

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1342**

Première édition
First edition
1995-02

**Instrumentation nucléaire –
Analyseurs d’amplitude multicanaux –
Principales caractéristiques, prescriptions
techniques et méthodes d’essai**

**Nuclear instrumentation –
Multichannel pulse height analyzers –
Main characteristics, technical requirements
and test methods**

© CEI 1995 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 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE **XA**

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	8
Articles	
1 Domaine d'application et objet	10
2 Références normatives	12
3 Définitions et symboles	14
4 Caractéristiques des AMC	26
5 Prescriptions techniques	28
6 Généralités	30
7 Méthodes d'essai	34
7.1 Amplitudes de signal minimale et maximale mesurées	34
7.1.1 Appareillage	34
7.1.2 Préparation de l'essai	36
7.1.3 Mode opératoire	36
7.1.4 Traitement des données de mesure	36
7.1.5 Instabilité de l'amplitude mesurée	36
7.1.6 Erreur complémentaire sur l'amplitude mesurée due aux variations de température	38
7.1.7 Erreur complémentaire sur l'amplitude mesurée due aux variations de tension d'alimentation	38
7.2 Largeur du canal	38
7.2.1 Appareillage	38
7.2.2 Préparation de l'essai	40
7.2.3 Mode opératoire	40
7.2.4 Traitement des données de mesure	40
7.2.5 Erreur principale de largeur de canal	42
7.2.6 Instabilité de largeur de canal	42
7.2.7 Erreur complémentaire de largeur de canal due aux variations de température	42
7.2.8 Erreur complémentaire de largeur de canal due aux variations de tension d'alimentation	42
7.3 Point zéro	44
7.3.1 Appareillage	44
7.3.2 Préparation de l'essai	44
7.3.3 Mode opératoire	44

CONTENTS

	Page
FOREWORD	9
Clause	
1 Scope and object	11
2 Normative references	13
3 Definitions and symbols	15
4 Characteristics of MCAs	27
5 Technical requirements	29
6 General	31
7 Test methods	35
7.1 Minimum and maximum measured signal pulse heights	35
7.1.1 Apparatus	35
7.1.2 Preparation for the test	37
7.1.3 Test procedure	37
7.1.4 Processing of measured data	37
7.1.5 Instability of the measured pulse height	37
7.1.6 Additional error of the measured pulse height due to temperature changes	39
7.1.7 Additional error of the measured pulse height due to supply voltage changes	39
7.2 Channel width	39
7.2.1 Apparatus	39
7.2.2 Preparation for the test	41
7.2.3 Test procedure	41
7.2.4 Processing of measured data	41
7.2.5 Main error of the channel width	43
7.2.6 Instability of the channel width	43
7.2.7 Additional error of the channel width due to temperature changes	43
7.2.8 Additional error of the channel width due to supply voltage changes ..	43
7.3 Zero point	45
7.3.1 Apparatus	45
7.3.2 Preparation for the test	45
7.3.3 Test procedure	45

Articles	Pages
7.3.4	Traitement des données de mesure 44
7.3.5	Erreur principale du point zéro 44
7.3.6	Instabilité du point zéro 44
7.3.7	Erreur complémentaire du point zéro due aux variations de température 44
7.3.8	Erreur complémentaire du point zéro due aux variations de tension d'alimentation 46
7.4	Non-linéarité intégrale 46
7.4.1	Appareillage 46
7.4.2	Préparation de l'essai 46
7.4.3	Mode opératoire 46
7.4.4	Traitement des données de mesure 48
7.4.5	Variation de la non-linéarité intégrale due aux variations de température 48
7.4.6	Variation de la non-linéarité intégrale due aux variations de tension d'alimentation 48
7.5	Non-linéarité différentielle (NLD) 48
7.5.1	Méthodes de mesures de la non-linéarité différentielle 48
7.5.2	Méthode combinée pour déterminer simultanément NLD, NLI et le bruit du CAN 52
7.5.3	Méthode du scintillomètre 56
7.6	Domaine de fonctionnement 60
7.6.1	Appareillage 60
7.6.2	Préparation de l'essai 60
7.6.3	Mode opératoire 60
7.6.4	Traitement des données de mesure 60
7.7	Temps mort de l'analyseur 60
7.7.1	Appareillage 60
7.7.2	Préparation de l'essai 62
7.7.3	Mode opératoire 62
7.7.4	Traitement des données de mesure 62
7.7.5	Méthode subsidiaire 64
7.8	Fréquence maximale d'impulsions à mesurer 64
7.8.1	Appareillage 64
7.8.2	Préparation de l'essai 66
7.8.3	Mode opératoire 66
7.8.4	Traitement des données de mesure 66

Clause	Page
7.3.4 Processing of measured data	45
7.3.5 Main error of the zero point	45
7.3.6 Instability of the zero point	45
7.3.7 Additional error of the zero point due to temperature changes	45
7.3.8 Additional error of the zero point due to supply voltage changes	47
7.4 Integral non-linearity	47
7.4.1 Apparatus	47
7.4.2 Preparation for the test	47
7.4.3 Test procedure	47
7.4.4 Processing of measured data	49
7.4.5 Variance of integral non-linearity due to temperature changes	49
7.4.6 Variance of integral non-linearity due to supply voltage changes	49
7.5 Differential non-linearity (DNL)	49
7.5.1 Methods for DNL measurements	49
7.5.2 A combined method for determining DNL, INL and ADC noise	53
7.5.3 Scintillation counter method	57
7.6 Operating range	61
7.6.1 Apparatus	61
7.6.2 Preparation for the test	61
7.6.3 Test procedure	61
7.6.4 Processing of measured data	61
7.7 Dead time of the MCA	61
7.7.1 Apparatus	61
7.7.2 Preparation for the test	63
7.7.3 Test procedure	63
7.7.4 Processing of measured data	63
7.7.5 Subsidiary method	65
7.8 Maximum pulse frequency to be measured	65
7.8.1 Apparatus	65
7.8.2 Preparation for the test	67
7.8.3 Test procedure	67
7.8.4 Processing of measured data	67

Articles	Pages
7.9 Erreur de correction du temps mort	66
7.9.1 Appareillage	66
7.9.2 Préparation de l'essai	66
7.9.3 Mode opératoire	68
7.9.4 Traitement des données de mesure	68
7.10 Facteur non rectangulaire du profil de canal	68
7.10.1 Méthode générale	68
7.10.2 Appareillage	68
7.10.3 Préparation de l'essai	68
7.10.4 Mode opératoire	68
7.10.5 Traitement des données de mesure	70
7.11 Capacité de traitement du système	70
7.11.1 Appareillage	70
7.11.2 Préparation de l'essai	70
7.11.3 Mode opératoire	72
7.11.4 Traitement des données de mesure	72
Figures	74
 Annexes	
A Valeurs guides de spécifications techniques pour les paramètres des analyseurs multicanaux d'amplitude	86
B Calcul de centre et de largeur de raies spectrales	92
C Méthode subsidiaire pour mesure des NLD locales	96
D Méthode de contrôle rapide	100
E Méthode d'essai du temps mort moyen (essai auxiliaire)	102
F Bibliographie	104

Clause	Page
7.9 Dead time correction error	67
7.9.1 Apparatus	67
7.9.2 Preparation for the test	67
7.9.3 Test procedure	69
7.9.4 Processing of measured data	69
7.10 Non-rectangular factor of channel profile	69
7.10.1 General method	69
7.10.2 Apparatus	69
7.10.3 Preparation for the test	69
7.10.4 Test procedure	69
7.10.5 Processing of measured data	71
7.11 System throughput	71
7.11.1 Apparatus	71
7.11.2 Preparation for the test	71
7.11.3 Test procedure	73
7.11.4 Processing of measured data	73
Figures	75
Annexes	
A Technically based values of parameters of multichannel pulse height analyzers	87
B Calculation of the positions (modal channel) of spectral lines	93
C Subsidiary method for local DNL measurements	97
D A quick DNL checking method	101
E Average dead time test method (auxiliary test)	103
F Bibliography	105

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTRUMENTATION NUCLÉAIRE – ANALYSEURS D'AMPLITUDE MULTICANAU – PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES, PRESCRIPTIONS TECHNIQUES ET MÉTHODES D'ESSAI

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études 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.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La Norme internationale CEI 1342 a été établie par le comité d'études 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Cette norme annule et remplace la CEI 578 (1977) et la CEI 659 (1979).

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
45(BC)208	45(BC)220

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Les annexes A à F sont données uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**NUCLEAR INSTRUMENTATION –
MULTICHANNEL PULSE HEIGHT ANALYZERS –
MAIN CHARACTERISTICS, TECHNICAL REQUIREMENTS
AND TEST METHODS**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) 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.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

International Standard IEC 1342 has been prepared by IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

This standard cancels and replaces IEC 578 (1977) and IEC 659 (1979).

The text of this standard is based on the following documents:

DIS	Report on voting
45(CO)208	45(CO)220

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

Annexes A to F are for information only.

INSTRUMENTATION NUCLÉAIRE – ANALYSEURS D'AMPLITUDE MULTICANAUX – PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES, PRESCRIPTIONS TECHNIQUES ET MÉTHODES D'ESSAI

1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale s'applique aux analyseurs d'amplitude multicanaux (AMC) réponse linéaire qui sont des dispositifs de mesure utilisés pour l'acquisition, le stockage et le traitement des distributions en amplitude.

Ces analyseurs sont destinés aux opérations suivantes:

- recevoir des impulsions provenant de sous-ensembles de détection ou d'autres sources;
- conversion analogique-numérique (CAN) des données relatives aux amplitudes;
- organisation des données d'amplitude selon des critères prédéterminés;
- stockage de l'information numérique (histogramme);
- traitement d'un histogramme d'amplitude mémorisé et d'informations extérieures, selon des algorithmes prédéterminés;
- entrée et sortie de données (par exemple, écran, imprimante, unité de disquette, traceur, etc.).

Il est possible d'effectuer les opérations ci-dessus séparément ou de manière intégrée.

Tous les essais décrits dans le présent document ne sont pas obligatoires, mais si un essai est effectué, il doit l'être conformément aux procédures indiquées dans le présent document.

Dans de nombreux cas en physique nucléaire, la mesure de la distribution de certains types de paramètres, tels que l'énergie de particules, leur masse, leur distribution temporelle, leur diffusion sur certains angles, etc. revêt une très grande importance. Dans les méthodes modernes de mesure, cette fonction est habituellement effectuée à l'aide d'un analyseur d'amplitude multicanal. Ce type de dispositif est construit de telle sorte qu'une certaine grandeur physique soit numérisée et mémorisée selon cette valeur numérique. Tous les analyseurs modernes contiennent, pour ce dernier usage, des unités de stockage spéciales (mémoires). Une fois la mesure effectuée, les informations requises sont extraites de la mémoire afin d'être utilisées pour l'interprétation des données physiques. Actuellement, les analyseurs d'amplitude multicanaux sont de plus en plus couramment utilisés dans différents domaines de la science et de l'industrie.

Leur but spécifique est de convertir l'amplitude se rapportant à un certain événement nucléaire (habituellement l'énergie) en un nombre correspondant à une cellule de mémoire, afin de pouvoir mémoriser un histogramme en tout point similaire à la distribution d'amplitudes discernable pendant la mesure.

Cette distribution reflète la densité de probabilité d'énergie des particules (spectre d'énergie). A l'aide des informations mémorisées concernant la distribution, il est facile de déterminer les informations relatives à l'énergie initiale des particules (particules alpha et/ou bêta, gamma et quantum-X, etc.). En outre, ces informations peuvent être utilisées pour déterminer des densités de flux, des débits de dose et des doses, des concentrations et des teneurs en isotopes et en éléments, etc.

NUCLEAR INSTRUMENTATION – MULTICHANNEL PULSE HEIGHT ANALYZERS – MAIN CHARACTERISTICS, TECHNICAL REQUIREMENTS AND TEST METHODS

1 Scope and object

This International Standard is applicable to multichannel pulse height (amplitude) analyzers (MCA) with linear amplitude response, which are measuring devices used for acquisition, storage and processing of amplitude distributions.

These analyzers automatically carry out the following operations:

- acceptance of pulses from detection sub-assemblies or other sources;
- analogue-to-digital conversion (ADC) of the pulse height information;
- sorting of pulse height data according to predetermined characteristics;
- storage of digital information (histogram);
- processing of stored pulse height histogram and externally supplied information in accordance with predetermined algorithms;
- data input and output functions (for example, driving a display, a printer, a floppy disk drive, a plotter, etc.).

The above operations may be accomplished separately or combined in an integrated instrument.

All the tests described herein are not mandatory, but if the test is carried out, then it shall be done in accordance with the procedures given herein.

In many cases in nuclear physics, it is very important to measure the distribution of certain kinds of parameters, such as the energy of particles, their mass, their distribution in time, their scattering on certain angles, etc. In modern measuring practice, this performance is usually accomplished by means of a multichannel pulse height analyzer. This type of a device is built in such a way that a quantity of a certain physical quality is digitized and then stored according to its digitized number. All modern MCAs contain special storing units (memories) for this purpose. After accomplishing the measurement the required information is retrieved from the memory so that it can be used for interpretation of the physical data. Nowadays, multichannel pulse height analyzers are more widely used in different fields of science and industry.

Their specific aim in nuclear applications is to transform the pulse height related to a certain nuclear event (usually energy) into a number corresponding to a memory cell, so that during the measurement one can store a histogram that is very similar to the initial pulse height distribution.

This distribution reflects the probability density of particle energy (energy spectrum). Using the stored information about the distribution it is easy to determine the information about the initial energy of the particles (alpha and/or beta-particles, gamma and X-quantum, etc.). Further, this information can be used to determine flux densities, dose rates and doses, isotope and element concentrations and contents, etc.

Habituellement, un analyseur d'amplitude comporte un CAN (convertisseur analogique-numérique), une unité d'acquisition, une mémoire, un écran d'affichage ainsi que différentes unités d'entrée/sortie (E/S) (écran, imprimante, traceur, etc.).

Le but de la présente norme est de présenter des termes et des définitions, d'énumérer les principales caractéristiques des analyseurs multicanaux, les prescriptions techniques et les méthodes d'essai relatives aux paramètres suivants:

- les amplitudes minimale et maximale du signal à mesurer;
 - erreur principale sur les amplitudes minimale et maximale mesurées du signal;
 - instabilité des amplitudes maximale et minimale du signal mesuré;
 - erreurs complémentaires (variations) sur amplitudes maximale et minimale mesurées du signal;
- largeur du canal;
 - erreur totale de la largeur du canal;
 - instabilité de la largeur du canal;
 - erreurs complémentaires (variations) sur largeur du canal;
- la position du point zéro;
 - seuil canal zéro;
 - instabilité du point zéro;
 - erreurs complémentaires (variations) sur point zéro;
- le domaine de fonctionnement;
- la non-linéarité intégrale;
- la non-linéarité différentielle;
- le temps mort;
- le débit maximal d'impulsions d'entrée à mesurer;
- l'erreur sur le temps actif;
- le facteur non rectangulaire du profil de canal;
- la capacité de traitement du système.

2 Références normatives

Le document normatif suivant contient des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, l'édition indiquée était en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer l'édition la plus récente du document normatif indiqué ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 721-3-3: (1987), *Classification des conditions d'environnement – Troisième partie: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Utilisation à poste fixe, protégé contre les intempéries*

Usually, a pulse height analyzer includes an ADC (analogue-to-digital converter), an acquisition unit, a memory, a display and different input/output (I/O) units (display, printer, plotter, etc.).

The object of this standard is to present terms and definitions, to list main characteristics of multichannel analyzers, technical requirements and test methods for the following parameters:

- minimum and maximum signal pulse heights to be measured;
 - main error of the minimum and maximum measured signal pulse heights;
 - instability of the minimum and maximum measured signal pulse heights;
 - additional errors (or variations) of the minimum and maximum measured signal pulse heights;
- channel width;
 - total error of the channel width;
 - instability of the channel width;
 - additional errors of the channel width;
- zero point position;
 - offset;
 - instability of the zero point;
 - additional errors of the zero point;
- operating range;
- integral non-linearity;
- differential non-linearity;
- dead time;
- maximum input pulse rate to be measured;
- live time error;
- non rectangular factor of channel profile;
- system throughput.

2 Normative references

The following normative document contains provisions which, through reference in this text, constitutes provisions of this International Standard. At the time of publication, the edition indicated was valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent edition of the normative document indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 721-3-3: 1987, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Stationary use at weather-protected locations*