60}Co tombe dans un canal situé entre 0,65 et 0,75 de l'étendue de mesure.

Régler le taux d'impulsions du détecteur à $0,01 \nu_{\max}$ et régler l'amplitude du générateur d'impulsions de précision de façon à enregistrer le maximum de la distribution dans un canal situé entre 0,85 et 0,95 de l'étendue de mesure. Effectuer une mesure et enregistrer les données à l'aide de l'imprimante numérique. Régler le débit d'impulsions du détecteur à la valeur $\nu_{\max}$ et répéter la mesure et l'enregistrement.

Régler le facteur d'amplification pour que le sommet du pic photoélectrique de 1,33 MeV du ^{60}Co tombe dans un canal situé entre 0,05 et 0,15 de l'étendue de mesure, le pic du générateur étant distinct et situé dans un canal de numéro plus élevé, et répéter la mesure et l'enregistrement pour des taux d'impulsions du détecteur de $0,01 \nu_{\max}$ et de $\nu_{\max}$.

Les données de mesure, c'est-à-dire les nombres de coups N_i et les valeurs m_i correspondantes, sont enregistrées à l'aide de l'imprimante.

Pour s'assurer une précision statistique suffisante, le nombre de coups enregistrés dans le canal correspondant au sommet du pic du générateur d'impulsions doit être d'au moins 1 000. Le chiffre exact doit être indiqué.

4.8.4 Traitement des données de mesure

La position du pic du générateur d'impulsions, exprimée en numéro de canal interpolé, est déterminée conformément au paragraphe 4.2.

Les dérives de la position du pic pour le débit maximal d'impulsions au commencement et à la fin de l'échelle sont données par :

$$\pm \left| m'_{po} - m''_{po} \right|$$

$$\pm \left| m'_{pe} - m''_{pe} \right|$$

où :
 m'_{po} et m'_{pe} sont respectivement les valeurs de la position du pic pour le commencement et la fin de l'échelle
 m''_{po} et m''_{pe} correspondent au taux d'impulsions de $0,01 \nu_{\max}$ et à celui de $\nu_{\max}$

La résolution relative en amplitude, c'est-à-dire la largeur à mi-hauteur, est déterminée à partir des données au commencement de l'échelle δ_{ao} et à la fin de l'échelle δ_{ae} pour les valeurs du taux d'impulsions égales à $\nu = 0,01 \nu_{\max}$ (pour δ'_{ao} et δ'_{ae}) et à $\nu = \nu_{\max}$ (pour δ''_{ao} et δ''_{ae}).

L'accroissement de la largeur du pic est donné par :

$$\sqrt{(\delta''_{ao})^2 - (\delta'_{ao})^2}$$

$$\sqrt{(\delta''_{ae})^2 - (\delta'_{ae})^2}$$

La dérive de la position du pic et l'accroissement de la largeur du pic ne doivent pas dépasser les valeurs fixées dans les spécifications relatives à l'appareil.

4.8.3 Test procedure

The sensitivity threshold of the ratemeter is adjusted equal to $A_{\min}$.

The analyzer is switched to the analysis mode at the full pulse-height measurement range. The channel width is fixed in accordance with the relevant specifications for the analyzer and the amplification factor is adjusted in such a way that the 1.33 MeV photopeak of ^{60}Co falls in a channel between 0.65 and 0.75 of the effective range.

Set the pulse rate of the detector equal to $0.01 \nu_{\max}$ and adjust the pulse amplitude of a precision pulse generator so as to record the distribution maximum in a channel within the limits of 0.85 to 0.95 of the effective range. Perform a measurement and record the data with the digital printer. Adjust the pulse rate of the detector to $\nu_{\max}$ and repeat the measurement and recording.

Adjust the amplification factor so that the 1.33 MeV photopeak of ^{60}Co falls in a channel between 0.05 to 0.15 of the effective range with the pulser peak distinct and in a higher channel than the 1.33 MeV ^{60}Co peak and repeat the measurement and recording for the detector pulse rate equal to $0.01 \nu_{\max}$ and $\nu_{\max}$.

Measurement data, i.e. counts N_j and the corresponding m_j , are recorded by the printer.

To ensure sufficient statistical accuracy, the number of counts registered in the channel corresponding to the maximum of the pulse generator peak shall not be less than 1 000. The actual number shall be stated.

4.8.4 Processing of measurement data

The position of the precision pulse generator peak in terms of an interpolated channel number is determined in accordance with Sub-clause 4.2.

The peak shift at the maximum pulse rate for the beginning and the end of the scale is given by:

$$\begin{aligned} & \pm \left| m'_{\text{po}} - m''_{\text{po}} \right| \\ & \pm \left| m'_{\text{pe}} - m''_{\text{pe}} \right| \end{aligned}$$

where:

m_{po} and m_{pe} are the values of peak position for the beginning and the end of the scale respectively

m'_{p} corresponds to the pulse rate of $0.01 \nu_{\max}$ and

m''_{p} corresponds to $\nu_{\max}$

The relative amplitude resolution, i.e. full width at half maximum, is determined from the measured data at the beginning of the scale δ_{ao} and at the end of the scale δ_{ac} for the value of pulse rate $\nu = 0.01 \nu_{\max}$ (δ'_{ao} and δ'_{ac}) and $\nu = \nu_{\max}$ (δ''_{ao} and δ''_{ac}).

The increase of the peak width is given by:

$$\begin{aligned} & \sqrt{(\delta''_{\text{ao}})^2 - (\delta'_{\text{ao}})^2} \\ & \sqrt{(\delta''_{\text{ac}})^2 - (\delta'_{\text{ac}})^2} \end{aligned}$$

The shift of the peak position and the increase of the peak width shall not exceed the values stated in the relevant specifications.

4.9 Erreur sur le temps actif*

4.9.1 Appareillage

- a) Un générateur d'impulsions conforme à la description du paragraphe 4.1.1 avec la condition supplémentaire que la fréquence ν_p soit très inférieure (de l'ordre de 100 à 1 000 fois) à celle de l'horloge de correction de temps actif et au taux de répétition maximal $\nu_{\max}$.
- b) Une source radioactive conforme à la description du paragraphe 4.8.1d).
- c) Un ensemble détecteur-gamma et amplificateur susceptible de délivrer un taux de comptage au moins égal à $\nu_{\max}$.
- d) Une échelle de comptage et un chronomètre.

Note. – Un discriminateur à bas niveau peut être nécessaire pour déclencher certains types d'échelles à partir d'impulsions analogiques.

4.9.2 Préparation de l'essai

Le schéma de montage de l'essai est donné à la figure 10, page 43. L'amplitude du générateur d'impulsions est réglée de telle sorte que, dans la partie supérieure de la gamme d'énergie, apparaisse un pic bien dégagé du spectre de la source radioactive.

Le taux de répétition de l'impulsion du générateur (ν_p) est déterminé avec précision à l'aide de l'échelle et du chronomètre. Il est nécessaire que le rayonnement de bruit de fond, lorsque la source est enlevée, soit négligeable.

4.9.3 Mode opératoire

L'analyseur est placé en mode acquisition en temps actif dans la gamme complète de mesure des amplitudes.

L'acquisition des impulsions du générateur s'effectue lorsque la source radioactive est enlevée. Le temps devra être suffisant pour que 100 000 coups au moins soient acquis dans le pic du générateur. La surface du pic du générateur est intégrée et le résultat divisé par le temps actif présélectionné, ce qui donne le taux dans le pic du générateur en temps actif ν_{Lo} . Dans ce cas ν_p est égal à ν_{Lo} .

La source radioactive est utilisée pour délivrer au convertisseur analogique-numérique un taux d'impulsions d'entrée égal à $\nu_{\max}$ pour un seuil de l'échelle égal à la valeur $A_{\min}$ de l'analyseur et la procédure ci-dessus est répétée.

La surface du pic du générateur est intégrée et divisée par le temps actif présélectionné pour donner $\nu'_{L\max}$. Le générateur est alors arrêté et l'on procède à l'acquisition du spectre provenant d'une source radioactive. La surface est intégrée dans les mêmes limites que dans le cas précédent et $\nu''_{L\max}$ est déterminé. La surface du pic du générateur est calculée:

$$\nu_{L\max} = \nu'_{L\max} - \nu''_{L\max}$$

4.9.4 Traitement des données de mesure

L'erreur de temps actif est donnée par:

$$\left| 1 - \frac{\nu_p}{\nu_{L\max}} \right|$$

On peut déterminer l'erreur de temps actif pour quelques valeurs du taux d'impulsions à l'entrée du convertisseur analogique-numérique.

* Cette mesure est valable pour les analyseurs munis du dispositif de correction automatique de temps actif.

4.9 Live time error*

4.9.1 Apparatus

- a) The pulse generator of Sub-clause 4.1.1 with the additional condition that the generator rate ν_p shall be much lower (about 100 to 1 000 times) than the live time clock rate and the maximum pulse rate $\nu_{\max}$.
- b) The radioactive source of Sub-clause 4.8.1d).
- c) A gamma-detector and amplifier system which is capable of producing a count rate of at least $\nu_{\max}$.
- d) A scaler and timer.

Note. – A low-level discriminator may be necessary to trigger certain types of scaler from analogue pulses.

4.9.2 Preparation for a test

The circuit diagram of a test is given in Figure 10, page 43. The pulser amplitude is adjusted to produce a peak in the upper part of the energy range, well clear of the radioactive source spectrum.

The pulser repetition rate (ν_p) is determined accurately using the scaler and timer. It is necessary that background radiation with the source removed is negligible.

4.9.3 Test procedure

The analyzer is set to acquire in live time mode at the full pulse-height measurement range.

An acquisition of the generator pulses is made when the radioactive source is removed. The time should be sufficient for at least 100 000 counts to be acquired in the pulser peak. The pulser peak area is integrated and the result is divided by the pre-set live time to give the live time pulser peak rate ν_{Lo} . In this case ν_p is equal to ν_{Lo} .

The radioactive sources are used to provide the input pulse rate to the ADC equal to $\nu_{\max}$ above the threshold of scaler (which is equal to $A_{\min}$ of the analyzer) and the procedure given above is repeated.

The pulser peak area is integrated and divided by the pre-set live time to give $\nu'_{L\max}$. Then the pulser is switched off and acquisition of the radioactive source generated spectrum is made. The area is integrated within the same limits as in the previous case, and $\nu''_{L\max}$ is determined. The pulser peak area is calculated as:

$$\nu_{L\max} = \nu'_{L\max} - \nu''_{L\max}$$

4.9.4 Processing of measurement data

The live time error is given by:

$$\left| 1 - \frac{\nu_p}{\nu_{L\max}} \right|$$

It is permissible to determine the live time error at a few values of the input pulse rate to the ADC.

* This measurement is applicable to analyzers with automatic live time correction.

ANNEXE A

SYMBOLES LITTÉRAUX UTILISÉS DANS LA PRÉSENTE NORME

N_i	=	nombre de coups dans le canal «i» (impulsions).
N_a	=	moyenne arithmétique du nombre de coups (impulsions) dans plusieurs canaux.
A_L	=	amplitude mesurable (V).
A_{LN}	=	valeur nominale de l'amplitude mesurable.
A_{min}	=	amplitude minimale mesurable.
A_{max}	=	amplitude maximale mesurable.
m_i	=	numéro du canal «i».
H	=	largeur de canal (V).
a_o	=	point zéro, exprimé dans l'unité du paramètre d'entrée.
K_i	=	non-linéarité intégrale (%).
K_d	=	non-linéarité différentielle (%).
v_{max}	=	débit maximal d'impulsions à mesurer (impulsion/seconde).
v_p	=	taux de répétition des impulsions du générateur.
v_L	=	taux dans le «pic du générateur» en temps actif.
v_{Lo}	=	taux dans le pic du générateur en temps actif (source radioactive enlevée).
v_{Lmax}	=	taux dans le pic du générateur en temps actif (avec la source donnant v_{max}).
M	=	nombre maximal de canaux.
T_{di}	=	temps mort de l'analyseur correspondant au canal «i» pour une forme d'impulsion d'entrée déterminée.
δ_a	=	résolution relative en amplitude.