

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 184

Première édition — First edition

1965

**Méthodes de spécification des caractéristiques relatives aux transducteurs
électromécaniques destinés aux mesures de chocs et de vibrations**

**Methods for specifying the characteristics of electro-mechanical
transducers for shock and vibration measurements**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 184

Première édition — First edition

1965

**Méthodes de spécification des caractéristiques relatives aux transducteurs
électromécaniques destinés aux mesures de chocs et de vibrations**

**Methods for specifying the characteristics of electro-mechanical
transducers for shock and vibration measurements**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	6
PRÉFACE	6
Articles	
1. Domaine d'application	8
2. Objet	8
3. Définitions	8
3.1 Capteurs de chocs et de vibrations	8
3.2 Vibration	8
3.3 Choc mécanique	8
3.4 Déplacement vibratoire	10
3.5 Vitesse vibratoire	10
3.6 Accélération vibratoire	10
3.7 Système sismique	10
3.8 Système sismique amorti	10
3.9 Fréquence propre (en l'absence d'amortissement)	10
3.10 Fréquence naturelle de vibration (en l'absence d'excitation)	12
3.11 Fréquence de résonance	12
3.12 Décrément logarithmique	12
3.13 Taux de décroissance	12
3.14 Facteur de surtension Q	12
3.15 Rapport d'amortissement	12
4. Spécifications	12
4.1 Généralités	12
4.2 Type	12
4.3 Fixation	14
4.4 Type de mouvement	14
4.5 Masse, moment d'inertie	14
4.6 Dimensions hors tout	14
4.7 Position de l'élément mobile	14
4.8 Montage	14
4.9 Liaisons	14
4.10 Température et humidité	14
4.11 Élément sensible	16
4.12 Source d'énergie	16
4.13 Nature du signal de sortie	16
4.14 Appareillage auxiliaire	16
4.15 Déplacement (accélération) maximal admissible	18
4.16 Déplacement (accélération) minimal mesurable	18
4.17 Efficacité et courbe de réponse	18
4.18 Gamme utile de fréquences	18
4.19 Courbe de réponse en phase	20

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
PREFACE	7
Articles	
1. Scope	9
2. Object	9
3. Definitions	9
3.1 Shock and vibration transducers	9
3.2 Vibration	9
3.3 Mechanical shock	9
3.4 Vibration displacement	11
3.5 Vibration velocity	11
3.6 Vibration acceleration	11
3.7 Seismic system	11
3.8 Damped seismic system	11
3.9 Undamped natural frequency	11
3.10 Damped natural frequency (without excitation)	13
3.11 Resonance frequency	13
3.12 Logarithmic decrement	13
3.13 Rate of decay	13
3.14 Quality factor Q (magnification factor)	13
3.15 Damping ratio	13
4. Specifications	13
4.1 General	13
4.2 Type	13
4.3 Attachment	15
4.4 Type of motion	15
4.5 Mass, moment of inertia	15
4.6 Over-all dimensions	15
4.7 Position of moving element	15
4.8 Mounting	15
4.9 Connections	15
4.10 Temperature and humidity	15
4.11 Sensing element	17
4.12 Energy source	17
4.13 Nature of output	17
4.14 Auxiliary equipment	17
4.15 Limits for maximum-motion (acceleration)	19
4.16 Limits for minimum motion (acceleration)	19
4.17 Sensitivity, response and response curve	19
4.18 Frequency range	19
4.19 Phase response curve	21

4.20	Amortissement	20
4.21	Orientation	20
4.22	Indication de la direction sensible	20
4.23	Directivité	20
4.24	Impédance électrique	20
4.25	Champs perturbateurs électromagnétiques et acoustiques	20
4.26	Courants telluriques	20

ANNEXE A: CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

A-1	Classes des capteurs de vibrations	22
A-1.1	Capteurs d'accélération (accéléromètres)	22
A-1.2	Capteurs de vitesse	24
A-1.3	Capteurs de déplacement.	26
A-2	Eléments sensibles	26
A-2.1	Fil résistant sensible à la contrainte	26
A-2.2	Potentiomètre à résistance	28
A-2.3	Capacité variable	28
A-2.4	Inductance variable	28
A-2.5	Générateur électromagnétique	30
A-2.6	Générateur piézoélectrique	30
FIGURES		32

4.20	Damping	21
4.21	Orientation	21
4.22	Indication of sensitive direction	21
4.23	Direction discrimination	21
4.24	Electrical impedance	21
4.25	Disturbing electromagnetic and acoustic fields	21
4.26	Earth currents	21

APPENDIX A: GENERAL CONSIDERATIONS

A-1	Classes of vibration transducers	23
A-1.1	Acceleration transducers (accelerometers)	23
A-1.2	Velocity transducers	25
A-1.3	Displacement transducers	27
A-2	Sensing elements	27
A-2.1	Strain-sensitive resistance wire	27
A-2.2	Resistive potentiometer	27
A-2.3	Variable capacitance	29
A-2.4	Variable inductance	29
A-2.5	Electromagnetic	31
A-2.6	Piezoelectric	31
FIGURES		33

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**MÉTHODES DE SPÉCIFICATION DES CARACTÉRISTIQUES
RELATIVES AUX TRANSDUCTEURS ÉLECTROMÉCANIQUES
DESTINÉS AUX MESURES DE CHOCS ET DE VIBRATIONS**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C E I 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 cette unification internationale, la C E I exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la C E I dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Comité d'Etudes N° 29 de la C E I : Electroacoustique.

Les travaux ont commencé lors de la réunion tenue à Rapallo en 1960, par la discussion d'un premier projet présenté par le Comité National des Etats-Unis. Un nouveau projet fut discuté lors de la réunion tenue à Helsinki en 1961. A la suite de cette dernière réunion, un projet définitif fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en février 1962.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication :

Allemagne	Norvège
Belgique	Portugal
Danemark	Roumanie
Etats-Unis d'Amérique	Suède
Finlande	Suisse
France	Tchécoslovaquie
Italie	Turquie
Japon	Union des Républiques Socialistes Soviétiques

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**METHODS FOR SPECIFYING THE CHARACTERISTICS OF
ELECTRO-MECHANICAL TRANSDUCERS
FOR SHOCK AND VIBRATION MEASUREMENTS**

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 this international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the IEC recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

This Recommendation was prepared by IEC Technical Committee No. 29, Electro-acoustics.

Work was started at a meeting held in Rapallo in 1960, where a preliminary draft prepared by the United States National Committee was discussed. A new draft was then discussed at a meeting held in Helsinki in 1961. As a result of these discussions, a final draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in February 1962.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Belgium	Norway
Czechoslovakia	Portugal
Denmark	Romania
Finland	Sweden
France	Switzerland
Germany	Turkey
Italy	Union of Soviet Socialist Republics
Japan	United States of America

MÉTHODES DE SPÉCIFICATION DES CARACTÉRISTIQUES RELATIVES AUX TRANSDUCTEURS ÉLECTROMÉCANIQUES DESTINÉS AUX MESURES DE CHOCS ET DE VIBRATIONS

1. Domaine d'application

La présente recommandation fournit des spécifications pour la présentation des renseignements concernant les caractéristiques des transducteurs électromécaniques (capteurs) destinés à la mesure des chocs et des vibrations et susceptibles de produire des signaux électriques qui sont des fonctions connues des accélérations, vitesses ou déplacements, soit linéaires (dans une ou plusieurs directions), soit angulaires, des objets dont on veut mesurer les mouvements.

La présente recommandation n'a pas pour dessein de spécifier les performances des capteurs.

2. Objet

La présente recommandation donne des méthodes pour spécifier les caractéristiques importantes des capteurs de chocs et de vibrations. Elle a pour but de permettre, d'une part, aux constructeurs, d'indiquer les caractéristiques de leurs capteurs, d'autre part, aux utilisateurs, de choisir un type particulier de capteur, ou d'établir un cahier des charges.

L'exactitude des renseignements donnés dépend de conditions ambiantes comme la température, de caractéristiques de fabrication comme la fréquence naturelle et de grandeurs intrinsèques comme la masse.

Le but de cette recommandation est de s'assurer que l'utilisateur possède une description complète des caractéristiques de n'importe quel capteur.

Des spécifications concernant un capteur déterminé pourront être élaborées dans le cadre général de cette recommandation.

Dans ce qui suit, les transducteurs destinés à la mesure des chocs et des vibrations seront dénommés «capteurs».

3. Définitions

3.1 *Capteurs de chocs et de vibrations*

Un capteur de vibrations est un dispositif permettant de transformer le mouvement mécanique (vibration ou choc) à mesurer en un signal ou un oscillogramme électrique, optique, hydraulique, mécanique ou autre. (On ne considérera ici que les capteurs fournissant un signal électrique.)

3.2 *Vibration*

Une vibration est le mouvement des particules d'un milieu élastique de part et d'autre d'une position d'équilibre (Vocabulaire Electrotechnique International 08-05-005).

3.3 *Choc mécanique*

On dit qu'il y a «choc mécanique» lorsque la position d'un système est notablement modifiée dans un temps relativement court d'une manière non périodique. Ce choc est caractérisé par des déplacements brusques et donne lieu à des forces internes notables dans le système.

METHODS FOR SPECIFYING THE CHARACTERISTICS OF ELECTRO-MECHANICAL TRANSDUCERS FOR SHOCK AND VIBRATION MEASUREMENTS

1. Scope

This Recommendation provides specifications for the presentation of information about the characteristics of electro-mechanical vibration and shock transducers (pick-ups) the electrical outputs of which are known functions of the uniaxial, multiaxial or angular accelerations, velocities or displacements of objects whose motions are being measured.

It is not the intention of the Recommendation to offer a performance specification for the transducers.

2. Object

This Recommendation gives methods of specifying the important characteristics of shock and vibration transducers. It is intended as a guide to instrument manufacturers for indicating the characteristics of their transducers and as a help to users in selecting a particular type of transducer or preparing performance specifications.

The accuracy of the information provided depends on environmental effects such as temperature, on design characteristics such as natural frequency and on inherent factors such as mass.

The Recommendation is intended to ensure that the user receives an adequate description of the characteristics of any particular transducer.

Specifications for a particular transducer can be written, if necessary, within the general framework of the Recommendation.

In what follows shock and vibration transducers will be referred to simply as transducers.

3. Definitions

3.1 *Shock and vibration transducers*

A vibration pick-up is a device for converting the mechanical motion to be measured (vibration or shock) into an electrical, optical, hydraulic, mechanical or other signal or record. (Only pick-ups with an electrical output are considered in this Recommendation.)

3.2 *Vibration*

Vibration is defined as the movement of particles in an elastic medium about an equilibrium position (International Electrotechnical Vocabulary 08-05-005).

3.3 *Mechanical shock*

Mechanical shock is said to occur when the position of a system is significantly changed in a relatively short time in a non-periodic manner. It is characterized by the suddenness of the displacements and develops significant internal forces in the system.

Un tel mouvement peut être analysé sous forme d'un spectre continu en fréquence. Cela suppose qu'un choc mécanique ne peut être transformé fidèlement à l'aide d'un capteur en signal ou en enregistrement électrique ou autre, que si la réponse du capteur s'étend sans distorsion sur une bande de fréquence qui comprend la partie essentielle du spectre ci-dessus. Il faut alors que le capteur soit linéaire dans tout le domaine de variation d'amplitude du signal, que sa réponse en amplitude soit indépendante de la fréquence et que la rotation de phase soit proportionnelle à la fréquence dans tout le domaine comprenant la partie essentielle du spectre de choc.

3.4 *Déplacement vibratoire*

Le déplacement vibratoire, linéaire ou angulaire, est la modification de la position d'un corps, ou d'un point lié à ce corps, par rapport à un système de référence spécifié. Lorsqu'on ne spécifie pas de système de référence, on sous-entend que le système de référence est un système sismique.

Dans le cas d'un mouvement sinusoïdal, l'amplitude du déplacement est la valeur maximale du déplacement par rapport à sa valeur moyenne. L'amplitude du déplacement crête à crête est égale au double de l'amplitude du déplacement et est quelquefois désignée sous le nom d'amplitude double ou d'excursion totale. Dans le cas d'un mouvement de choc, le déplacement de crête est égal à la valeur maximale du déplacement.

3.5 *Vitesse vibratoire*

La vitesse vibratoire est la dérivée par rapport au temps du déplacement.

Dans le cas d'un mouvement sinusoïdal, l'amplitude de la vitesse est la valeur maximale de la vitesse. Pour les mouvements de choc, la vitesse de crête est égale à la valeur maximale de la vitesse.

3.6 *Accélération vibratoire*

L'accélération vibratoire est la dérivée par rapport au temps de la vitesse.

Dans le cas d'un mouvement sinusoïdal, l'amplitude de l'accélération est la valeur maximale de l'accélération. Pour les mouvements de choc, l'accélération de crête est la valeur maximale de l'accélération.

L'unité d'accélération est prise égale à l'accélération de la pesanteur. La valeur généralement adoptée pour cette accélération dans la technique des vibrations est de $g_n = 9,80665 \text{ m/s}^2$. On exprime les amplitudes des accélérations en prenant g_n comme unité.

3.7 *Système sismique*

Un système sismique est un élément de mesure comportant essentiellement une masse suspendue élastiquement, au moyen d'un ressort par exemple, par rapport à un système de référence rigide. Dans un capteur sismique, ce système est constitué par le socle du capteur. Le mouvement de la masse par rapport au système peut être amorti.

3.8 *Système sismique amorti*

On entend par amortissement dans cette recommandation, la caractéristique de dissipation d'énergie d'un système sismique qui tend à ramener le système au repos lorsque l'excitation s'arrête.

3.9 *Fréquence propre (en l'absence d'amortissement)*

On entend dans cette recommandation par fréquence propre (en l'absence d'amortissement) d'un système sismique, la fréquence d'excitation sinusoïdale du système de référence pour laquelle la différence algébrique entre les mouvements de la masse et du système de référence change de signe.

Such a motion can be analyzed into a continuous frequency spectrum. A transducer can faithfully convert the mechanical shock into an electrical or other kind of signal or record, however, only if it responds without distortion over a frequency range which includes the significant part of the above spectrum. This requires that the transducer be linear throughout the amplitude range of the signal, that its amplitude response be independent of frequency and that the phase shift be proportional to frequency over the significant part of the shock-motion spectrum.

3.4 *Vibration displacement*

Vibration displacement, translational or angular, is the change in spatial location of a body, or a point therein, with respect to a specified reference frame. When no reference frame is specified, an inertial reference frame is to be understood.

For sinusoidal motion, the displacement amplitude is the maximum magnitude of the displacement measured from its mean value. The peak-to-peak displacement amplitude is double the displacement amplitude and is sometimes referred to as the double-amplitude or the total excursion. In the case of shock-motion, the peak displacement is the maximum magnitude of the displacement.

3.5 *Vibration velocity*

Vibration velocity is the time rate of change of displacement.

For sinusoidal motion, the velocity amplitude is the maximum magnitude of the velocity. For shock-motion, the peak velocity is the maximum magnitude of the velocity.

3.6 *Vibration acceleration*

Vibration acceleration is the time rate of change of velocity.

For sinusoidal motion, the acceleration amplitude is the maximum magnitude of the acceleration. For shock motion, the peak acceleration is the maximum magnitude of the acceleration.

The unit of acceleration is the acceleration due to gravity g_n . Its value is normally taken as 9.80665 m/s^2 for vibration work. Vibration acceleration magnitudes are expressed as multiples of g_n .

3.7 *Seismic system*

A seismic system is a measuring element consisting essentially of a mass flexibly mounted within a rigid reference frame, for example by means of a spring. In a seismic transducer the frame becomes the base for the transducer. The motion of the mass relative to the frame may be damped.

3.8 *Damped seismic system*

Damping, for the purpose of this Recommendation, is that energy-dissipating characteristic of a seismic system which tends to bring the system to rest when the stimulus is removed.

3.9 *Undamped natural frequency*

For the purpose of this Recommendation, the undamped natural frequency of a seismic system is the frequency of sinusoidal excitation of the frame at which the algebraic difference between the motions of the mass and the frame changes sign.