

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RECOMMANDATION DE LA C E I

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

I E C RECOMMENDATION

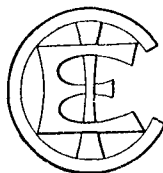
Publication 261

Première édition — First edition

1968

**Essai d'étanchéité applicable aux guides d'ondes soumis à
la pression et à leurs dispositifs d'assemblage**

**Sealing test for pressurized waveguide
tubing and assemblies**



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 60267:1968

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RECOMMANDATION DE LA C E I

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

I E C RECOMMENDATION

Publication 261

Première édition — First edition

1968

**Essai d'étanchéité applicable aux guides d'ondes soumis à
la pression et à leurs dispositifs d'assemblage**

**Sealing test for pressurized waveguide
tubing and assemblies**



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. Objet	6
2. Unités	6
3. Méthode d'essai A: Chute de pression au cours d'un temps déterminé	6
4. Méthode d'essai B: Volume des fuites durant un temps écoulé	14
5. Méthode d'essai C: Essai de bulles	16
6. Méthode d'essai D: Essai de fuites au moyen de gaz halogènes	18
7. Méthode d'essai E: Détermination des fuites d'oxyde nitreux au moyen d'un analyseur de gaz dans l'infrarouge	20
8. Méthode d'essai F: Essai de fuites au moyen d'hélium	20
FIGURE	22

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Object	7
2. Units	7
3. Test method A: Pressure drop during elapsed time	7
4. Test method B: Volume of leakage during elapsed time	15
5. Test method C: Bubble test	17
6. Test method D: Halogen leakage test	19
7. Test method E: Determination of nitrous oxide leakage using an infrared gas analyzer	21
8. Test method F: Helium leakage test	21
FIGURE	22

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**ESSAI D'ÉTANCHÉITÉ APPLICABLE AUX GUIDES D'ONDES
SOU MIS A LA PRESSION ET A LEURS DISPOSITIFS D'ASSEMBLAGE**

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 cette unification internationale, la CEI 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 CEI 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 préparée par le Sous-Comité 46B: Guides d'ondes et leurs accessoires, du Comité d'Etudes N° 46 de la CEI: Câbles, fils et guides d'ondes pour équipements de télécommunication.

Elle contient les méthodes proposées pour déterminer la qualité d'étanchéité des tubes de guides d'ondes et leurs assemblages.

Plusieurs projets furent discutés lors des réunions tenues à Interlaken en 1961, à Bucarest en 1962 et à Baden-Baden en 1965. A la suite de cette dernière réunion, un nouveau projet fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en novembre 1965.

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

Allemagne	Japon
Australie	Norvège
Belgique	Pays-Bas
Danemark	Royaume-Uni
Etats-Unis d'Amérique	Suède
France	Suisse
Israël	Turquie
Italie	

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SEALING TEST FOR PRESSURIZED WAVEGUIDE TUBING
AND ASSEMBLIES**

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 has been prepared by Sub-Committee 46B, Waveguides and their Accessories, of IEC Technical Committee No. 46, Cables, Wires, and Waveguides for Telecommunication Equipment.

It contains suggested test methods for determining the sealing quality of waveguide tubing and assemblies.

Various drafts were discussed at meetings held in Interlaken in 1961, in Bucharest in 1962 and in Baden-Baden in 1965. As a result of this latter meeting, a new draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in November 1965.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia
Belgium
Denmark
France
Germany
Israel
Italy
Japan

Netherlands
Norway
Sweden
Switzerland
Turkey
United Kingdom
United States of America

ESSAI D'ÉTANCHÉITÉ APPLICABLE AUX GUIDES D'ONDES SOUMIS A LA PRESSION ET A LEURS DISPOSITIFS D'ASSEMBLAGE

1. Objet

La présente recommandation a pour objet d'établir les méthodes uniformes de mesure pour l'essai d'étanchéité pour les tubes de guides d'ondes et assemblages.

2. Unités

Les unités suivantes sont utilisées dans cette recommandation :

- Pression: en newtons par mètre carré (N/m^2).
- Température: en degrés Celsius ($^{\circ}\text{C}$).
- Temps: en secondes (s).
- Volume: en mètres cubes (m^3).

3. Méthode d'essai A: Chute de pression au cours d'un temps déterminé

Le taux de fuites et le rapport de perte de pression pour un assemblage hermétique de guides d'ondes sont déterminés en mesurant la variation de la pression interne durant le temps d'essai.

3.1 Définitions des termes et symboles

Taux de fuites: Volume d'air, corrigé pour les conditions atmosphériques normales d'essai, qui s'échappe d'un assemblage de guides d'ondes soumis à une pression constante pendant une période de temps spécifiée.

Notes 1. — L'unité préférentielle pour exprimer ce taux de fuites est l'unité normalisée: mètre cube d'air par seconde.

- 2. — Au cours de la durée de l'essai, la pression à l'intérieur du guide d'ondes peut décroître et la pression ambiante extérieure du guide d'ondes peut varier. Dans tous les essais, toute erreur due aux variations dans la pression différentielle résultant des causes ci-dessus, pendant la durée des essais, a été négligée.

Pression manométrique: La pression indiquée par un manomètre est l'excédent de cette pression par rapport à la pression atmosphérique.

Conditions atmosphériques normales: Une température de 20°C et une pression de $1,013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ (1 atmosphère). (Ces conditions sont décrites dans la Publication 68-1 de la CEI: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique applicables aux matériels électroniques et à leurs composants, Première partie: Généralités.)

SEALING TEST FOR PRESSURIZED WAVEGUIDE TUBING AND ASSEMBLIES

1. Object

To establish uniform measuring methods for sealing tests for waveguide tubing and assemblies.

2. Units

The following units are used in this Recommendation:

- Pressure: newtons per square metre (N/m^2).
- Temperature: Celsius degrees ($^{\circ}\text{C}$).
- Time: seconds (s).
- Volume: cubic metres (m^3).

3. Test method A: Pressure drop during elapsed time

The leak rate and the rate of pressure loss from a sealed waveguide assembly are determined by measuring the change in the internal pressure during a test time interval.

3.1 Definitions of terms and symbols

Leak rate: The volume of air, corrected to standard atmospheric conditions, which leaks from a waveguide assembly at constant pressure in a specified period of time.

Notes 1. — The preferred unit for expressing leak rate is standard cubic metres of air per second.

2. — During the test period, the pressure inside the waveguide component may decrease and the ambient pressure outside the waveguide may fluctuate. In all of these tests, any error due to variations in the pressure differential arising from the above effects during the testing period have been neglected.

Gauge pressure: The pressure as shown by a pressure gauge, that is, the amount by which the pressure exceeds atmospheric pressure.

Standard atmospheric conditions: A temperature of 20°C and a pressure of $1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ (1 atmosphere). (These conditions are described in IEC Publication 68-1, Basic Environmental Testing Procedures for Electronic Components and Electronic Equipment, Part 1: General.)

P_s = pression atmosphérique normale (1 atmosphère).

P_i = pression atmosphérique initiale.

P_f = pression atmosphérique finale.

P_{G1} = pression manométrique initiale.

P_{G2} = pression manométrique finale.

P_1 = pression absolue initiale dans l'assemblage de guides d'ondes, corrigée à la température normalisée (20 °C).

P_2 = pression finale absolue dans l'assemblage de guides d'ondes, corrigée à la température normalisée (20 °C).

P_d = chute de pression durant l'intervalle de temps d'essai corrigée à la température normalisée (20 °C).

T_i = température initiale du gaz dans le guide d'ondes.

T_f = température finale du gaz dans le guide d'ondes.

V_1 = volume combiné de l'assemblage du guide d'ondes et de l'appareillage de mesure de pression.

V_C = pertes volumétriques dues aux appareils de mesure.

V_L = volume des fuites dans les conditions atmosphériques normalisées.

E_1 = énergie initiale du gaz.

E_2 = énergie finale du gaz.

E_3 = perte d'énergie due aux fuites de gaz.

3.2 Méthode d'essai

- a) Appliquer à l'assemblage de guides d'ondes de l'air sous la pression manométrique spécifiée et déconnecter ensuite la source d'air sous pression.
- b) Attendre un temps suffisant pour que la pression interne devienne stable et relever alors la pression manométrique P_{G1} , la pression ambiante P_i et la température ambiante T_i .
- c) A la fin de l'intervalle de temps prévu pour l'essai, relever la pression manométrique P_{G2} , la pression ambiante P_f et la température ambiante T_f .

P_s = standard atmospheric pressure (1 atmosphere).

P_i = initial atmospheric pressure.

P_f = final atmospheric pressure.

P_{G1} = initial gauge pressure.

P_{G2} = final gauge pressure.

P_1 = initial absolute pressure within the waveguide assembly, corrected to standard temperature (20 °C).

P_2 = final absolute pressure within the waveguide assembly, corrected to standard temperature (20 °C).

P_d = pressure drop during test time interval corrected to standard temperature (20 °C).

T_i = initial waveguide gas temperature.

T_f = final waveguide gas temperature.

V_1 = combined volume of the waveguide assembly and the pressure-measuring apparatus.

V_C = volumetric loss due to the measuring apparatus.

V_L = volume of leak at standard atmospheric conditions.

E_1 = initial energy of the gas.

E_2 = final energy of the gas.

E_3 = energy lost due to gas leakage.

3.2 Test method

- a) Pressurize the waveguide assembly with air to the specified gauge pressure and disconnect the source of air.
- b) Allow sufficient time for the internal pressure to become stable and then record the gauge pressure P_{G1} , the ambient pressure P_i and the ambient temperature T_i .
- c) At the end of the test time interval, record the gauge pressure P_{G2} , the ambient pressure P_f and the ambient temperature T_f .

- d) Convertir P_{G1} et P_{G2} à la valeur absolue correspondante dans le guide d'ondes à 20 °C au moyen des formules:

$$P_1 = (P_1 + P_{G1}) \frac{293}{T_1 + 273}$$

et

$$P_2 = (P_2 + P_{G2}) \frac{293}{T_2 + 273}$$

- e) Calculer la perte de pression corrigée en température P_d durant l'intervalle de temps d'essai d'après la relation:

$$P_d = P_1 - P_2$$

- f) Convertir la perte de pression en volume des fuites, en utilisant la formule:

$$V_L = \frac{V_1 P_d}{P_s} - V_C$$

Cette formule est dérivée du principe de conservation de l'énergie. D'après les considérations sur la conservation de l'énergie, il est visible que l'énergie initiale du gaz dans le guide d'ondes doit être égale à l'énergie finale du gaz dans le guide d'ondes plus l'énergie perdue résultant des fuites de gaz à l'extérieur du guide d'ondes:

$$E_1 = E_2 + E_3$$

où:

$$E_1 = V_1 P_1$$

$$E_2 = V_2 P_2$$

$$E_3 = P_s (V_L + V_C)$$

par suite:

$$V_1 P_1 = V_2 P_2 + P_s (V_L + V_C)$$

ou:

$$P_s (V_L + V_C) = V_1 (P_1 - P_2)$$

En substituant $P_d = P_1 - P_2$ et en résolvant pour V_L , nous obtenons le résultat requis:

$$V_L = \frac{V_1 P_d}{P_s} - V_C \quad \text{ou} \quad V_L = \frac{(\text{chute de pression}) \times V_1}{P_s} - V_C$$

Exemple:

Le volume combiné d'un assemblage de guides d'ondes et son dispositif de mesure de pression est $8,195 \times 10^{-3} \text{ m}^3$. Il est soumis à une pression d'air et la lecture initiale de l'indicateur est de $3,44 \times 10^5 \text{ N/m}^2$. Cette lecture est faite quand la pression atmosphérique est égale à $0,93 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ et la température du guide de 20 °C. Après $8,64 \times 10^4 \text{ s}$, la pression manométrique est tombée à $3,29 \times 10^5 \text{ N/m}^2$, la pression atmosphérique est alors de $0,96 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ et la température du guide d'ondes de 25 °C. Calculer le taux de fuites en mètres cubes par seconde.

$$P_1 = \frac{(3,44 + 0,93) (293) \times 10^5 \text{ N/m}^2}{273 + 20} = 4,37 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$P_2 = \frac{(3,29 + 0,96) (293) \times 10^5 \text{ N/m}^2}{273 + 25} = 4,18 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$P_d = (4,37 - 4,18) \times 10^5 \text{ N/m}^2 = 0,19 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$P_s = 1,013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

- d) Convert P_{G1} and P_{G2} to the corresponding absolute values within the waveguide at 20 °C according to the formulae:

$$P_1 = (P_1 + P_{G1}) \frac{293}{T_1 + 273}$$

and

$$P_2 = (P_1 + P_{G2}) \frac{293}{T_1 + 273}$$

- e) Calculate the temperature-corrected pressure drop P_d during the test time interval from the relation:

$$P_d = P_1 - P_2$$

- f) To convert pressure loss to volume of leak, use the formula:

$$V_L = \frac{V_1 P_d}{P_s} - V_C$$

This formula is derived from the principle of conservation of energy. From conservation of energy considerations, it is apparent that the initial energy of the gas in the waveguide must be equal to the final energy of the gas in the waveguide plus the energy lost as a result of the gas leaking out of the waveguide:

$$E_1 = E_2 + E_3$$

where:

$$E_1 = V_1 P_1$$

$$E_2 = V_1 P_2$$

$$E_3 = P_s (V_L + V_C)$$

therefore:

$$V_1 P_1 = V_1 P_2 + P_s (V_L + V_C)$$

or:

$$P_s (V_L + V_C) = V_1 (P_1 - P_2)$$

Substituting $P_d = P_1 - P_2$ and solving for V_L , we obtain the required result:

$$V_L = \frac{V_1 P_d}{P_s} - V_C \quad \text{or} \quad V_L = \frac{(\text{pressure drop}) \times V_1}{P_s} - V_C$$

Example:

The combined volume of a waveguide assembly and its pressure-measuring apparatus is $8.195 \times 10^{-3} \text{ m}^3$. It is pressurized with air and the initial gauge reading is $3.44 \times 10^5 \text{ N/m}^2$. This reading is taken when the atmospheric pressure is $0.93 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ and the temperature of the waveguide is 20 °C. After $8.64 \times 10^4 \text{ s}$, the gauge pressure has dropped to $3.29 \times 10^5 \text{ N/m}^2$, the atmospheric pressure is $0.96 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ and the temperature of the waveguide is 25 °C. Calculate the leak rate in cubic metres per second.

$$P_1 = \frac{(3.44 + 0.93) (293) \times 10^5 \text{ N/m}^2}{273 + 20} = 4.37 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$P_2 = \frac{(3.29 + 0.96) (293) \times 10^5 \text{ N/m}^2}{273 + 25} = 4.18 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$P_d = (4.37 - 4.18) \times 10^5 \text{ N/m}^2 = 0.19 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$P_s = 1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$V_L = \frac{(8,195 \times 10^{-3})(0,19 \times 10^5)}{1,013 \times 10^5} = 1,54 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ (en un jour)}$$

$$\text{Taux de fuites} = \frac{1,54 \times 10^{-3}}{86\,400} = 1,8 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}.$$

Les figures ci-dessous montrent le taux de fuites en mètres cubes par seconde pour des assemblages de guides d'ondes de divers volumes, dans l'hypothèse d'une pression manométrique initiale de $1,013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ et d'une chute de pression de 5 % au cours d'une période de $8,64 \times 10^4 \text{ s}$.

Volume m^3	Taux de fuites m^3/s
1×10^{-4}	6×10^{-11}
1×10^{-3}	6×10^{-10}
1×10^{-2}	6×10^{-9}
1×10^{-1}	6×10^{-8}

3.3 Conditions préférentielles d'essai

Sauf spécification contraire, la chute de pression ne devra pas excéder 5 % de la valeur absolue P_1 de la pression initiale dans le guide d'ondes.

Sauf spécification contraire, le rapport maximal autorisé des mesures des volumes des appareils à celles de l'assemblage du guide d'ondes ne devra pas dépasser 0,1.

Sauf spécification contraire, la variation maximale permise de la température ne devra pas dépasser 5 deg C.

Sauf spécification contraire, la pression manométrique d'essai, P_{G1} , doit être de $1,013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$.

Sauf spécification contraire, l'intervalle de temps de l'essai doit être de $8,64 \times 10^4 \text{ s}$.

3.4 Résumé des détails que doit préciser la spécification particulière

Lorsque cet essai est prescrit par une spécification particulière, les détails suivants doivent être spécifiés:

- Chute de pression maximale durant l'essai.
- Rapport maximal permis du volume des appareils de mesure au volume de l'assemblage du guide d'ondes.
- Variation maximale de la température ambiante au cours de l'essai. (Cette limitation de variation de température n'est pas applicable aux essais faits sous les conditions d'installation.)
- Pression manométrique d'essai souhaitable P_{G1} (N/m^2).
- Intervalle de temps d'essai souhaitable en secondes.

$$V_L = \frac{(8.195 \times 10^{-3})(0.19 \times 10^5)}{1.013 \times 10^5} = 1.54 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ (in one day)}$$

$$\text{Leak rate} = \frac{1.54 \times 10^{-3}}{86\,400} = 1.8 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}$$

The figures below show leak rates in cubic metres per second for waveguide assemblies of various volumes, assuming an initial gauge pressure of $1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ and a pressure loss of 5% during a $8.64 \times 10^4 \text{ s}$ period.

Volume m^3	Leak rate m^3/s
1×10^{-4}	6×10^{-11}
1×10^{-3}	6×10^{-10}
1×10^{-2}	6×10^{-9}
1×10^{-1}	6×10^{-8}

3.3 Preferred test conditions

Unless otherwise specified, the pressure drop shall not exceed 5% of the initial absolute pressure P_1 within the waveguide.

Unless otherwise specified, the maximum permissible ratio of the measurement apparatus volume to the waveguide assembly volume shall be 0.1.

Unless otherwise specified, the maximum permissible variation of the ambient temperature shall be 5 deg C.

Unless otherwise specified, the test gauge pressure P_{G1} shall be $1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$.

Unless otherwise specified, the test time interval shall be $8.64 \times 10^4 \text{ s}$.

3.4 Summary of details which may need to be given by the relevant specification

Where this test is included in the relevant specification, the following details shall be specified:

- Maximum permissible pressure drop during the test.
- Maximum permissible ratio of the measurement apparatus volume to the waveguide assembly volume.
- Maximum permissible variation of the ambient temperature during the test. (This temperature variation limitation need not apply to tests made under field conditions.)
- Desired test gauge pressure P_{G1} (N/m^2).
- Desired test time interval in seconds.

4. Méthode d'essai B: Volume des fuites durant un temps écoulé

Cet essai mesure le volume des fuites d'air d'un assemblage de guide d'ondes soumis à la pression durant un intervalle de temps d'essai.

4.1 Définition des termes et symboles

Taux de fuites: Voir paragraphe 3.1.

V_L : Voir paragraphe 3.1.

P_s : Voir paragraphe 3.1.

V_M : Volume des fuites rapporté à la pression interne (pression d'essai) de l'assemblage du guide d'ondes.

4.2 Appareillage d'essai

L'appareillage d'essai illustré par la figure 1, page 22, consiste en:

- a) Détendeur, V_1 .
- b) Trois valves de pression V_2 , V_3 et V_4 .
- c) Deux manomètres G_1 et G_2 .
- d) Un récipient hermétique contenant un liquide approprié. Si l'eau est utilisée, un agent mouillant doit être ajouté pour prévenir l'accumulation des gouttelettes d'eau sur le tube de verre.
- e) Un tube de verre calibré en centimètres cubes. Ce tube est conique pour accroître la sensibilité lors de la détermination des petites fuites, sans sacrifier la possibilité pour l'appareil de la mesure de grosses fuites.

4.3 Méthode d'essai

- a) V_1 et V_2 étant fermés, et V_3 et V_4 ouverts, raccorder la source de pression à l'assemblage en essai.
- b) Ajuster la pression avec V_1 .
- c) Fermer V_4 et ouvrir V_2 . L'appareil et l'assemblage sont maintenant sous pression.
- d) Fermer V_3 . Le liquide montera dans le tube en verre à cause de fuites dans l'assemblage.
- e) Mettre en marche le chronomètre aussitôt que le liquide a atteint une ligne de repère choisie d'avance sur le tube de verre (par exemple, la ligne 0).
- f) Arrêter le chronomètre lorsque le liquide a atteint une ligne appropriée et ouvrir V_3 . Ramener le volume des pertes à la pression de mesure V_M à la valeur correspondante à la pression atmosphérique normale au moyen de la formule:

$$V_L = \frac{(\text{pression d'essai}) \times V_M}{P_s}$$

Evaluer le temps écoulé et déterminer le taux de fuite.

4. Test method B: Volume of leakage during elapsed time

This test measures the volume of air which leaks out of a pressurized waveguide assembly over a test time interval.

4.1 Definitions of terms and symbols

Leak rate: See Sub-clause 3.1.

V_L : See Sub-clause 3.1.

P_s : See Sub-clause 3.1.

V_M : The volume of leakage at the internal pressure (the test pressure) of the waveguide assembly.

4.2 Test apparatus

The test apparatus shown in Figure 1, page 22, consists of:

- a) A reducer valve, V_1 .
- b) Pressure valves V_2 , V_3 and V_4 .
- c) Pressure gauges G_1 and G_2 .
- d) A sealed tank containing a suitable liquid. If water is used, a wetting agent should be added to prevent the accumulation of water drops on the glass tube.
- e) A glass tube which is calibrated in cubic centimetres. The tube is tapered to improve the sensitivity of small leak determinations without sacrificing the ability of the apparatus to measure large leaks.

4.3 Test method

- a) With V_1 and V_2 closed, V_3 and V_4 open, connect the pressure source and the assembly under test.
- b) Adjust the pressure with V_1 .
- c) Close V_4 and open V_2 . The apparatus and the assembly will now be pressurized.
- d) Close V_3 . The liquid will rise in the glass tube due to leakage from the assembly.
- e) Start the watch when the liquid has risen to a prechosen scale-line on the glass tube (e.g. scale line 0).
- f) Stop the watch when the surface has risen to a suitable scale-line and open V_3 . Correct the volume of leakage at the test pressure, V_M , to the corresponding value at standard atmospheric pressure according to the formula:

$$V_L = \frac{(\text{test pressure}) \times V_M}{P_s}$$

Read the time and determine the leak rate.

g) Fermer V_2 et ouvrir V_4 .

h) Pour mesurer la fuite dans l'appareil de mesure lui-même, substituer une bride pleine dans l'assemblage et commencer à la phase c).

Note. — Dans la détermination de taux de fuites de petite grandeur, V_4 peut être employé pour mettre le liquide à la ligne de repère choisie d'avance.

4.4 Résumé des détails que doit préciser la spécification particulière

Lorsque cet essai est indiqué dans la spécification particulière, les détails suivants doivent être spécifiés:

- Pression d'essai désirée.
- Temps d'essai désiré.
- Volume maximal de fuites permis durant l'intervalle de temps de l'essai.

5. Méthode d'essai C: Essai de bulles

L'essai de bulles est avant tout destiné à être utilisé comme méthode rapide de détermination d'un minimum d'acceptabilité des assemblages de guides d'ondes qui peuvent être convenablement essayés sous l'eau et cet essai est également utilisé comme moyen de localisation de l'origine des fuites. Les principales sources d'inexactitudes dans l'essai de bulles peuvent être systématiquement éliminées mais seulement en compliquant les essais au point que l'inhérente simplicité de cette méthode est sacrifiée. Cet essai doit toutefois être limité aux cas où un degré élevé de précision n'est pas très important et lorsque la profondeur d'immersion dans le bain d'eau est uniforme sur l'assemblage entier.

5.1 Définitions des termes

Taux de fuites: Voir paragraphe 3.1.

Pression manométrique: Voir paragraphe 3.1.

Bulle normalisée: Une bulle ayant un volume de $2,61 \times 10^{-8} \text{ m}^3$. (Les références expérimentales montrent que des bulles ayant un volume approximativement égal à la bulle normalisée peuvent être produites par un tube ayant un diamètre intérieur de $2,39 \times 10^{-3} \text{ m}$ (0,094 in) et un diamètre extérieur de $3,96 \times 10^{-3} \text{ m}$ (0,156 in), l'extrémité de ce tube étant pointée à 45° et placée à $6,35 \times 10^{-3} \text{ m}$ (0,250 in) sous la surface de l'eau.)

5.2 Méthode d'essai

- a) Choisir une profondeur d'essai pour laquelle l'assemblage de guide d'ondes peut être submergé dans le bain d'eau et calculer la pression d'eau à cette profondeur.
- b) Mettre l'assemblage de guide d'ondes sous pression d'air de telle sorte que la pression différentielle entre l'intérieur et l'extérieur de l'assemblage à la profondeur d'essai soit égale à la pression manométrique désirée. Si l'assemblage de guide d'ondes est déconnecté de la source de pression, l'ensemble, assemblage du guide d'ondes et bain d'eau, doit être équilibré en température avant que la source de pression soit déconnectée.

g) Close V_2 and open V_4 .

h) To measure the leakage from the test apparatus itself, substitute a blank flange for the assembly under test and start at step c).

Note. — When determining small leak rates, V_4 can be used to set the liquid at the prechosen scale-line.

4.4 Summary of details which may need to be given by the relevant specification

Where this test is included in the relevant specification, the following details shall be specified:

- Desired test pressure.
- Desired test time interval.
- Maximum permissible volume of leakage during the test time interval.

5. Test method C: Bubble test

The bubble test is primarily used as a method for the rapid determination of the minimum acceptability of waveguide assemblies which can be conveniently tested under water and is also useful as a means of locating the origin of leaks. The many sources of inaccuracy in the bubble test can be systematically eliminated, but only by complicating the test to the point where the inherent simplicity of this test method is sacrificed. This test, therefore, shall be limited to situations where a high degree of accuracy is not important and where the depth of submersion in a water bath is uniform over the entire assembly.

5.1 Definitions of terms

Leak rate: See Sub-clause 3.1.

Gauge pressure: See Sub-clause 3.1.

Standard bubble: A bubble having a volume of $2.61 \times 10^{-8} \text{ m}^3$. (Experimental data show that bubbles having a volume approximately equal to standard bubbles will be produced by a tube having an inner diameter of $2.39 \times 10^{-3} \text{ m}$ (0.094 in) and an outer diameter of $3.96 \times 10^{-3} \text{ m}$ (0.156 in), the end of which is pointed downward at 45° and is $6.35 \times 10^{-3} \text{ m}$ (0.250 in) under the water surface.)

5.2 Test method

- a) Choose a test depth to which the waveguide assembly will be submerged in the water bath and calculate the water pressure at this depth.
- b) Pressurize the waveguide assembly with air so that the pressure differential between the interior and exterior of the assembly at the test depth is equal to the desired gauge test pressure. If the waveguide assembly is disconnected from the pressure source, the waveguide assembly and the water bath must be at temperature equilibrium when the pressure source is removed.

- c) Ajouter à l'eau de bain un agent mouillant convenable.
- d) Submerger l'assemblage dans l'eau à la profondeur d'essai.
- e) Compter le nombre de bulles qui émergent de l'assemblage durant le temps d'essai. Les figures ci-dessous montrent, approximativement, le taux de fuites en centimètres cubes par seconde pour divers taux de bulles dans l'hypothèse que chaque bulle a un volume équivalent au volume de la bulle normalisée (voir définition).

Taux de bulles	Taux de fuites approximatif m ³ /s
1 bulle par seconde	3×10^{-8}
1 bulle par 10 secondes	3×10^{-9}
1 bulle par minute	4×10^{-10}
1 bulle par 10 minutes	4×10^{-11}
1 bulle par heure	7×10^{-12}

5.3 Conditions préférentielles d'essai

Sauf spécification contraire, la pression différentielle d'essai doit être de $1,013 \times 10^5$ N/m².

Sauf spécification contraire, le temps d'essai sera de 60 s.

Sauf spécification contraire, il ne devra y avoir aucune bulle pendant l'essai.

5.4 Résumé des détails que doit préciser la spécification particulière

Lorsque cet essai est prescrit par une spécification particulière, les détails suivants doivent être spécifiés:

- Pression différentielle désirée.
- Temps d'essai désiré.
- Nombre de bulles maximal permis pendant l'essai.

6. Méthode d'essai D: Essai test pour fuite au moyen de gaz halogènes

Lorsque la méthode d'essai A ou B n'est pas praticable, un équipement commercial de détection des fuites peut être utilisé. Un de ces types d'équipements est le détecteur sensible de gaz halogènes. Pour utiliser ces instruments, l'assemblage de guide d'ondes est soumis à la pression d'un gaz halogène, tel qu'un gaz réfrigérant, ou bien à un mélange de gaz halogène et d'air. La fuite est localisée en déplaçant une sonde le long de la surface du guide d'ondes. La sonde contient un élément chauffé en platine qui émet des ions positifs. Le gaz halogène fuyant de l'assemblage du guide d'ondes augmentera considérablement l'émission ionique de l'élément. Cet accroissement est alors transmis à l'unité de contrôle, amplifié et indiqué sur un instrument de mesure.

Ce type d'instrument a un temps de réponse lent qui peut causer des difficultés pour trouver l'emplacement du défaut. Son utilisation courante peut être sérieusement troublée par la présence de fumées de cigarette ou de vibrations qui causent des lectures erronées.