

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 318

Première édition — First edition

1970

**Une oreille artificielle de la CEI, à large bande, pour l'étalonnage
des écouteurs utilisés en audiométrie**

**An IEC artificial ear, of the wide band type, for the
calibration of earphones used in audiometry**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

IEC NORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60318:1970

Withdrawn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 318

Première édition — First edition

1970

**Une oreille artificielle de la CEI, à large bande, pour l'étalonnage
des écouteurs utilisés en audiométrie**

**An IEC artificial ear, of the wide band type, for the
calibration of earphones used in audiometry**



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 et but	8
2. Définition	8
3. Description de l'oreille artificielle	8
3.1 Données de base	8
3.2 Tolérances	10
3.3 Fuite d'égalisation de pression	10
3.4 Microphone	10
3.5 Matériaux	10
3.6 Exemple de réalisation	10
4. Mode d'utilisation	10
5. Etalonnage	10
LISTE DES RÉFÉRENCES	10
ANNEXE A — Réseau électrique à constantes localisées équivalant à l'oreille artificielle	12
ANNEXE B — Exemple d'une réalisation de l'oreille artificielle	16

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Scope and purpose	9
2. Definition	9
3. Description of the artificial ear	9
3.1 Basic design	9
3.2 Tolerances	11
3.3 Pressure equalizing leak	11
3.4 Microphone	11
3.5 Material	11
3.6 Example of design	11
4. Method of use	11
5. Calibration	11
LIST OF REFERENCES	11
APPENDIX A — Lumped-parameter electrical network analogue of the artificial ear	13
APPENDIX B — Example of one specific design of the artificial ear	17

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

UNE OREILLE ARTIFICIELLE DE LA CEI, A LARGE BANDE, POUR L'ÉTALONNAGE DES ÉCOUTEURS UTILISÉS EN AUDIOMÉTRIE

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 Sous-Comité N° 29C: Dispositifs de mesure, du Comité d'Etudes N° 29 de la C E I: Electroacoustique.

Au cours d'une réunion tenue à Liège en 1960, le Groupe de Travail recommanda de définir cinq types d'oreilles artificielles:

1. Type simple conventionnel.
2. Type simple utilisé dans les applications téléphonométriques.
3. Type à large bande pour mesures audiométriques.
4. Type spécial pour étalonnage des écouteurs internes.
5. Type reproduisant fidèlement les caractéristiques de l'oreille humaine moyenne pour des usages en laboratoire.

Après l'étude de l'oreille artificielle du type 1, ou coupleur de référence (voir Publication 303 de la C E I: Coupleur de référence provisoire de la C E I pour l'étalonnage des écouteurs utilisés en audiométrie), le Groupe de Travail s'est consacré à l'étude des spécifications relatives aux dispositifs du type 3. L'avancement des travaux de recherche et l'accord réalisé sur la détermination de l'impédance acoustique de l'oreille humaine moyenne ont conduit le Groupe de Travail, après sa réunion de Liège en 1964, à faire réaliser et mesurer un certain nombre d'oreilles artificielles expérimentales*.

Lors de sa réunion à Prague en 1966, le Groupe de Travail a jugé que les résultats des mesures effectuées étaient satisfaisants, en particulier en ce qui concerne l'impédance acoustique qui constitue la base scientifique de la spécification de l'oreille artificielle audiométrique (voir annexe A, page 12). Il a donc été décidé qu'une oreille identique à ces types expérimentaux devait faire l'objet d'une recommandation de la C E I.

* Une liste des références se trouve à la page 10 de la présente recommandation.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

AN IEC ARTIFICIAL EAR, OF THE WIDE BAND TYPE, FOR THE CALIBRATION OF EARPHONES USED IN AUDIOMETRY

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the I E C 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 I E C expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the I E C 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 has been prepared by Sub-Committee No. 29C, Measuring Devices, of I E C Committee No. 29, Electro-acoustics.

At the meeting held in Liège in 1960, the Working Group recommended the definition of five types of artificial ears:

1. Simple conventional type.
2. Simple type used for telephonometric applications.
3. Wide band type for audiometric measurements.
4. Special type for calibration of insert earphones.
5. A type which faithfully reproduces the characteristics of the mean human ear, for laboratory use.

Following a study of artificial ear Type 1, or reference coupler (see I E C Publication 303, I E C Provisional Reference Coupler for the Calibration of Earphones used in Audiometry), the Working Group has concentrated on a study of specifications relating to a device of Type 3. Progress with research and the agreement reached in the determination of the acoustical impedance of the mean human ear led the Working Group, after its meeting in Liège in 1964, to the realization and measurement of several experimental artificial ears *.

The results of the tests were judged satisfactory at the meeting in Prague in 1966, as regards the acoustic impedance which forms the scientific basis of the specification of the audiometric artificial ear (see Appendix A, page 13). Therefore, it was decided that an artificial ear, based on these experimental types, should be made the object of an I E C Recommendation.

* A list of references is included on page 11 of this Recommendation.

Les efficacités relatives de nombreux types d'écouteurs audiométriques dans la bande de 80 Hz à 10 000 Hz, déterminées avec cet appareil, se sont montrées en meilleur accord avec les évaluations subjectives que les efficacités relatives obtenues avec d'autres types existants d'oreille artificielle. Cependant, avant d'utiliser cette oreille artificielle C E I pour obtenir des étalonnages subjectifs absolus, des comparaisons subjectives convenables peuvent être nécessaires.

De l'avis du Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique (C.C.I.T.T.), il est possible aussi d'effectuer l'étalonnage téléphonométrique des écouteurs, au moyen de cette oreille artificielle, dans le cas où il n'y a pas lieu d'introduire de fuites acoustiques. L'étude de l'oreille artificielle du type 2 ainsi que l'étude des fuites acoustiques ont donc été supprimées du programme de travail de la C E I et sont poursuivies par le C.C.I.T.T.

A la suite de la réunion tenue à Vedbaek en 1968, un projet fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en septembre 1968.

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

Allemagne	Japon
Australie	Norvège
Belgique	Pologne
Canada	Roumanie
Danemark	Royaume-Uni
Etats-Unis d'Amérique	Suède
France	Suisse
Israël	Tchécoslovaquie
Italie	Turquie

Using this device, it has been shown that relative sensitivities of a number of types of audiometric earphones over the range 80 Hz to 10 000 Hz are in closer accord with subjective ratings than the relative sensitivities obtained using other existing types of artificial ear. However, before this I E C artificial ear is used to obtain absolute subjective calibrations of other types of earphone, suitable subjective comparisons may be necessary.

In the opinion of the Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique (C.C.I.T.T.), it is also possible to carry out telephonometric calibrations of earphones with this artificial ear, in the case where there is no need to introduce acoustic leaks. The study of Type 2 artificial ear, and also the study of acoustic leaks, have therefore been deleted from the programme of work of the I E C and are carried on by the C.C.I.T.T.

Following the meeting held in Vedbaek in 1968, a draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in September 1968.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Japan
Belgium	Norway
Canada	Poland
Czechoslovakia	Romania
Denmark	Sweden
France	Switzerland
Germany	Turkey
Israel	United Kingdom
Italy	United States of America

UNE OREILLE ARTIFICIELLE DE LA CEI, A LARGE BANDE, POUR L'ÉTALONNAGE DES ÉCOUTEURS UTILISÉS EN AUDIOMÉTRIE

1. Domaine d'application et but

La présente recommandation est relative à la spécification d'une oreille artificielle qui couvre la gamme de fréquences 20 Hz à 10 000 Hz et est destinée à l'étalonnage d'écouteurs extérieurs normaux appliqués à l'oreille sans fuite acoustique. Ce dispositif n'est donc pas destiné à l'étalonnage des écouteurs circumauraux.

2. Définition

L'oreille artificielle audiométrique est un dispositif permettant l'étalonnage des écouteurs utilisés en audiométrie, et comprenant un microphone destiné à mesurer la pression acoustique et un réseau acoustique, de telle façon que les caractéristiques acoustiques de l'ensemble soient voisines de celles de l'oreille externe humaine moyenne.

3. Description de l'oreille artificielle

3.1 Données de base

L'oreille artificielle est constituée par trois cavités couplées acoustiquement. Les dimensions du premier volume conique et les grandeurs des volumes des cavités couplées sont définies à la figure 1. Les éléments de couplage seront ajustés aux valeurs suivantes, définies en constantes localisées:

$$L_2 = 5 \times 10^2 \text{ Nsm}^{-5}$$

$$L_3 = 1 \times 10^4 \text{ Nsm}^{-5}$$

$$R_2 = 6,5 \times 10^6 \text{ Nsm}^{-5}$$

$$R_3 = 2 \times 10^7 \text{ Nsm}^{-5}$$

Ces valeurs sont définies dans les conditions atmosphériques normales.

Note. – Le volume V_1 inclut le volume équivalent de la capsule microphonique; la présence d'une grille de protection entraîne une correction correspondante.

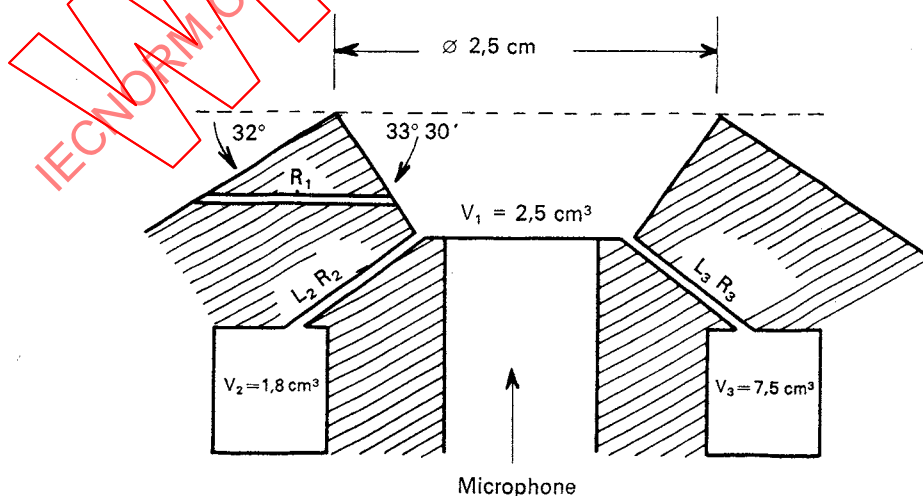


FIG. 1. – Coupe schématique. (Pour les tolérances, voir paragraphe 3.2.)

AN IEC ARTIFICIAL EAR, OF THE WIDE BAND TYPE, FOR THE CALIBRATION OF EARPHONES USED IN AUDIOMETRY

1. Scope and purpose

This Recommendation relates to the specification of an artificial ear which covers the frequency band 20 Hz to 10 000 Hz and is intended for calibrating supra-aural earphones applied to the ear without acoustical leakage. This device is not intended for the calibration of circumaural earphones.

2. Definition

The audiometric artificial ear is a device to permit calibration of earphones used in audiometry and comprises a microphone to measure the sound pressure and an acoustical network so constructed that the acoustical characteristics of the whole approximate to the acoustical characteristics of the mean external human ear.

3. Description of the artificial ear

3.1 Basic design

The artificial ear is composed of three cavities coupled acoustically. The dimensions of the primary conical cavity and the volumes of the coupled cavities are defined in Figure 1. The lumped-parameter values of the coupling elements shall be adjusted as follows:

$$\begin{aligned} L_2 &= 5 \times 10^2 \text{ N s}^2 \text{ m}^{-5} \\ L_3 &= 1 \times 10^4 \text{ N s}^2 \text{ m}^{-5} \\ R_2 &= 6.5 \times 10^6 \text{ N s m}^{-5} \\ R_3 &= 2 \times 10^7 \text{ N s m}^{-5} \end{aligned}$$

These values relate to normal atmospheric conditions.

Note. – Volume V_1 includes the equivalent volume of the microphone capsule; a corresponding correction for the presence of a protective grid also being taken into account.

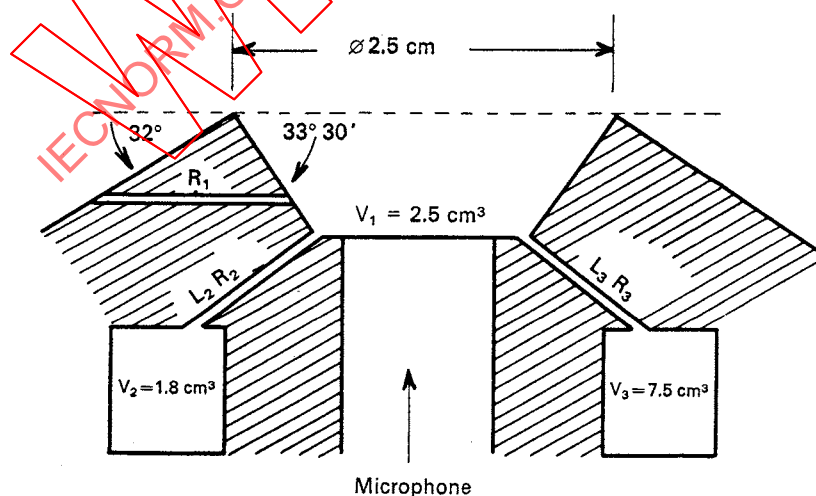


FIG. 1. – Schematic cross-section. (For tolerances, see Sub-clause 3.2.)

3.2 Tolérances

La dimension linéaire spécifiée doit être définie avec une tolérance de $\pm 0,02$ cm, les valeurs des volumes des cavités couplées avec une tolérance de $\pm 1\%$ et celles des éléments de couplage avec une tolérance de $\pm 5\%$. La tolérance sur l'angle de $33^\circ 30'$ doit être de $\pm 00^\circ 30'$. La tolérance sur l'angle de 32° sera de $\begin{smallmatrix} -1^\circ \\ +3^\circ \end{smallmatrix}$.

3.3 Fuite d'égalisation de pression

Une fuite d'égalisation de pression est prévue qui devra avoir une résistance acoustique R_1 supérieure à $5 \times 10^8 \text{ Nsm}^{-5}$ et inférieure à 10^9 Nsm^{-5} . Cette fuite peut prendre naissance dans l'un quelconque des trois volumes.

3.4 Microphone

Un microphone constitue le fond de la cavité V_1 . Le microphone utilisé doit avoir une grande impédance mécanique, le volume équivalent étant inférieur à $0,02 \text{ cm}^3$ dans toute la bande de fréquences spécifiée. L'efficacité en pression du microphone et de l'équipement de mesure associé dans toute la bande de fréquences spécifiée doit être connue avec une précision de $\pm 0,2 \text{ dB}$. Le couplage entre le microphone et le fond de la cavité V_1 doit être rigoureusement étanche.

3.5 Matériaux

L'oreille artificielle doit être construite en un matériau dur, stable, non magnétique tel que le laiton.

3.6 Exemple de réalisation

Un exemple d'une réalisation de l'oreille artificielle est donné à l'annexe B, page 16.

4. Mode d'utilisation

L'écouteur à étalonner doit être appliqué à l'oreille artificielle sans aucune fuite acoustique avec une force comprise entre 4 N et 5 N, compte non tenu du poids de l'écouteur lui-même.

On notera que l'écouteur ne doit pas reposer sur la surface conique extérieure de l'oreille, mais sur le bord supérieur.

Si le pavillon de l'écouteur à étalonner est fait d'un matériau très dur, une pellicule de cire ou de graisse d'épaisseur la plus faible possible sera interposée entre l'écouteur et l'oreille artificielle afin d'éliminer toute fuite.

5. Etalonnage

Pour une oreille artificielle répondant aux spécifications ci-dessus, l'étalonnage est fondé sur la connaissance de l'efficacité globale en pression du microphone et de l'équipement associé.

On recommande que les constructeurs d'oreilles artificielles conformes à la présente spécification donnent, dans une notice d'emploi, une description de la méthode utilisée — ou des méthodes — pour déterminer la stabilité globale du dispositif.

LISTE DES RÉFÉRENCES

- Brüel, P. V., Frederiksen, E. et Rasmussen, G.: « Artificial ears for the calibration of earphones of the external type ». B & K Tech. Rev. N° 4 (1961) et N° 1 (1962).
- Delany, M. E.: « The acoustical impedance of human ears ». J. Sound Vib. 1 (1964), 455.
- Delany, M. E., Whittle, L. S., Cook, J. P. et Scott V.: « Performance studies on a new artificial ear ». Acustica 18 (1967), 231.
- Ithell, A. H.: « A determination of the acoustical input impedance characteristics of human ears ». Acustica 13 (1963), 311.
- Ithell, A. H., Johnson, E. G. T. et Yates, R. F.: « The acoustical impedance of human ears and a new artificial ear ». Acustica 15 (1965), 109.

3.2 Tolerances

The linear dimension specified shall be met within a tolerance of ± 0.02 cm, the magnitude of coupled volumes within $\pm 1\%$ and the magnitude of the coupling elements within $\pm 5\%$. The angular dimension $33^\circ 30'$ shall have a tolerance of $\pm 00^\circ 30'$. The angular dimension 32° shall have a tolerance of $\begin{smallmatrix} -1^\circ \\ +3^\circ \end{smallmatrix}$.

3.3 Pressure equalizing leak

A leak provided to equalize the pressure shall have an acoustic resistance R_1 greater than $5 \times 10^8 \text{ Nsm}^{-5}$ and less than 10^9 Nsm^{-5} . This leakage can be coupled to any one of the three volumes.

3.4 Microphone

A microphone forms the base of cavity V_1 . The acoustic impedance of the microphone shall be high, the equivalent volume being less than 0.02 cm^3 over the specified range of frequencies. The over-all pressure sensitivity of the microphone and associated measuring system over the specified frequency range shall be known with an accuracy of $\pm 0.2 \text{ dB}$. The microphone shall be coupled to the volume V_1 without leakage.

3.5 Material

The artificial ear shall be constructed of a hard, stable, non-magnetic material such as brass.

3.6 Example of design

A specific example of the artificial ear is shown in Appendix B, page 17.

4. Method of use

The earphone to be calibrated shall be applied to the artificial ear without acoustic leakage with a force of between 4 N and 5 N, not including the weight of the earphone itself.

Note that the earphone should not rest on the sloping side of the artificial ear, but only on the upper edge (or rim).

If the earcap of an earphone to be calibrated is made of a very hard material, a wax or grease film of minimal thickness shall be used between earcap and artificial ear in order to eliminate leakage.

5. Calibration

For an artificial ear complying with the above requirements, the calibration depends on a knowledge of the over-all pressure sensitivity of the microphone and associated measuring system.

It is recommended that manufacturers of artificial ears conforming to this specification describe method(s) for determining over-all stability in an instruction manual.

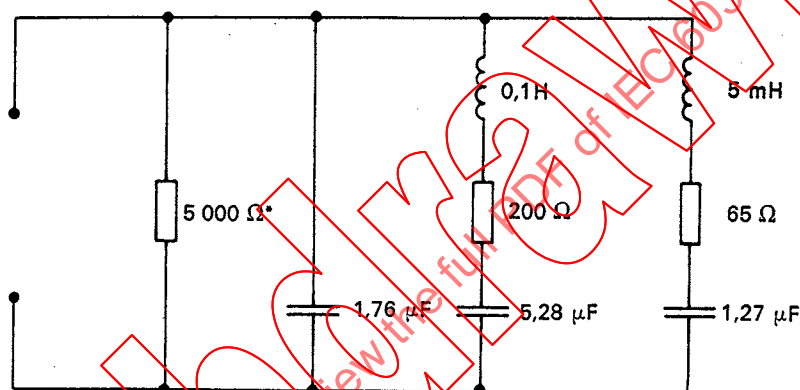
LIST OF REFERENCES

- Brüel, P. V., Frederiksen, E., and Rasmussen, G.: "Artificial ears for the calibration of earphones of the external type". B & K Tech. Rev. No. 4 (1961) and No. 1 (1962).
- Delany, M. E.: "The acoustical impedance of human ears". J. Sound Vib. 1 (1964), 455.
- Delany, M. E., Whittle, L. S., Cook, J. P. and Scott, V.: "Performance studies on a new artificial ear". Acustica 18 (1967), 231.
- Ithell, A. H.: "A determination of the acoustical input impedance characteristics of human ears". Acustica 13 (1963), 311.
- Ithell, A. H., Johnson, E. G. T., and Yates, R. F.: "The acoustical impedance of human ears and a new artificial ear". Acustica 15 (1965), 109.
-

ANNEXE A

RÉSEAU ÉLECTRIQUE A CONSTANTES LOCALISÉES ÉQUIVALANT A L'OREILLE ARTIFICIELLE

Dans cette équivalence, un ohm électrique correspond à 10^5 Nsm^{-5} .



* Voir paragraphe 3.3.

FIGURE A1

On a disposé (voir « Liste des références », page 10) de trois déterminations indépendantes de l'impédance acoustique de l'oreille humaine moyenne, en l'absence de fuites; ces déterminations s'appliquaient à des pavillons de différentes formes, utilisés sur des écouteurs audiométriques. Dans chaque cas, on a déterminé un réseau équivalent du type représenté sur la figure en fixant les valeurs des éléments de façon à obtenir la meilleure adaptation possible aux valeurs d'impédances mesurées. Les valeurs des éléments à constantes localisées qui sont indiquées sur la figure sont des valeurs moyennes correspondant à un pavillon plan.

APPENDIX A

LUMPED-PARAMETER ELECTRICAL NETWORK ANALOGUE OF THE ARTIFICIAL EAR

In this analogue, one electrical ohm corresponds to 10^5 Nsm^{-5} .

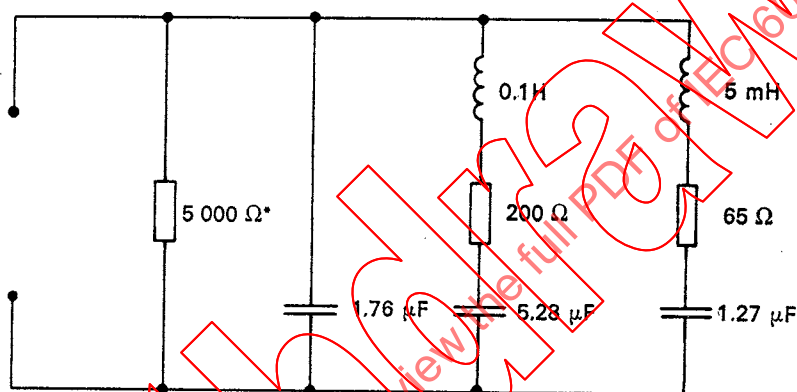


FIGURE A1

Three independent determinations (see "List of references", page 11) of the acoustic impedance of the mean human ear under no-leak conditions were available covering various earcap contours used on audiometric earphones. In each case, an analogue network of the type shown in the figure was devised with values of the elements adjusted to produce optimum fit to the experimental impedance data. The values of the lumped-parameters shown in the figure are average values corresponding to a plane earcap.

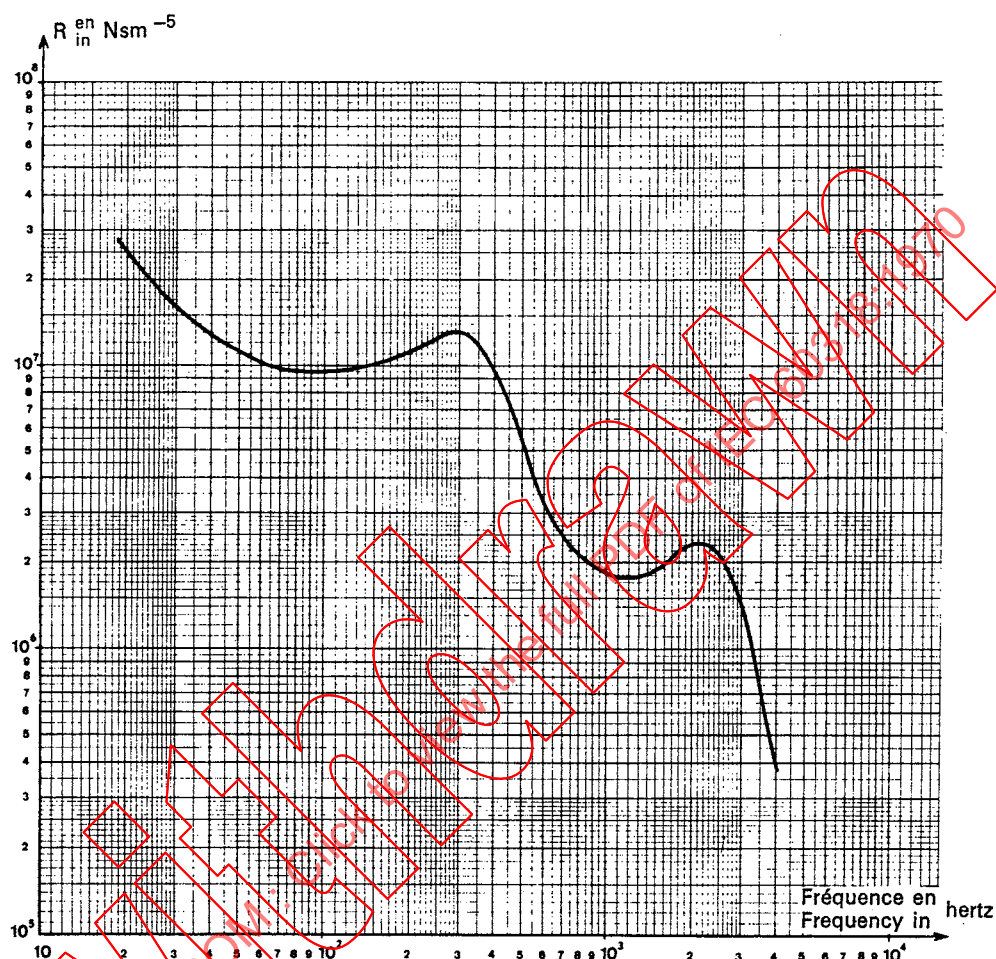


FIG. A2. – Partie réelle de l'impédance du réseau électrique équivalent.
Real component of the impedance of the electrical analogue network.

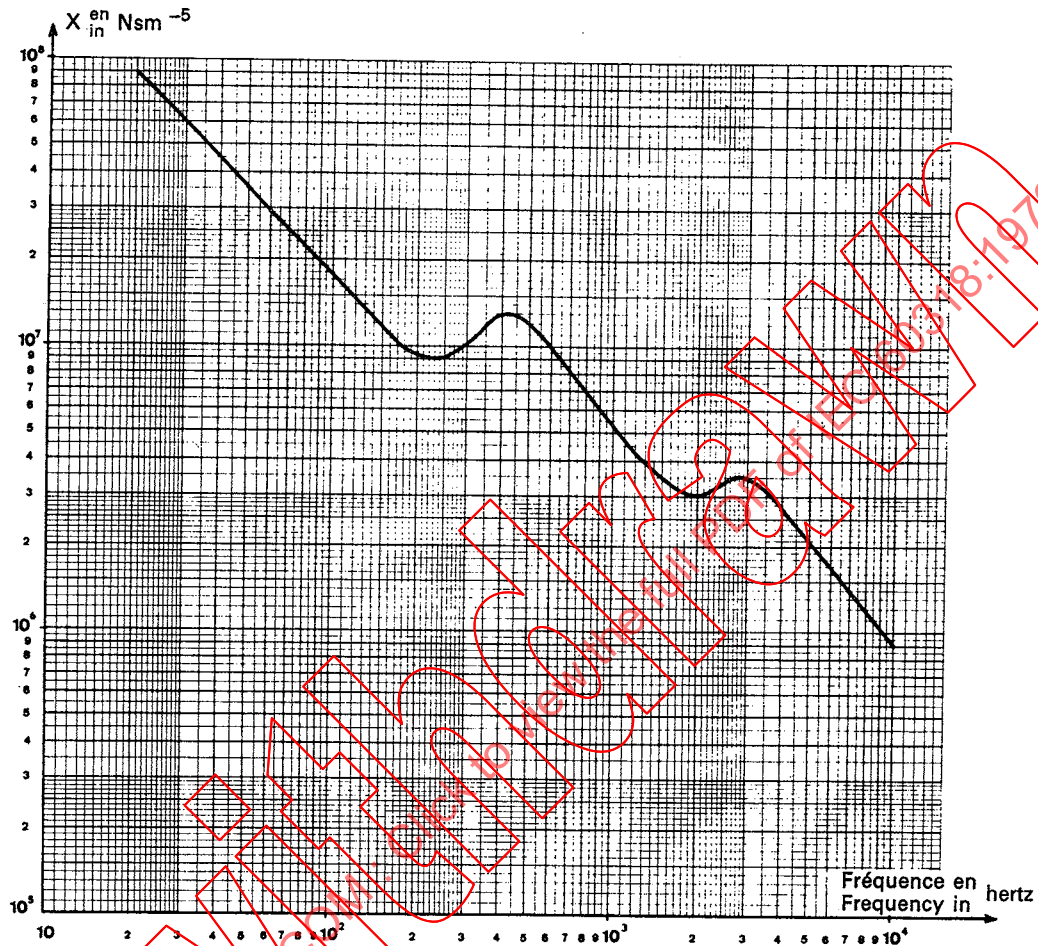


FIG. A3. – Partie imaginaire de l'impédance du réseau électrique équivalent.
Imaginary component of the impedance of the electrical analogue network.