

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC
60653**

Première édition
First edition
1979-01

**Considérations générales sur le nettoyage
aux ultrasons**

General considerations on ultrasonic cleaning



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60653: 1979

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} 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.

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC
60653**

Première édition
First edition
1979-01

**Considérations générales sur le nettoyage
aux ultrasons**

General considerations on ultrasonic cleaning

© IEC 1979 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

G

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

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LE NETTOYAGE AUX ULTRASONS

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

Le présent rapport a été établi par le Sous-Comité 50C: Essais climatiques et mécaniques divers, du Comité d'Etudes N° 50 de la CEI: Essais climatiques et mécaniques.

Un premier projet fut discuté par le Sous-Comité 50A lors de la réunion tenue à Stockholm en 1972. Un deuxième projet fut discuté lors de la réunion tenue à Munich en 1973. Le dossier fut alors transféré au Sous-Comité 50C. A la suite des réunions tenues à La Haye en 1975 et à Moscou en 1977, le projet, document 50C(Bureau Central)18, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juin 1978.

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

Afrique du Sud (République d')	Corée (République démocratique	Israël
Allemagne	populaire de)	Italie
Australie	Danemark	Norvège
Belgique	Egypte	Pologne
Brésil	Espagne	Suède
Canada	Finlande	Suisse
Corée (République de)	Hongrie	Turquie

Le présent rapport a pour but essentiel d'attirer l'attention sur les problèmes inhérents à une méthode d'essai permettant de déterminer l'aptitude des produits de l'électrotechnique à résister aux contraintes survenant pendant le nettoyage aux ultrasons. Bien qu'elle soit incomplète, la méthode d'essai décrite à l'annexe A devrait être d'une utilité à l'auteur de spécifications et à l'ingénieur préposé aux essais dans le choix des conditions d'essai appropriées.

Le présent rapport reflète les résultats obtenus par le Groupe de Travail qui a été chargé en 1971 de préparer une méthode d'essai pour déterminer la résistance des composants électroniques et du matériel aux contraintes survenant pendant le nettoyage aux ultrasons. Ce groupe de travail a rassemblé durant ses trois années d'activité un nombre considérable d'informations, qui ont servi à rédiger ce rapport. Il n'a cependant pas réussi à spécifier une méthode de mesure reproductible pour la pression acoustique dans le bain. Un autre problème qui n'a pu être résolu concerne la loi selon laquelle la pression acoustique dépend de la température.

Il est souhaitable que les experts en nettoyage aux ultrasons qui utiliseront les informations données dans ce rapport contribuent, grâce à l'expérience acquise, à résoudre les problèmes existants.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

GENERAL CONSIDERATIONS ON ULTRASONIC CLEANING

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 report has been prepared by Sub-Committee 50C, Miscellaneous Environmental Tests, of IEC Technical Committee No. 50, Environmental Testing.

A first draft was discussed by Sub-Committee 50A at the meeting held in Stockholm in 1972. A second draft was discussed at the meeting held in Munich in 1973. The matter was then transferred to Sub-Committee 50C. As a result of the meetings held in The Hague in 1975 and in Moscow in 1977, the draft, Document 50C(Central Office)18, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in June 1978.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Germany	Norway
Belgium	Hungary	Poland
Brazil	Israel	South Africa (Republic of)
Canada	Italy	Spain
Denmark	Korea (Democratic People's	Sweden
Egypt	Republic of)	Switzerland
Finland	Korea (Republic of)	Turkey

The purpose of this report is primarily to call attention to problems associated with a test procedure to determine the ability of electrotechnical products to withstand stresses during ultrasonic cleaning. The test procedure described in Appendix A, although incomplete, should be of assistance to the specification writer and to the test engineer when choosing the appropriate test conditions.

This report reflects the results of the Working Group which was given the task in 1971 to prepare a testing procedure for the determination of the resistance of electronic components and equipment to stresses occurring during ultrasonic cleaning. During its three years activity, the group compiled a considerable amount of information on which this report is based. However, the group did not succeed in specifying a reproducible method of measuring the sound pressure in the bath. Another problem that could not be resolved concerns the anomalies found in the temperature dependency of the sound pressure.

It is hoped that the experts in ultrasonic cleaning who will use the information given in this report will contribute by their experience to the solution of existing problems.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LE NETTOYAGE AUX ULTRASONS

1. Problèmes issus du nettoyage aux ultrasons

1.1 Causes de détérioration

1.1.1 Fini de surface et marquage

Niveau minimal de cavitation auquel des détériorations peuvent se produire dans des solvants qui ne sont pas agressifs tant qu'on n'applique pas d'ultrasons.

1.1.2 Détérioration du matériau, des sorties et des connexions

On peut supposer que ces défauts sont dus à des résonances. Dans la plupart des expériences, on a trouvé qu'un nettoyage à 40 kHz cause moins de dommages aux composants fragiles, tels que les semi-conducteurs à contact par pointe, qu'un nettoyage à 25 kHz. Toutefois, certains rapports mentionnent qu'il n'y a pas de différence et que, dans un cas, on a trouvé la situation inverse. Quand on a un composant ou des éléments de celui-ci en résonance à la fréquence d'essai (ou de nettoyage), il faut étudier la question des limites entre lesquelles la fréquence de résonance peut varier lorsqu'un grand nombre de spécimens de ce type est essayé. Il faut de plus voir dans quelle mesure le niveau de pression acoustique a de l'importance dans le cas des défauts dus aux résonances.

1.2 Matériel d'essai

Il semble évident que l'essai devrait être exécuté à une fréquence discrète (25 kHz ou 40 kHz), avec des tolérances étroites. Cela imposerait l'uniformité des matériels d'essai, y compris les dimensions de la cuve et le volume du liquide.

Cependant, la plupart des générateurs modernes d'ultrasons, à accord automatique, se calent sur la fréquence optimale de fonctionnement, quelle que soit la charge présentée. Cela rend à la fois difficile et irréaliste la fixation de tolérances d'essai très étroites. Les ensembles de générateurs et transducteurs de conception identique disponibles sur le marché font apparaître une dispersion de l'ordre de $\pm 10\%$ autour de la fréquence de fonctionnement nominale. Cette fréquence dépend aussi de la température et de la hauteur du liquide, ainsi que de la charge.

1.3 Mesures

1.3.1 Définition de la pression acoustique

Il semble que la valeur de crête de la pression des ultrasons soit le facteur déterminant lié aux dommages causés aux composants, bien que cela soit encore à confirmer. Des mesures de valeurs de crête ont été faites avec un oscilloscope. Il serait bon d'avoir une indication par un appareil de mesure, mais les crêtes erratiques créent des difficultés qui pourraient être évitées par l'emploi d'appareils donnant la valeur efficace. Cependant les résultats de quelques mesures n'ont pas donné de relation constante entre les valeurs efficace et de crête.

GENERAL CONSIDERATIONS ON ULTRASONIC CLEANING

1. Problems arising from ultrasonic cleaning

1.1 *Causes of deterioration*

1.1.1 *Surface finish and markings*

Minimum level of cavitation at which deterioration can occur in solvents which are harmless as long as no ultrasonic energy is applied.

1.1.2 *Deterioration of material, leads and bondings*

It is assumed that these faults are due to resonances. Most experiments have found that cleaning at 40 kHz is less damaging to delicate components, such as point contact semiconductor devices, than cleaning at 25 kHz. However, some reports have stated that there is no difference, and one case of the reverse situation has been reported. When there is a type of component which is or parts of which are in resonance at a test (or cleaning) frequency, the question of the limits over which the resonance frequency can vary when a great number of specimens of this type are tested must be examined. Furthermore, in the case of faults due to resonance, the extent to which the sound pressure level is of importance has to be examined.

1.2 *Test equipment*

It seems to be self-evident that a test should be carried out at discrete frequencies (25 kHz or 40 kHz) with narrow tolerances. This would require uniformity of test equipment, including the dimensions of the tank and the volume of liquid.

However, most modern self-tuning ultrasonic generators seek the optimum operating frequency for any load presented to them. This makes very close tolerancing of the test frequency both difficult and unrealistic. Commercially available generator/transducer sets of identical design will show a spread of some $\pm 10\%$ around the nominal operating frequency. This frequency will also be dependent on the temperature and depth of liquid and on the load in the bath.

1.3 *Measurements*

1.3.1 *Definition of sound pressure*

It seems likely that the peak value of the ultrasonic pressure is the determining factor in relation to damage to components, although this has still to be confirmed. Measurements of peak-values have been made using an oscilloscope. A meter indication is desirable but there are difficulties with spurious peaks which could be avoided if an r.m.s. meter were used. However, the results of some measurements did not give a constant relation between the peak and r.m.s. values.

1.3.2 Mesures à différentes températures

Les pressions acoustiques mesurées ont montré, en général, une tendance à croître avec la température. Dans plusieurs cas, cependant, les valeurs de pression acoustique mesurées à une ou deux valeurs d'une série de températures ont fortement dévié par rapport à la tendance normale. Cette observation a été reproductible tant que le liquide n'a pas été changé. Dans un autre bain avec un liquide identique, on a observé des déviations à d'autres températures.

2. Autres investigations à faire

Il reste à répondre à deux groupes de questions: le premier concerne la réponse des composants aux contraintes dues aux ultrasons, le second concerne les méthodes et le matériel. Seules des personnes ayant une longue expérience du nettoyage aux ultrasons peuvent répondre à certaines de ses questions.

Il reste à résoudre les problèmes suivants:

- Dans quelle mesure le niveau de pression acoustique est significatif quand on considère la détérioration du fini de surface et du marquage.
- Niveau de cavitation admissible (à spécifier, si possible, par la pression acoustique) quand on considère la détérioration du fini de surface et du marquage.
- Relation entre la pression acoustique et la température du bain (ce qui requiert une série de longs essais).
- Corrélation entre la pression acoustique (valeur efficace ou de crête) et le niveau de cavitation.

Il faut insister sur le fait que l'essai d'exposition aux ultrasons a pour objet de déterminer si un composant ou une pièce détachée, devant être nettoyé aux ultrasons, peut supporter des vibrations ultrasonores à toute fréquence appliquée par un couplage non déterminé.

1.3.2 *Measurements at different temperatures*

Sound pressure measurements have shown, in general, a rising tendency in relation to the temperature. In several cases, however, the sound pressure values measured at one or two values of a series of temperatures deviated greatly from the normal tendency. This observation was reproducible as long as the liquid was not changed. In another bath with a liquid of identical nature, deviations at different temperatures were observed.

2. **Further investigations to be made**

There are two groups of questions to be answered, the first concerning the response of components to ultrasonic stress, the second concerning the methods and equipment. Some of the questions can only be answered by people who have extensive experience of ultrasonic cleaning.

The following problems remain to be solved:

- To what extent is the sound pressure level significant when deterioration of surface finish and markings is considered.
- What level of cavitation is admissible (possibly specified by sound pressure) when deterioration of surface finish and markings is considered.
- Dependence of sound pressure on the temperature of the bath (requires a series of time-consuming tests).
- Correlation between sound-pressure (peak and r.m.s. value) and cavitation level.

It must be emphasized that the object of an ultrasonic cleaning exposure test is to determine whether the component or part to be cleaned with the aid of ultrasonic energy will withstand ultrasonic vibrations at any frequency applied by undefined coupling.

ANNEXE A

PROJET D'ESSAI D'EXPOSITION AU NETTOYAGE AUX ULTRASONS

(Attention : Ce projet ne doit pas être considéré comme un essai normalisé)

A1. Objet

Déterminer l'aptitude des composants et matériels à résister aux effets du nettoyage aux ultrasons dans des conditions spécifiées.

A2. Généralités

A2.1 Domaine d'application

- a) Composants qui doivent subir un nettoyage lorsqu'ils sont montés dans un matériel ou sur un circuit imprimé, avant ou après soudage.
- b) Matériels et sous-ensembles qui doivent être nettoyés lors de dépannages.

A3. Conditions d'essai

A3.1 Appareil à ultrasons

Fréquences	25 kHz	40 kHz
Gamme des puissances de sortie du générateur	De 10 W/l à 30 W/l	
Type de modulation: pleine onde à	100 Hz ou 120 Hz	
Type de transducteur	PZT (titanate zirconate de plomb)	
Position des transducteurs	Répartis au fond de la cuve	
Taille préférentielle de la cuve (dimensions approximatives)	Longueur:	250 mm
	Largeur:	200 mm
	Profondeur:	180 mm

A3.2 Méthode de mesure de la pression ou de l'intensité acoustique

Non déterminée actuellement.

A3.3 Montage des spécimens

A3.3.1 Composants

Monter les composants électroniques à essayer sur un circuit imprimé ou les tenir individuellement dans le liquide, par exemple avec des pinces, selon prescriptions de la spécification particulière.

A3.3.2 Matériels

La méthode de montage doit être prescrite par la spécification particulière.

APPENDIX A

DRAFT: ULTRASONIC CLEANING EXPOSURE TEST

(Warning: This draft is not to be considered as a standard test)

A1. Object

To determine the ability of components and equipment to withstand the effects of ultrasonic cleaning under specified conditions.

A2. General

A2.1 Range of application

- a) Components which are to be cleaned when assembled in equipment, or in printed wiring or circuit boards—before and after soldering.
- b) Equipment and sub-units which are to be cleaned during repair work.

A3. Conditions for testing

A3.1 Ultrasonic system

Frequencies	25 kHz	40 kHz
Range of output power from generator	10 W/l to 30 W/l	
Type of modulation full-wave at	100 Hz or 120 Hz	
Type of transducer	PZT (lead zirconate titanate)	
Position of transducers	Distributed on bottom of tank	
Preferred size of tank	Length:	250 mm
(approximate dimensions)	Width:	200 mm
	Depth:	180 mm

A3.2 Method of measurement of sound pressure or sound intensity

Not defined yet.

A3.3 Mounting of specimens

A3.3.1 Components

The electronic components under test shall be mounted on a printed wiring or circuit board or held individually in the liquid, for example by clips, as prescribed by the relevant specification.

A3.3.2 Equipment

The method of mounting shall be prescribed in the relevant specification.

A4. Sévérités

La spécification particulière doit prescrire les sévérités en indiquant la fréquence, la puissance de sortie (ou la pression acoustique), le liquide d'essai et autres données nécessaires.

Les valeurs numériques ainsi que les autres données doivent être choisies parmi celles que donnent les paragraphes A4.1 à A4.5.

A4.1 Fréquences

Effectuer l'essai à l'une des fréquences ci-dessous, ou aux deux :

$$25 \pm 4 \text{ kHz}$$

$$40^{+8}_{-4} \text{ kHz}$$

40 kHz est la fréquence préférentielle.

A4.2 Pression acoustique

Pas de valeurs disponibles actuellement.

A4.3 Durée

5 min.

A4.4 Immersion

Complète.

A4.5 Liquides d'essai

Il y a deux liquides préférentiels pour cet essai :

- a) Eau désionisée à 50 ± 5 °C.
- b) Un solvant, 1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoréthane * à 30 ± 5 °C.

L'utilisation d'autres liquides convenables doit faire l'objet d'un accord entre utilisateur et fournisseur.

A5. Mesures initiales

Examiner visuellement le spécimen et l'essayer électriquement et mécaniquement, selon prescriptions de la spécification particulière.

A6. Epreuve

A6.1 Mise en place du spécimen dans la cuve

Immerger complètement le spécimen dans le liquide. Le liquide doit être à la température spécifiée. La distance recommandée entre le spécimen et le fond de la cuve doit être un multiple de la demi-longueur d'onde : en d'autres termes, le spécimen doit être placé à un ventre. Cela est spécialement recommandé pour les petits spécimens dont l'effet perturbateur sur la dispersion des pressions acoustiques peut être négligé.

* Connu notamment sous les noms de fréon TF ou d'arklone P.

A4. Severities

The severities as indicated by frequency, output power (sound pressure), and testing liquid and other data shall be specified in the relevant specification.

Values or other data shall be selected from those given in Sub-clauses A4.1 to A4.5.

A4.1 *Frequencies*

The test shall be carried out at one or both of the following frequencies:

25 ± 4 kHz

40^{+8}_{-4} kHz

40 kHz is the preferred frequency.

A4.2 *Sound pressure*

No values available yet.

A4.3 *Duration.*

5 min.

A4.4 *Immersion*

Complete.

A4.5 *Testing liquids*

Two preferred liquids are specified for this test:

a) De-ionized water at 50 ± 5 °C.

b) A solvent, 1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoroethane * at 30 ± 5 °C.

For other liquids suitable tests are to be agreed between user and manufacturer.

A5. Initial measurements

The specimen shall be visually inspected and electrically and mechanically checked as prescribed by the relevant specification.

A6. Conditioning

A6.1 *Positioning of the specimen in the tank*

The specimen shall be completely immersed in the liquid. The liquid shall be at the specified temperature. The preferred height of the specimen above the bottom of the tank should be a half-wavelength or multiples of it, i.e. situated in an antinode. This is recommended especially for small specimens, the disturbing effect of which on the spreading of the sound pressure can be neglected.

* Known for instance as Freon TF or Arklone P.

La hauteur totale de liquide doit être un multiple de la demi-longueur d'onde dans les conditions d'essai spécifiées. Quand les composants sont montés sur circuit imprimé ou tout autre support, ils doivent regarder la surface radiante du transducteur.

A6.2 *Dégazage*

Avant de commencer l'essai, dégazer aux ultrasons le liquide pendant 30 min. La température donnée au paragraphe A4.5 ne doit pas être dépassée.

A6.3 *Exposition*

Exposer les spécimens aux ultrasons pendant 5 min sauf prescription contraire dans la spécification particulière. La température spécifiée au paragraphe A4.5 doit être maintenue pendant l'essai. Quand on fait l'essai dans un solvant, on doit laisser les spécimens dans la vapeur au-dessus du liquide pendant 30 s avant de les retirer de la cuve.

A7. **Reprise**

A la fin de cette période, conserver le spécimen dans les conditions atmosphériques normales d'essai pendant un temps suffisant pour le sécher et atteindre la stabilité de température. Avant la reprise, on peut laisser les spécimens pendant 30 min à $55 \pm 2^\circ\text{C}$ (séchage assisté) pour permettre à tous les reliquats de solvant ou d'eau de disparaître.

A8. **Mesures finales**

Examiner visuellement le spécimen et le soumettre aux essais électriques et mécaniques prescrits par la spécification particulière.

A9. **Renseignements à donner dans la spécification particulière**

- | | | |
|---------------------------------------|------------|------|
| a) Montage des spécimens dans la cuve | paragraphe | A3.3 |
| b) Mesures initiales | article | A5 |
| c) Sévérités: | | |
| 1) Fréquence | paragraphe | A3.1 |
| 2) Pression acoustique | paragraphe | A4.2 |
| 3) Liquide d'essai | paragraphe | A4.5 |
| d) Mesures finales | article | A8 |