

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60741

Première édition
First edition
1982-01

**Analyseurs d'amplitude multicanaux:
Normes pour les convertisseurs temps-amplitude**

**Multichannel amplitude analyzers:
Standards for time-to-amplitude converters**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60741: 1982

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity 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 relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60741

Première édition
First edition
1982-01

**Analyseurs d'amplitude multicanaux:
Normes pour les convertisseurs temps-amplitude**

**Multichannel amplitude analyzers:
Standards for time-to-amplitude converters**

© IEC 1982 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.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

K

*Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue*

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Généralités	6
4. Définitions	6
4.1 Impulsions	6
4.2 Calibre du CTA	8
4.3 Facteur de conversion	8
4.4 Réponse en temps	8
4.5 Réponse linéaire idéale en temps	8
4.6 Non-linéarité intégrale	8
4.7 Non-linéarité différentielle	8
4.8 Résolution en temps	10
4.9 Etendue de mesure	10
4.10 Coefficient de température sur le facteur de conversion	10
4.11 Durée de remise à zéro du CTA	10
4.12 Temps de conversion minimal	10
4.13 Taux de comptage admissible	10
4.14 Temps d'occupation du convertisseur	10
5. Méthodes d'essai	10
5.1 Non-linéarité intégrale	10
5.2 Non-linéarité différentielle	12
5.3 Modifications des non-linéarités dues aux variations de la température et de la tension d'alimentation	12
5.4 Résolutions en temps	14
5.5 Variations de la température et de la tension d'alimentation	14
5.6 Taux de comptage admissible	16
FIGURES	18

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Scope	7
2. Object	7
3. General	7
4. Definitions	7
4.1 Pulses	7
4.2 TAC time range	9
4.3 Conversion factor	9
4.4 Time response	9
4.5 Ideal linear time response	9
4.6 TAC integral non-linearity	9
4.7 TAC differential non-linearity	9
4.8 Time resolution	11
4.9 Effective range	11
4.10 Additional error of conversion factor with temperature change	11
4.11 TAC reset time	11
4.12 Minimum conversion time	11
4.13 Count rate capability	11
4.14 TAC busy time	11
5. Test methods	11
5.1 Integral non-linearity	11
5.2 Differential non-linearity	13
5.3 Changes of non-linearities due to temperature and supply voltage changes	13
5.4 Time resolution	15
5.5 Temperature and supply voltage changes	15
5.6 Count rate capability	17
FIGURES	18

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**ANALYSEURS D'AMPLITUDE MULTICANAUX:
NORMES POUR LES CONVERTISSEURS TEMPS-AMPLITUDE**

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 projet fut discuté lors de la réunion tenue à Stockholm en 1980. A la suite de cette réunion, un projet, document 45(Bureau Central)145, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mars 1981.

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

Afrique du Sud (République d')
Australie
Autriche
Belgique
Canada
Chine
Corée (République Démocratique
Populaire de)
Egypte
Espagne

Etats-Unis d'Amérique
Finlande
France
Italie
Pays-Bas
Pologne
République Démocratique Allemande
Royaume-Uni
Tchécoslovaquie
Union des Républiques Socialistes Soviétiques

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

- Publications n°s 578: Analyseurs d'amplitude multicanaux. Types, principales caractéristiques et prescriptions techniques.
659: Méthodes d'essai pour les analyseurs d'amplitude multicanaux.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**MULTICHANNEL AMPLITUDE ANALYZERS:
STANDARDS FOR TIME-TO-AMPLITUDE CONVERTERS**

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 draft was discussed at the meeting held in Stockholm in 1980. As a result of this meeting, a draft, Document 45(Central Office)145, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in March 1981.

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

Australia	Italy
Austria	Korea (Democratic People's Republic of)
Belgium	Netherlands
Canada	Poland
China	South Africa (Republic of)
Czechoslovakia	Spain
Egypt	Union of Soviet
Finland	Socialist Republics
France	United Kingdom
German Democratic Republic	United States of America

Other IEC publications quoted in this standard:

- Publications Nos. 578: Multichannel Amplitude Analyzers. Types, Main Characteristics and Technical Requirements.
659: Test Methods for Multichannel Amplitude Analyzers.

ANALYSEURS D'AMPLITUDE MULTICANAUX: NORMES POUR LES CONVERTISSEURS TEMPS-AMPLITUDE

1. Domaine d'application

La présente norme s'applique aux convertisseurs temps-amplitude (CTA) utilisés avec les analyseurs d'amplitude multicanaux (AMC) pour la mesure des intervalles de temps. Une application courante de cette technique se situe dans les mesures de temps de vol, mesures de coïncidence, technique de discrimination de forme, etc.

2. Objet

L'objet de cette norme est d'indiquer la terminologie relative aux caractéristiques principales des CTA. Des méthodes d'essai pour la mesure des paramètres principaux sont aussi établies.

3. Généralités

- 3.1 Les CTA considérés dans cette norme sont à utiliser avec les AMC ayant des caractéristiques linéaires de conversion ainsi qu'il est spécifié dans la Publication 578 de la CEI: Analyseurs d'amplitude multicanaux. Types, principales caractéristiques et prescriptions techniques. Les caractéristiques mesurées sont celles d'un système complet (AMC plus CTA).

Les caractéristiques du CTA données dans cette norme ne sont significatives que si les caractéristiques de l'AMC sont nettement meilleures que celles du CTA.

- 3.2 La Publication 659 de la CEI: Méthodes d'essai pour les analyseurs d'amplitude multicanaux, spécifie les procédures d'essais concernant les AMC. On devra se référer à cette norme, si nécessaire.
- 3.3 Les procédures générales de l'article 3 de la Publication 659 de la CEI, concernant les essais des AMC, doivent être appliquées aux procédures d'essais décrites ici pour les CTA, excepté que l'AMC utilisé pour les essais de CTA sera maintenu aux conditions de référence tandis que les conditions dans lesquelles fonctionne le CTA sont variables.
- 3.4 Cette norme n'implique pas que tous les essais décrits sont obligatoires, mais seulement que les essais qui sont effectués doivent l'être en conformité avec la procédure indiquée.

4. Définitions

4.1 Impulsions

Signal d'entrée à deux niveaux déterminés, pour lequel le temps de transition d'un niveau à l'autre est négligeable vis-à-vis du temps de présence sur chacun des niveaux. Le temps de transition est bien moindre que le temps de résolution du CTA. La différence entre les niveaux est l'amplitude de l'impulsion d'entrée. Pour chaque impulsion définie ci-après, les paramètres d'amplitude, de polarité, de temps et de forme doivent être spécifiés.

MULTICHANNEL AMPLITUDE ANALYZERS: STANDARDS FOR TIME-TO-AMPLITUDE CONVERTERS

1. Scope

This standard applies to time-to-amplitude converters (TAC) used in conjunction with multi-channel amplitude analyzers (MCA) in the measurement of time intervals. A common application of this technique is in time-of-flight measurements, coincidence measurements, pulse shape discrimination technique, etc.

2. Object

The object of this standard is to present terms and definitions relating to the main characteristics of TACs. Test methods for the major parameters are also stated.

3. General

- 3.1 The TACs considered in this standard are to be used in conjunction with MCAs having linear conversion characteristics as specified in IEC Publication 578: Multichannel Amplitude Analyzers. Types, Main Characteristics and Technical Requirements. The characteristics measured are those of the complete system (MCA plus TAC).

The characteristics of the TAC given in this standard can only be found if the characteristics of the MCA are significantly better than those of the TAC.

- 3.2 IEC Publication 659: Test Methods for Multichannel Amplitude Analyzers, specifies test procedures to be used for MCAs; reference to it should be made where appropriate.
- 3.3 The general procedures of Clause 3 of IEC Publication 659 relating to the testing of MCAs are to be applied to the test procedures described herein for TACs, except that the MCA used for TAC tests shall be maintained at reference conditions whilst the conditions under which the TAC operates are varied.
- 3.4 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.

4. Definitions

4.1 Pulses

An input signal with two determined levels for which the transition time from one level to the other is negligible in comparison to the present time on any level. The transition time is much less than the resolving time of TAC. The difference between the levels is the amplitude of the input pulse. For each of the following pulses the amplitude, polarity, timing and shape parameters shall be specified.

4.1.1 *Impulsion de départ*

Impulsion dont le front avant est utilisé pour commencer une séquence de conversion de mesure de temps.

4.1.2 *Impulsion d'arrêt*

Impulsion dont le front avant est utilisé pour terminer une séquence de conversion de mesure de temps.

4.1.3 *Impulsion de blocage*

Impulsion qui fournit un moyen de bloquer le CTA par une information autre que celle qui est exigée pour la conversion de temps.

4.1.4 *Impulsion de sortie*

Impulsion dont l'amplitude est proportionnelle à l'intervalle de temps entre les impulsions de départ et d'arrêt.

4.1.5 *Amplitude maximale de l'impulsion de sortie*

Amplitude maximale de l'impulsion de sortie obtenue quand l'intervalle de temps entre les impulsions de départ et d'arrêt correspond au calibre du CTA.

4.2 *Calibre du CTA*

Intervalle de temps maximal acceptable entre les impulsions de départ et d'arrêt. Une série de calibres de conversion temps-amplitude est habituellement spécifiée.

4.3 *Facteur de conversion*

Rapport entre l'amplitude de l'impulsion de sortie du CTA et l'intervalle de temps séparant les impulsions de départ et d'arrêt dans l'hypothèse d'une réponse linéaire idéale. Il est exprimé en volts par unité de temps.

4.4 *Réponse en temps*

Correspondance entre l'intervalle de temps séparant les impulsions de départ et d'arrêt, et l'amplitude de l'impulsion de sortie du CTA.

4.5 *Réponse linéaire idéale en temps*

Droite qui représente la réponse en temps dans toute l'étendue de mesure.

4.6 *Non-linéarité intégrale*

Ecart maximal, dans l'étendue de mesure, de la réponse de la conversion en temps du CTA par rapport à la réponse linéaire idéale divisée par le calibre du CTA. On l'exprime en pourcentage d'une étendue de mesure déterminée.

4.7 *Non-linéarité différentielle*

Ecart maximal relatif de la réponse de conversion en temps portant sur un court intervalle de temps, par rapport à la valeur moyenne de la réponse de conversion portant sur tous les intervalles de temps identiques répartis uniformément sur tout calibre du CTA.

4.1.1 *Start pulse*

A pulse whose leading edge is used to initiate a time measurement conversion sequence.

4.1.2 *Stop pulse*

A pulse whose leading edge is used to end a time measurement conversion sequence.

4.1.3 *Gate pulse*

A pulse which provides a means of gating the TAC with information other than that required for the time conversion.

4.1.4 *TAC output pulse*

A pulse whose amplitude is proportional to the time difference between the start and stop pulses.

4.1.5 *Maximum TAC output pulse amplitude*

The maximum TAC output pulse amplitude obtained when the time difference between start and stop pulses equals the TAC time range set.

4.2 *TAC time range*

The maximum time interval acceptable between start and stop pulses. A series of time ranges is usually specified.

4.3 *Conversion factor*

The ratio of TAC output pulse amplitude to TAC time interval corresponding to the ideal linear time response. It is expressed in units of volts per unit of time.

4.4 *Time response*

The relationship between the start and stop pulse time difference and the TAC output pulse amplitude.

4.5 *Ideal linear time response*

The straight line which represents the time response over the effective range.

4.6 *TAC integral non-linearity*

The maximum deviation of the time response on any TAC time range from the ideal linear time response, divided by the TAC time range. It is expressed as a percentage over a defined effective range.

4.7 *TAC differential non-linearity*

The maximum relative deviation of time response over a small time interval from the average value of the time response over all equal sized time intervals in any TAC time range.

4.8 *Résolution en temps*

Largeur totale à mi-hauteur du pic de réponse en temps obtenu à partir d'un calibrateur de temps de précision. La résolution est spécifiée pour chaque calibre du CTA et les unités sont exprimées en temps ou en pourcentage.

4.9 *Etendue de mesure*

Limites de chaque calibre de CTA dans lesquelles les caractéristiques spécifiées sont satisfaites.

4.10 *Coefficient de température sur le facteur de conversion*

Variation du facteur de conversion en fonction de la température exprimée en unités de temps par degré Celsius ou en pourcentage par degré Celsius pour chaque calibre du CTA.

4.11 *Durée de remise à zéro du CTA*

Intervalle de temps nécessaire, après une impulsion de sortie ou un événement de surcharge, pour rétablir le CTA dans l'état où une nouvelle séquence de conversion de temps peut commencer.

4.12 *Temps de conversion minimal*

Temps le plus court nécessaire pour traiter complètement une donnée valable.

4.13 *Taux de comptage admissible*

Taux de comptage d'entrée pour lequel l'amplitude du signal de sortie du CTA, correspondant à un intervalle de temps donné, s'écarte d'un pourcentage spécifié de la valeur de l'amplitude obtenue pour un taux de comptage spécifique.

4.14 *Temps d'occupation du convertisseur*

Intervalle de temps entre l'impulsion de départ et la fin de la remise à zéro.

5. Méthodes d'essai

5.1 *Non-linéarité intégrale*

5.1.1 *Appareillage*

- a) un générateur d'impulsions ayant deux sorties en coïncidence dont les caractéristiques impulsionnelles conviennent pour les impulsions de départ et d'arrêt du CTA à essayer;
- b) un dispositif de retard variable de précision;
- c) un AMC compatible avec les impulsions de sortie du CTA;
- d) un générateur de bruit blanc;
- e) un mélangeur linéaire;
- f) un enregistreur numérique.

Les appareils des points d) à f) sont spécifiés dans l'article 4 de la Publication 659 de la CEI.

5.1.2 *Préparation pour l'essai*

L'appareillage est connecté comme indiqué sur la figure 1, page 18. L'AMC est réglé pour être compatible avec l'amplitude de l'impulsion de sortie du CTA.

4.8 *Time resolution*

The full width at half maximum height of the time response peak generated from a precision time calibrator. The resolution is specified for each TAC time range, units are quoted in time units or as a percentage.

4.9 *Effective range*

Limits on each TAC time range where the performance is within the stated specification.

4.10 *Additional error of conversion factor with temperature change*

The change of conversion factor with temperature expressed as time units per Celsius degree or as a percentage per Celsius degree for each TAC time range.

4.11 *TAC reset time*

The time interval after an output pulse or an over-range event required to restore the TAC to a condition in which a subsequent time conversion sequence may commence.

4.12 *Minimum conversion time*

The shortest time needed to process valid data completely.

4.13 *Count rate capability*

The input count rate at which the TAC output pulse amplitude, corresponding to a given time interval, deviates by a stated percentage from the value of the amplitude at a stated count rate.

4.14 *TAC busy time*

The time interval between start pulse and the end of the reset time.

5. **Test methods**

5.1 *Integral non-linearity*

5.1.1 *Apparatus*

- a) a pulse generator having two coincident outputs whose pulse characteristics match the requirements of the start and stop pulses of the TAC under test;
- b) a precision variable delay unit;
- c) an MCA capable of accepting the TAC output pulses;
- d) a white noise generator;
- e) a linear mixer;
- f) a digital printer.

Items d) to f) are specified in Clause 4 of IEC Publication 659.

5.1.2 *Preparation for the test*

The apparatus is connected as shown in Figure 1, page 18. The MCA is set up to be compatible with the TAC output pulse height.

5.1.3 Procédure d'essai

La valeur précise de la différence de temps entre les impulsions de départ et d'arrêt couvrant l'étendue de mesure du CTA est déterminée à partir des réglages de l'unité de retard de précision, en concordance avec le numéro du canal de l'AMC correspondant à cette différence de temps.

Le numéro de canal exact est déterminé en mélangeant la sortie du CTA avec la sortie du générateur de bruit de façon à obtenir un pic symétrique d'approximativement 10 canaux de largeur totale à mi-hauteur. Un total de 10 à 20 mesurages est effectué à intervalles réguliers pour couvrir chaque calibre du CTA.

5.1.4 Traitement des données de mesure

La position de chaque pic est déterminée conformément au paragraphe 4.2.4 de la Publication 659 de la CEI. La non-linéarité intégrale est déterminée conformément au paragraphe 4.4.4. de cette norme, pour chaque calibre du CTA.

5.2 Non-linéarité différentielle

5.2.1 Appareillage

- a) un générateur d'impulsions aléatoires à amplitude constante;
- b) un générateur d'impulsions périodiques;
- c) un AMC compatible avec les impulsions de sortie du CTA;
- d) un enregistreur numérique.

5.2.2 Préparation pour un essai

L'appareillage est connecté comme indiqué sur la figure 2, page 18. L'AMC est réglé pour être compatible avec l'impulsion de sortie du CTA.

5.2.3 Procédure d'essai

On laisse le système accumuler un nombre suffisant de coups par canal dans la mémoire de l'AMC pour obtenir une bonne précision statistique. La fréquence du générateur périodique est réglée pour couvrir tout le calibre du CTA en essai. Chaque calibre doit être essayé.

5.2.4 Traitement des données de mesure

Les données de mesures sont traitées pour déterminer la non-linéarité différentielle selon la technique décrite au paragraphe 4.5.1.4. de la Publication 659 de la CEI.

5.3 Modifications des non-linéarités dues aux variations de la température et de la tension d'alimentation

5.3.1 Modification due aux variations de température

La variation de non-linéarité intégrale et différentielle en fonction de la température doit être déterminée respectivement selon les paragraphes 4.5.1.5 et 4.4.5 de la Publication 659 de la CEI.

5.3.2 Modification due aux variations de tension d'alimentation

La variation de non-linéarité intégrale et différentielle en fonction de la tension d'alimentation doit être déterminée respectivement selon les paragraphes 4.5.1.6 et 4.4.6 de la Publication 659 de la CEI.

5.1.3 *Test procedure*

The precise value of the time difference between the start and stop pulses which cover the TAC effective range is determined from the precision delay unit settings, together with the MCA channel number corresponding to this time difference.

The exact channel number is determined by mixing the TAC output with the noise generator pulses so that a symmetric peak approximately ten channels FWHM is obtained. A total of 10 to 20 measurements shall be made at regular intervals to cover each effective TAC time range.

5.1.4 *Processing of measurement data*

The position of each peak is determined according to Sub-clause 4.2.4 of IEC Publication 659. The integral non-linearity is determined according to Sub-clause 4.4.4 of this standard for each TAC time range.

5.2 *Differential non-linearity*

5.2.1 *Apparatus*

- a) a pulse generator whose output is random in time but fixed in amplitude;
- b) a periodic pulse generator;
- c) an MCA capable of accepting the TAC output pulses;
- d) a digital printer.

5.2.2 *Preparation for a test*

The apparatus is connected as shown in Figure 2, page 18. The MCA is set up to be compatible with the TAC output pulse.

5.2.3 *Test procedure*

The system is allowed to accumulate sufficient counts per channel of MCA memory to produce good statistical accuracy. The periodic pulse generator frequency is set to sweep over the TAC range under test. Each TAC range shall be tested.

5.2.4 *Processing of measurement data*

The data are processed to determine the differential non-linearity using the technique described in Sub-clause 4.5.1.4 of IEC Publication 659.

5.3 *Changes of non-linearities due to temperature and supply voltage changes*

5.3.1 *Change due to temperature changes*

The variation in differential and integral non-linearity with temperature shall be determined according to Sub-clauses 4.5.1.5 and 4.4.5 respectively of IEC Publication 659.

5.3.2 *Change due to supply voltage changes*

The variation in differential and integral non-linearity with supply voltage changes shall be determined according to Sub-clauses 4.5.1.6 and 4.4.6 respectively of IEC Publication 659.

5.4 *Résolution en temps*

5.4.1 *Appareillage*

- a) le générateur d'impulsions du paragraphe 5.1.1;
- b) le dispositif de retard variable de précision;
- c) un AMC compatible avec les impulsions de sortie du CTA;
- d) un enregistreur numérique.

5.4.2 *Préparation pour un essai*

L'appareillage est connecté comme indiqué sur la figure 3, page 19. L'AMC est réglé en utilisant son seuil numérique et son gain maximal de conversion pour obtenir le plus grand nombre possible de canaux associés au pic. Ce nombre ne devrait normalement pas être inférieur à 10 pour la largeur totale à mi-hauteur.

5.4.3 *Procédure d'essai*

Un nombre de coups suffisant pour obtenir une bonne précision statistique est accumulé dans le canal correspondant au pic. Ce nombre ne doit pas être inférieur à 10 000. Le pic de séparation en temps, à partir duquel le temps de résolution doit être déterminé, est réglé pour être voisin de l'extrémité supérieure du calibre du CTA. Chaque calibre doit être essayé.

Le gain de conversion du système est déterminé à partir de la correspondance entre les réglages, du dispositif de retard variable de précision et du numéro du canal où le pic apparaît. Quatre mesures sont faites à intervalles réguliers sur chaque calibre du CTA.

5.4.4 *Traitement des données de mesure*

Le gain de conversion est déterminé en construisant le graphique du numéro de canal en fonction du temps de séparation des impulsions. Le résultat est exprimé en unités de temps par canal (exemple: ps/canal).

La résolution en temps est déterminée en mesurant la largeur à mi-hauteur du pic. Si la largeur à mi-hauteur correspond au moins à 10 canaux, l'erreur, déduite à partir de techniques simples, sera de l'ordre de 10%. Pour obtenir des mesures plus précises, les techniques mentionnées au paragraphe 4.2.4 de la Publication 659 de la CEI, peuvent être adoptées, ou une analyse de la forme du pic par calculateur peut être employée.

La résolution en temps doit être convertie en unités temporelles en utilisant le gain de conversion, et elle doit être spécifiée pour chaque calibre du CTA.

5.5 *Variations de la température et de la tension d'alimentation*

5.5.1 *Erreur complémentaire du facteur de conversion due à la température*

Une procédure d'essai similaire à celle qui est notée au paragraphe 3.4.2 de la Publication 659 de la CEI doit être adoptée. Le résultat est exprimé en %/°C.

5.5.2 *Erreur complémentaire du facteur de conversion due aux variations de la tension d'alimentation*

Une procédure d'essai similaire à celle qui est notée au paragraphe 3.4.1 de la Publication 659 de la CEI doit être adoptée. Le résultat est exprimé en %/V.

5.4 Time resolution

5.4.1 Apparatus

- a) the pulse generator of Sub-clause 5.1.1;
- b) a precision variable delay unit;
- c) an MCA capable of accepting the TAC output pulses;
- d) a digital printer.

5.4.2 Preparation for a test

The apparatus is connected as shown in Figure 3, page 19. The MCA is set to give the maximum possible number of channels associated with the peak by digital offset and maximum conversion gain. This number should preferably be not less than ten at the FWHM.

5.4.3 Test procedure

A sufficient number of counts to ensure good statistical accuracy is obtained in the peak channel. This number should be not less than 10 000. The time separation peak from which time resolution is to be determined is arranged to fall near the top of the TAC time range. Each TAC time range is tested.

The conversion gain of the system is determined from precision variable delay settings and the corresponding channel number where the peak appears. Four measurements are made at regular intervals over the TAC time range.

5.4.4 Processing of the measurement data

The conversion gain is determined by plotting a graph of channel number against pulse separation: the result is expressed in time unit per channel (e.g. ps/channel).

The time resolution is determined by measuring the full width at half maximum (FWHM) peak height. If the FWHM corresponds to at least ten channels the error in determination by simple techniques will be of the order of 10%. For more precise measurements, the techniques of Sub-clauses 4.2.4 of IEC Publication 659 may be adopted, or a computer analysis of the peak shape may be used.

The time resolution shall be converted to time units using the conversion gain and specified for each TAC range.

5.5 Temperature and supply voltage changes

5.5.1 Additional error of conversion factor due to temperature

A test procedure similar to that noted in Sub-clauses 3.4.2 of IEC Publication 659 shall be adopted. The result is expressed in units of %/°C.

5.5.2 Additional error of conversion factor due to supply voltage changes

A test procedure similar to that noted in Sub-clause 3.4.1 of IEC Publication 659 shall be adopted. The result is expressed in units of %/V.