

# **RAPPORT TECHNIQUE TECHNICAL REPORT**

**CEI  
IEC  
533**

Première édition  
First edition  
1977

---

---

**Compatibilité électromagnétique  
des installations électriques et électroniques  
à bord des navires**

**Electromagnetic compatibility  
of electrical and electronic installations  
in ships**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 533: 1977

## 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 auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**  
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

## Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

## Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

## Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

## 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 from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**  
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**  
Published yearly with regular updates

## Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*, which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

## Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

## IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

# RAPPORT TECHNIQUE TECHNICAL REPORT

**CEI  
IEC  
533**

Première édition  
First edition  
1977

---

---

**Compatibilité électromagnétique  
des installations électriques et électroniques  
à bord des navires**

**Electromagnetic compatibility  
of electrical and electronic installations  
in ships**

© CEI 1977 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

**X**

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

## SOMMAIRE

|                                                                                                                             | Pages |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| PRÉAMBULE . . . . .                                                                                                         | 6     |
| PRÉFACE . . . . .                                                                                                           | 6     |
| Articles                                                                                                                    |       |
| 1. Domaine d'application . . . . .                                                                                          | 10    |
| 2. Objet . . . . .                                                                                                          | 10    |
| 3. Documents internationaux applicables . . . . .                                                                           | 10    |
| CHAPITRE I: RÈGLES PRATIQUES, MÉTHODES DE MESURE, PRESCRIPTIONS                                                             |       |
| 4. Types d'installation . . . . .                                                                                           | 14    |
| SECTION UN — RÈGLES PRATIQUES ET PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES                                                                    |       |
| 5. Principes généraux d'antiparasitage . . . . .                                                                            | 14    |
| 6. Règles relatives à l'installation . . . . .                                                                              | 14    |
| 7. Règles relatives à la construction du navire . . . . .                                                                   | 16    |
| SECTION DEUX — RÈGLES RELATIVES AUX INSTALLATIONS DU GROUPE A                                                               |       |
| 8. Considérations générales . . . . .                                                                                       | 18    |
| 9. Règles pratiques . . . . .                                                                                               | 20    |
| 10. Limites admissibles . . . . .                                                                                           | 22    |
| SECTION TROIS — RÈGLES RELATIVES AUX INSTALLATIONS DU GROUPE B                                                              |       |
| 11. Considérations générales . . . . .                                                                                      | 24    |
| 12. Règles pratiques . . . . .                                                                                              | 24    |
| 13. Limites admissibles . . . . .                                                                                           | 26    |
| SECTION QUATRE — RÈGLES RELATIVES AUX INSTALLATIONS DU GROUPE C                                                             |       |
| 14. Considérations générales . . . . .                                                                                      | 28    |
| 15. Règles pratiques . . . . .                                                                                              | 28    |
| 16. Limites admissibles . . . . .                                                                                           | 28    |
| SECTION CINQ — RÈGLES RELATIVES AUX INSTALLATIONS DU GROUPE D                                                               |       |
| 17. Considérations générales . . . . .                                                                                      | 30    |
| 18. Règles pratiques . . . . .                                                                                              | 30    |
| 19. Limites admissibles . . . . .                                                                                           | 30    |
| SECTION SIX — RÈGLES RELATIVES AUX INSTALLATIONS DU GROUPE E                                                                |       |
| 20. Considérations générales . . . . .                                                                                      | 32    |
| 21. Règles pratiques . . . . .                                                                                              | 32    |
| 22. Limites admissibles . . . . .                                                                                           | 36    |
| SECTION SEPT — MÉTHODES DE MESURE ET TECHNIQUES ANTIPARASITES                                                               |       |
| 23. Tension perturbatrice aux bornes; courants perturbateurs . . . . .                                                      | 38    |
| 24. Facteur de découplage d'antenne entre le réseau d'alimentation et l'installation de réception radioélectrique . . . . . | 40    |
| 25. Insensibilité aux brouillages . . . . .                                                                                 | 40    |
| 26. Règles pour l'antiparasitage . . . . .                                                                                  | 44    |
| 27. Règles pour améliorer l'insensibilité du matériel aux brouillages . . . . .                                             | 44    |

## CONTENTS

|                                                                                                                  | Page |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| FOREWORD . . . . .                                                                                               | 7    |
| PREFACE . . . . .                                                                                                | 7    |
| Clause                                                                                                           |      |
| 1. Scope . . . . .                                                                                               | 11   |
| 2. Object . . . . .                                                                                              | 11   |
| 3. Relevant international documents . . . . .                                                                    | 11   |
| <br>CHAPTER I: CODE OF PRACTICE, METHODS OF MEASUREMENT AND REQUIREMENTS                                         |      |
| 4. Types of installation . . . . .                                                                               | 15   |
| <br>SECTION ONE — GENERAL CODE OF PRACTICE AND REQUIREMENTS                                                      |      |
| 5. General principles of interference suppression . . . . .                                                      | 15   |
| 6. Measures relating to the installation . . . . .                                                               | 15   |
| 7. Measures relating to the ship's structure . . . . .                                                           | 17   |
| <br>SECTION TWO — MEASURES RELATING TO INSTALLATIONS OF GROUP A                                                  |      |
| 8. General . . . . .                                                                                             | 19   |
| 9. Code of practice . . . . .                                                                                    | 21   |
| 10. Installation limits . . . . .                                                                                | 23   |
| <br>SECTION THREE — MEASURES RELATING TO INSTALLATIONS OF GROUP B                                                |      |
| 11. General . . . . .                                                                                            | 25   |
| 12. Code of practice . . . . .                                                                                   | 25   |
| 13. Installation limits . . . . .                                                                                | 27   |
| <br>SECTION FOUR — MEASURES RELATING TO INSTALLATIONS OF GROUP C                                                 |      |
| 14. General . . . . .                                                                                            | 29   |
| 15. Code of practice . . . . .                                                                                   | 29   |
| 16. Installation limits . . . . .                                                                                | 29   |
| <br>SECTION FIVE — MEASURES RELATING TO INSTALLATIONS OF GROUP D                                                 |      |
| 17. General . . . . .                                                                                            | 31   |
| 18. Code of practice . . . . .                                                                                   | 31   |
| 19. Installation limits . . . . .                                                                                | 31   |
| <br>SECTION SIX — MEASURES RELATING TO INSTALLATIONS OF GROUP E                                                  |      |
| 20. General . . . . .                                                                                            | 33   |
| 21. Code of practice . . . . .                                                                                   | 33   |
| 22. Installation limits . . . . .                                                                                | 37   |
| <br>SECTION SEVEN — METHODS OF MEASUREMENT AND SUPPRESSION TECHNIQUES                                            |      |
| 23. Terminal interference voltages and currents . . . . .                                                        | 39   |
| 24. Aerial (antenna) decoupling factor between the mains network and the radio receiving installations . . . . . | 41   |
| 25. Immunity to interference . . . . .                                                                           | 41   |
| 26. Suppression measures . . . . .                                                                               | 45   |
| 27. Measures to improve the immunity of equipment to interference . . . . .                                      | 45   |

SECTION HUIT — GÉNÉRALITÉS

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 28. Domaine d'application . . . . . | 46 |
| 29. Objet . . . . .                 | 46 |
| 30. Définition . . . . .            | 46 |

SECTION NEUF — PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| 31. Conditions de fonctionnement . . . . .                       | 48 |
| 32. Bornes et raccordements . . . . .                            | 48 |
| 33. Connexions internes . . . . .                                | 48 |
| 34. Lignes de fuite et distance d'isolement dans l'air . . . . . | 48 |
| 35. Tensions nominales . . . . .                                 | 50 |
| 36. Domaines nominaux de températures . . . . .                  | 50 |
| 37. Catégories d'essais . . . . .                                | 50 |

SECTION DIX — PRESCRIPTIONS SPÉCIALES POUR LES CONDENSATEURS

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| 38. Généralités . . . . .                 | 50 |
| 39. Essais individuels de série . . . . . | 52 |
| 40. Essais de type . . . . .              | 52 |

SECTION ONZE — PRESCRIPTIONS SPÉCIALES POUR LES INDUCTANCES

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| 41. Généralités . . . . .                 | 58 |
| 42. Essais individuels de série . . . . . | 60 |
| 43. Essais de type . . . . .              | 62 |

SECTION DOUZE — PRESCRIPTIONS SPÉCIALES POUR LES FILTRES

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| 44. Généralités . . . . .                 | 66 |
| 45. Essais individuels de série . . . . . | 68 |
| 46. Essais de type . . . . .              | 68 |

SECTION TREIZE — PRESCRIPTIONS POUR COUPE-CIRCUIT À FUSIBLES DE CONDENSATEURS

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 47. Généralités . . . . . | 72 |
|---------------------------|----|

|                   |    |
|-------------------|----|
| FIGURES . . . . . | 76 |
|-------------------|----|

SECTION EIGHT — GENERAL

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 28. Scope . . . . .      | 47 |
| 29. Object . . . . .     | 47 |
| 30. Definition . . . . . | 47 |

SECTION NINE — GENERAL REQUIREMENTS

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| 31. Operating conditions . . . . .                  | 49 |
| 32. Terminals and terminal connections . . . . .    | 49 |
| 33. Internal connections . . . . .                  | 49 |
| 34. Creepage distances and air clearances . . . . . | 49 |
| 35. Nominal voltages . . . . .                      | 51 |
| 36. Nominal rated temperature ranges . . . . .      | 51 |
| 37. Classes of test . . . . .                       | 51 |

SECTION TEN — SPECIAL REQUIREMENTS FOR CAPACITORS

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 38. General . . . . .       | 51 |
| 39. Routine tests . . . . . | 53 |
| 40. Type tests . . . . .    | 53 |

SECTION ELEVEN — SPECIAL REQUIREMENTS FOR INDUCTORS

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 41. General . . . . .       | 59 |
| 42. Routine tests . . . . . | 61 |
| 43. Type tests . . . . .    | 63 |

SECTION TWELVE — REQUIREMENTS FOR FILTERS

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 44. General . . . . .       | 67 |
| 45. Routine tests . . . . . | 69 |
| 46. Type tests . . . . .    | 69 |

SECTION THIRTEEN — REQUIREMENTS FOR FUSES USED FOR CAPACITORS

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 47. General . . . . . | 73 |
| FIGURES . . . . .     | 76 |

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE DES INSTALLATIONS  
ÉLECTRIQUES ET ÉLECTRONIQUES À BORD DES NAVIRES**

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 Comité d'Etudes N° 18, Installations électriques à bord des navires.

Il est fondé sur la décision prise lors de la réunion de Munich en 1973 de combiner en une seule publication les documents existants sur la compatibilité électrique et électronique et sur les éléments d'antiparasitage.

Les travaux sur le chapitre I ont commencé lors de la réunion tenue à Leningrad en 1966. Le premier projet de ces trois sections a été discuté lors de la réunion tenue à Oslo en 1971. A l'issue de la réunion tenue à Munich en 1973, le projet, document 18(Bureau Central)450, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juin 1974.

Les pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur du chapitre I, à l'exception de la section six:

|                       |             |                         |
|-----------------------|-------------|-------------------------|
| Allemagne             | Italie      | Suède                   |
| Australie             | Japon       | Turquie                 |
| Belgique              | Norvège     | Union des Républiques   |
| Canada                | Pays-Bas    | Socialistes Soviétiques |
| Danemark              | Pologne     |                         |
| Etats-Unis d'Amérique | Royaume-Uni |                         |

Les travaux sur les mesures pour appareils du Groupe E ont commencé lors de la réunion tenue à Oslo en 1971. Des projets ont été discutés lors des réunions tenues à Munich en 1973. A l'issue de la réunion tenue à La Haye en 1975, le projet, document 18(Bureau Central)458, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en février 1976.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la section six uniquement:

|                                |                       |             |
|--------------------------------|-----------------------|-------------|
| Afrique du Sud (République d') | Egypte                | Roumanie    |
| Allemagne                      | Etats-Unis d'Amérique | Royaume-Uni |
| Australie                      | Japon                 | Suède       |
| Belgique                       | Norvège               | Turquie     |
| Canada                         | Pays-Bas              |             |
| Danemark                       | Pologne               |             |

Les travaux sur les éléments d'antiparasitage ont commencé lors de la réunion tenue à Bournemouth en 1962. Des projets du chapitre II ont été discutés lors des réunions tenues à Opatija en 1968 et à Washington en 1970. A l'issue de la réunion tenue à Munich en 1973, le projet, document 18(Bureau Central)449, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mars 1974.

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

|           |                       |             |
|-----------|-----------------------|-------------|
| Allemagne | Etats-Unis d'Amérique | Pologne     |
| Australie | Israël                | Roumanie    |
| Belgique  | Japon                 | Royaume-Uni |
| Canada    | Pays-Bas              | Suède       |
| Danemark  | Norvège               | Turquie     |

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY OF ELECTRICAL  
AND ELECTRONIC INSTALLATIONS IN SHIPS**

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 Technical Committee No. 18, Electrical Installations in Ships.

This report is based on a decision taken at the meeting held in Munich in 1973 to combine existing documents on electric and electronic compatibility and on interference suppression components in one publication.

Work on Chapter I was begun at the meeting held in Leningrad in 1966. The first draft of these three sections was discussed at the meeting held in Oslo in 1971. Following the meeting held in Munich in 1973, the draft, Document 18(Central Office)450, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in June 1974.

The following countries voted explicitly in favour of Chapter I, except Section Six:

Australia  
Belgium  
Canada  
Denmark  
Germany  
Italy

Japan  
Netherlands  
Norway  
Poland  
Sweden  
Turkey

Union of Soviet  
Socialist Republics  
United Kingdom  
United States of America

Work on measures relating to Group E was begun at the meeting held in Oslo in 1971. Drafts were discussed at the meetings held in Munich in 1973. Following the meeting held in The Hague in 1975, the draft, Document 18(Central Office)458, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in February 1976.

The following countries voted explicitly in favour of Section Six only:

Australia  
Belgium  
Canada  
Denmark  
Egypt  
Germany

Japan  
Netherlands  
Norway  
Poland  
Romania  
South Africa (Republic of)

Sweden  
Turkey  
United Kingdom  
United States of America

Work on interference suppression components was begun at the meeting held in Bournemouth in 1962. Drafts of Chapter II were discussed at the meetings held in Opatija in 1968 and in Washington in 1970. Following the meeting held in Munich in 1973, the draft, Document 18(Central Office)449, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in March 1974.

The following countries voted explicitly in favour of Chapter II:

Australia  
Belgium  
Canada  
Denmark  
Germany

Israel  
Japan  
Netherlands  
Norway  
Poland

Romania  
Sweden  
Turkey  
United Kingdom  
United States of America

*Autres publications de la CEI citées dans le présent rapport:*

- Publications n<sup>os</sup> 68: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique.  
76: Transformateurs de puissance.  
85: Recommandations relatives à la classification des matières destinées à l'isolement des machines et appareils électriques en fonction de leur stabilité thermique en service.  
92-1: Installations électriques à bord des navires, Première partie: Règles générales.  
92-3: Troisième partie: Câbles (construction, essais et installations).  
92-4: Quatrième partie: Appareillage, protection électrique, distribution et appareils de commande.  
161: Condensateurs d'antiparasitage.  
315-3: Méthodes pour les mesures sur les récepteurs radioélectriques pour diverses classes d'émission, Troisième partie: Mesures aux fréquences radioélectriques sur les récepteurs pour émissions à modulation d'amplitude.

Withdrawing

*Other IEC publications quoted in this report:*

- Publications Nos. 68: Basic Environmental Testing Procedures.  
76: Power Transformers.  
85: Recommendations for the Classification of Materials for the Insulation of Electrical Machinery and Apparatus in Relation to their Thermal Stability in Service.  
92-1: Electrical Installations in Ships, Part 1: General Requirements.  
92-3: Part 3: Cables (Construction, Testing and Installations).  
92-4: Part 4: Switchgear, Electrical Protection, Distribution and Controlgear.  
161: Capacitors for Radio Interferences Suppression.  
315-3: Methods of Measurement on Radio Receivers for Various Classes of Emission, Part 3: Radio-frequency Measurements on Receivers for Amplitude-modulated Emissions.

Withdrawn

## COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE DES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES ET ÉLECTRONIQUES À BORD DES NAVIRES

### 1. Domaine d'application

Le présent rapport s'applique aux matériels d'installations électriques et électroniques à bord des navires. Le chapitre II s'applique plus particulièrement aux composants utilisés pour l'anti-parasitage dont la défaillance peut mettre gravement en danger la sécurité du navire. Il ne s'applique pas aux composants prévus pour l'utilisation des tensions supérieures à 500 V (courant continu ou alternatif) entre conducteurs, ou à 250 V (courant continu) ou 290 V (courant alternatif, valeur efficace) entre conducteur et masse. Il ne s'applique pas aux composants utilisés à des fréquences supérieures à 400 Hz.

### 2. Objet

Le présent rapport est un guide d'installation contenant des principes généraux et règles pratiques à observer pour obtenir un certain degré requis de compatibilité électromagnétique de 10 kHz à 30 MHz pour tout matériel électrique ou électronique prévu pour fonctionner dans l'environnement électromagnétique d'un navire. Il définit des méthodes normales de mesure et d'essai, et certaines prescriptions normales.

### 3. Documents internationaux applicables

- a) Convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer, Londres, 1960, chapitre IV
- b) Règlement des Radiocommunications de l'Union Internationale des Télécommunications, Genève, 1968, R.R. 698
- c) Avis 428-1 du C.C.I.R. — Radiogoniométrie dans la bande des 2 MHz à bord des navires
- d) Publications 1, 2 et 3 du C.I.S.P.R.: Spécification de l'appareillage de mesure C.I.S.P.R. pour les fréquences comprises entre 0,15 MHz et 30 MHz, 25 MHz et 300 MHz, et 10 kHz et 150 kHz
- e) Publication 92-3 de la CEI: Installations électriques à bord des navires, Troisième partie: Câbles, Section deux: Spécifications d'essais
- f) Publication 315-3 de la CEI: Méthodes pour les mesures sur les récepteurs radioélectriques pour diverses classes d'émissions, Troisième partie: Mesures aux fréquences radioélectriques sur les récepteurs pour émissions à modulation d'amplitude
- g) Publication 161 de la CEI: Condensateurs d'antiparasitage
- h) Publication 68 de la CEI: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique
- i) Publication 76 de la CEI: Transformateurs de puissance

## ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC INSTALLATIONS IN SHIPS

### 1. Scope

This report applies to electrical and electronic equipment and installations in ships. Chapter II applies more specifically to interference suppression components whose failure could endanger the safety of the ship. It does not apply to components intended for use at voltages exceeding 500 V (d.c. or a.c.) between conductors, or 250 V (d.c.) or 290 V (a.c., r.m.s.) between one conductor and earth. It does not apply to components intended for use at frequencies exceeding 400 Hz.

### 2. Object

This report is an installation guide containing general principles and practical installation measures to be taken in order to obtain a certain required grade of electromagnetic compatibility from 10 kHz to 30 MHz, for all electrical and electronic equipment intended to operate in a ship's electromagnetic environment. It lays down standard methods for measurement and testing, and certain standard requirements.

### 3. Relevant international documents

- a) International Convention for the Safety of Life at Sea, London, 1960, Chapter IV
- b) Radio Regulations of the International Telecommunication Union, Geneva, 1968, R.R. 698
- c) C.C.I.R. Recommendation 428-1: Direction-finding in the 2 MHz Band on Board Ships
- d) C.I.S.P.R. Publications 1, 2 and 3: Specification for C.I.S.P.R. Radio Interference Measuring Apparatus for Frequency Ranges 0.15 MHz to 30 MHz, 25 MHz to 300 MHz, and 10 kHz to 150 kHz
- e) IEC Publication 92-3: Electrical Installations in Ships, Part 3: Cables—Section Two: Testing Specifications
- f) IEC Publication 315-3: Methods of Measurement on Radio Receivers for Various Classes of Emission, Part 3: Radio-frequency Measurement on Receivers for Amplitude-modulated Emissions
- g) IEC Publication 161: Capacitors for Radio Interference Suppression
- h) IEC Publication 68: Basic Environmental Testing Procedures
- i) IEC Publication 76: Power Transformers

j) Publication 85 de la CEI:

Recommandations relatives à la classification des matières destinées à l'isolement de machines et appareils électriques en fonction de leur stabilité thermique en service

k) Publication 92-4 de la CEI:

Installations électriques à bord des navires, Quatrième Partie: Appareillage, protection électrique, distribution et appareils de commande. Modification n° 1: Chapitre XIII: Protection électrique

Withdrawn

*j)* IEC Publication 85:

Recommendations for the Classification of Materials for the Insulation of Electrical Machinery and Apparatus in Relation to their Thermal Stability in Service

*k)* IEC Publication 92-4:

Electrical Installations in Ships—Part 4: Switchgear, Electrical Protection, Distribution and Controlgear. Amendment No. 1: Chapter XIII: Electrical Protection

Withdrawn

## CHAPITRE I: RÈGLES PRATIQUES, MÉTHODES DE MESURE, PRESCRIPTIONS

### 4. Types d'installation

La classification ci-après répartit les installations en cinq groupes, chacun étant sensible aux brouillages électromagnétiques ou capable d'en produire.

#### *Groupe A*

Installations de radiocommunications, de radiorepérage, de radionavigation, de distribution de programmes de télévision, fonctionnant avec des signaux radioélectriques à bande étroite ou sinusoïdaux.

#### *Groupe B*

Installations de redresseurs à semi-conducteurs, de transformation d'énergie, génératrices, machines de pont, appareils électrodomestiques et appareils à éclairage fluorescent, produisant des tensions de brouillage à bande large et à spectre continu.

#### *Groupe C*

Installations de radiodétection et de sonar fonctionnant par impulsions.

#### *Groupe D*

Appareillage électrique, installations de gouvernail, gyrocompas, appareils de navigation, thermostats de cuisine et installations de chauffage, produisant des tensions et des courants transitoires.

#### *Groupe E*

Circuit de commande et de régulation utilisant des techniques analogiques ou numériques.

## SECTION UN — RÈGLES PRATIQUES ET PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES

### 5. Principes généraux d'antiparasitage

L'antiparasitage est la suppression ou la réduction, à un niveau acceptable, de l'énergie électromagnétique de brouillage, au moyen de dispositifs de suppression et de précautions d'installation.

Les limites admissibles des perturbations spécifiées à l'article 16 supposent que des précautions convenables ont été prises pour protéger les équipements sensibles contre les effets des brouillages.

L'énergie de brouillage *transmise par conduction* est affaiblie par un antiparasitage aux bornes d'alimentation de l'équipement qui produit les brouillages.

L'énergie de brouillage *transmise par rayonnement* est affaiblie par blindage et mise à la masse à la source, par blindage des câbles et, dans certains cas, par blindage complet de l'emplacement de la source de brouillage.

### 6. Règles relatives à l'installation

#### 6.1 Réduction de l'énergie perturbatrice transmise par conduction

L'énergie de brouillage conduite se présente sous deux formes:

- i) sous forme de tensions de brouillage entre conducteurs;
- ii) sous forme de tensions de brouillage entre chaque conducteur et la masse.

## CHAPTER I: CODE OF PRACTICE, METHODS OF MEASUREMENT AND REQUIREMENTS

### 4. Types of installation

The following classification divides installations into five groups, which are either susceptible to or capable of causing electromagnetic interference.

#### *Group A*

Radiocommunication, radio location, radio navigation and television distribution systems, operating with narrow band or sinusoidal radio-frequency (r.f.) voltages.

#### *Group B*

Semiconductor rectifier installations, power conversion plants, generating plants and deck machinery, household appliances and fluorescent lighting, producing broadband continuous spectrum-interference voltages.

#### *Group C*

Radar and sonar installations operating with pulse energy.

#### *Group D*

Switchgear and controlgear, automatic steering installations, gyrocompass navigational instruments, kitchen thermostats and heating plants, producing transient voltages and currents.

#### *Group E*

Automatic control circuits using analogue or digital techniques.

## SECTION ONE — GENERAL CODE OF PRACTICE AND REQUIREMENTS

### 5. General principles of interference suppression

Interference (noise) suppression is the reduction of unwanted electromagnetic energy to an acceptable level by means of suppression components and installation measures.

The limits of interference specified in Clause 16 assume that the appropriate measures have been taken with sensitive equipment to protect them from the effects of interference.

*Conducted* interference energy is abated by suppression at the power supply terminals of the equipment generating the interference.

*Radiated* interference energy is abated by shielding and bonding measures at the interference source, by cable shielding and, in certain cases, by complete shielding of the interference source location.

### 6. Measures relating to the installation

#### 6.1 Abatement of conducted interference energy

Conducted interference energy appears in two modes:

- i) as interference voltages between the conductors;
- ii) as interference voltages between each conductor and earth.

Des condensateurs spécialement conçus pour l'antiparasitage peuvent souvent donner un affaiblissement convenable de l'énergie de brouillage conduite. Si l'énergie perturbatrice est élevée, ou si l'impédance de la source de brouillage est faible, il peut être fait usage de bobines d'inductance combinées avec des condensateurs.

Des filtres passe-bas constitués par des réseaux d'inductances et de capacités en L, T ou  $\pi$  permettront, dans la plupart des cas, de réduire l'énergie de brouillage conduite à un niveau acceptable. Les effets d'énergie de brouillage conduite de niveau élevé à basse fréquence peuvent être diminués par l'utilisation de sources d'alimentation séparées pour les équipements qui produisent des brouillages et ceux qui y sont sensibles.

## 6.2 Réduction de l'énergie perturbatrice transmise par rayonnement

La réduction de l'énergie perturbatrice rayonnée exige des procédés d'espacement du matériel et de blindage de ce dernier, de blindage des câbles et, en cas de champs élevés, de blindage de l'emplacement de la source et des passages de câbles associés.

## 6.3 Règles de sécurité

Tous les composants antiparasites utilisés à bord des navires doivent être conformes aux spécifications normales figurant dans la section applicable de ce rapport.

Leur construction doit garantir que la sécurité du personnel et du navire n'est pas mise en danger et doit assurer que le bon fonctionnement et la fiabilité de tous les dispositifs électriques essentiels ne sont pas altérés.

## 6.4 Règles de construction

Dès les premiers stades de la conception du matériel, il convient de se préoccuper des problèmes possibles de brouillage.

## 6.5 Blindage des câbles

Sauf indication contraire, le blindage des câbles doit consister:

- soit en un tube rigide ou semi-rigide d'acier, d'aluminium, de cuivre ou de plomb,
- soit en une tresse symétrique ou asymétrique de cuivre ou d'acier ayant une densité de recouvrement d'au moins 90% du poids d'un cylindre qui serait fait du même métal avec un diamètre intérieur égal au diamètre intérieur de la tresse et une épaisseur égale à celle d'un des fils qui constituent celle-ci.

## 7. Règles relatives à la construction du navire

### 7.1 Généralités

Les champs électromagnétiques rayonnés par les émetteurs radioélectriques peuvent donner lieu à des étincelles et à des effets non linéaires au niveau de jointures imparfaites des superstructures du navire (par exemple étais, haubans, drisses, etc.). L'imperfection des jointures est due à la corrosion qui crée des trajets à caractéristiques non linéaires.

### 7.2 Mode de construction

La continuité électrique de toutes les parties métalliques de la coque ou des superstructures du navire est toujours suffisante dans le cas de constructions soudées ou rivées.

Capacitors specifically designed for suppression purposes can often provide adequate attenuation of conducted interference energy. In cases where the interference energy is high, or the interference source impedance is low, combinations of inductors and capacitors can be used.

Low-pass filters comprising inductor-capacitor networks having L, T or  $\pi$ -configurations will, in most cases, reduce the conducted interference energy to an acceptable level. The effects of high level conducted interference energy at low frequencies can be alleviated by using separate power supplies for interference-producing and interference-sensitive equipment.

## 6.2 *Abatement of radiated interference energy*

The abatement of the radiated interference energy requires measures in the spacing and shielding of equipment, shielding of cables and, in cases of high radiation intensity, shielding of the interference source location and associated cable runs.

## 6.3 *Safety requirements*

All interference suppression components used on board ship should conform to the standard specifications of the relevant section of this report.

They should be of such a construction that the safety of personnel and of the ship is not endangered and should ensure that the performance and reliability of all vital electrical services will not be degraded.

## 6.4 *Construction requirements*

Consideration shall be given to possible interference problems at an early stage of the design of equipment.

## 6.5 *Screening of cables*

Unless otherwise stated, screening of cables shall consist of:

- either a copper, aluminium, lead or a steel rigid or semi-rigid tube,
- or a symmetric or asymmetric copper or steel braid of at least 90% coverage by weight of a tube consisting of the same metal, having an internal diameter equal to the internal diameter of the braid and a thickness equal to the diameter of one of the wires forming the braid.

## 7. *Measures relating to the ship's structure*

### 7.1 *General*

Electromagnetic fields emitted by radio transmitters can cause sparking and non-linear effects at imperfect joints of the ship's superstructure (e.g. stays, shrouds, wires, etc.). The imperfection of joints is caused by corrosion which provides non-linear transmission paths.

### 7.2 *Construction*

The electrical continuity of all metal parts of the ship's hull or superstructure is always sufficient in the case of welded or riveted constructions.

Pour les constructions d'aluminium, cependant, le soudo-brasage est préféré.

Les superstructures d'aluminium des navires à coque en acier devront être reliées à cette coque aussi souvent que possible, et au moins tous les deux mètres.

### 7.3 *Isolation ou mise à la masse*

- a) Tout le gréement doit être, soit isolé, soit relié à la charpente du navire en fonction des considérations suivantes:

Les étais soumis à une tension élevée, tels que les haubans de la mâture et des cheminées, surtout dans le cas des étais sur les ponts des navires-citernes, doivent être reliés à la masse. On doit mettre directement à la masse un point voisin de l'extrémité inférieure et de l'extrémité supérieure de ces étais, de préférence au moyen d'un conducteur de cuivre protégé contre la corrosion et assez épais pour résister aux contraintes mécaniques.

- b) L'isolation des étais doit être appliquée au voisinage du cadre mobile du radiogoniomètre. L'isolation doit également être employée de préférence à la mise à la masse chaque fois que possible car elle est plus fiable, et exige moins d'entretien.

### 7.4 *Blindage des compartiments*

Des locaux blindés peuvent être parfois nécessaires (par exemple les locaux radioélectriques). Ces locaux doivent être conçus conformément à ce qui suit:

- a) Tous les plafonds, planchers, cloisons et portes doivent former une surface conductrice continue. La résistance au courant continu entre deux points quelconques de cette surface ne doit pas dépasser  $0,01 \Omega$ .
- b) Tous les conduits, tuyaux, tiges métalliques et blindages de câbles, etc., pénétrant dans le local, doivent être mis à la masse à leur point de pénétration.
- c) Des dispositions doivent être prises pour la mise sous enveloppe des filtres antiparasites éventuels.

### 7.5 *Mise à la masse des enceintes, boîtiers et coffrets métalliques*

Lorsque des précautions de mise à la masse sont nécessaires, la connexion de masse doit être aussi courte que possible, en étant directement reliée à la charpente du navire et en offrant une basse impédance aux fréquences radioélectriques. Une basse impédance aux fréquences radioélectriques peut être assurée au mieux par des bandes métalliques larges. Chaque matériel doit avoir sa propre connexion de masse distincte. Les points de raccordement doivent être soigneusement nettoyés en mettant à nu le métal qui doit être protégé de façon réglementaire après montage.

## SECTION DEUX — RÈGLES RELATIVES AUX INSTALLATIONS DU GROUPE A

### 8. *Considérations générales*

Les parasites industriels rayonnés affectant les antennes de réception peuvent nuire au bon fonctionnement des récepteurs par:

- a) une distorsion du signal reçu;
- b) une réduction de la sensibilité due au fonctionnement des circuits de commande automatique de gain du récepteur.

For aluminium constructions, however, welding is preferred.

Aluminium superstructures of steel ships should be bonded to the steel hull of the ship as often as practicable and at least every two metres.

### 7.3 *Insulation or bonding*

- a) All rigging should either be insulated from or bonded to the ship's structure in accordance with the following considerations:

Stays which are subject to considerable tension, such as mast shrouds and funnel stays, especially in the case of stays on tanker decks, should be bonded. A point near the lower and upper ends of such stays should be solidly earthed, preferably by means of a copper conductor, protected against corrosion and thick enough to withstand mechanical stress.

- b) Insulation of stays should be used in the vicinity of the direction-finder loop antenna (aerial). It should also be used where possible in preference to bonding, as it is more reliable and reduces the need for maintenance.

### 7.4 *Screening of compartments*

Screened rooms may be necessary in certain cases (e.g. radio rooms). They should fulfil the following requirements.

- a) All bulkheads, floors, deckheads and doors should form a continuous electrical conducting surface. The d.c. resistance between any two points on the surface shall not exceed the value of 0.01  $\Omega$ .
- b) All conduits, pipes, metallic rods and cable screens, etc., entering the room shall be bonded at their point of penetration.
- c) Provision should be made for the housing of suppression filters if necessary.

### 7.5 *Earthing of metallic cabins and cases*

When earthing measures are necessary, the earth connection shall be as short as possible, connected directly to the ship's structure and of low r.f. impedance. Low r.f. impedance can best be provided by use of broad metallic straps. Each equipment shall have its own separate earth connection. The connection points should be thoroughly cleaned down to the bare metal which should be protected in an approved manner after assembly.

## SECTION TWO — MEASURES RELATING TO INSTALLATIONS OF GROUP A

### 8. **General**

Radiated man-made interference energy affecting receiver aerials (antennas) can degrade the performance of radio receivers by:

- a) distorting the received signal;
- b) reducing sensitivity due to operation of the receiver automatic gain control circuits.

Les signaux des émetteurs radioélectriques peuvent nuire au bon fonctionnement de l'équipement électrique et électronique.

## 9. Règles pratiques

### 9.1 *Local radioélectrique*

Le local radioélectrique doit être situé conformément aux règles formulées dans la Convention SVHM, Londres, 1960, Règles 8(a) et 14(a), chapitre IV. Le blindage de la station radioélectrique peut être nécessaire si ce local n'est pas intégré à la charpente métallique du navire.

Les installations de câbles dans le local radioélectrique ou à proximité doivent être conformes aux prescriptions du paragraphe 11.12 de la Publication 92-3 de la CEI, chapitre XI, section deux.

### 9.2 *Emplacement des émetteurs radioélectriques*

Les émetteurs radioélectriques doivent être installés de façon que les lignes d'alimentation d'antenne entre la sortie de l'émetteur et l'isolateur de descente d'antenne soient aussi courtes que possible. A moins qu'il ne faille l'éviter pour d'autres raisons, le blindage de la ligne d'alimentation d'antenne de l'émetteur dans le local radioélectrique est une mesure propre à réduire le rayonnement radioélectrique dans ce local.

### 9.3 *Mise à la masse des émetteurs radioélectriques*

La mise à la masse des émetteurs radioélectriques exige des soins particuliers afin d'éviter un couplage intempestif vers les récepteurs radioélectriques et autres installations sensibles aux fréquences radioélectriques. Les enceintes des émetteurs en ondes hectométriques et décamétriques exigent une liaison électrique fréquente et de bonne qualité avec la masse métallique du navire. Cela peut être facilement assuré par un boulonnage direct de l'enceinte sur la structure métallique ou en doublant les amortisseurs de bandes métalliques minces.

### 9.4 *Mise à la masse du matériel*

Tout matériel radioélectrique doit comporter sa propre connexion de masse.

L'utilisation d'une barre omnibus n'est pas recommandée car cela peut susciter des effets de couplage parasite par impédance commune.

### 9.5 *Disposition du câblage*

Pendant le fonctionnement des émetteurs, tous les câbles d'interconnexion de l'installation radioélectrique, y compris les câbles d'alimentation, peuvent être le siège d'importants courants à fréquence radioélectrique. Des précautions doivent donc être prises pour limiter les perturbations éventuelles dans les équipements voisins sensibles aux fréquences radioélectriques. L'utilisation dans les installations de câbles blindés convenablement mis à la masse est une précaution propre à réduire ces effets.

### 9.6 *Mise à la masse des câbles blindés*

Pendant le fonctionnement des émetteurs, les blindages métalliques des câbles dans le local radioélectrique peuvent être le siège de courants élevés à fréquence radioélectrique.

Etant donné que la mise à la masse satisfaisante des blindages métalliques est importante, cette liaison sera effectuée de préférence au moyen de presse-étoupe pour permettre une mise à la masse simple et fiable du blindage du câble d'alimentation (par exemple au moyen d'éléments coniques).

Radio transmitter signals can also impair the correct functioning of the electrical and electronic equipment.

## 9. Code of practice

### 9.1 *Radio room*

The radio room shall be located in accordance with the requirements laid down in the SOLAS Convention, London, 1960, Regulations 8(a) and 14(a), Chapter IV. Screening of the radio room may be necessary if the radio room is not part of the ship's metallic structure.

Cable installation in or near the radio room shall comply with the requirements of Sub-clause 11.12 of IEC Publication 92-3, Chapter XI, Section Two.

### 9.2 *Siting of radio transmitters*

Radio transmitters should be so installed that the aerial (antenna) feeders between transmitter output and the lead-in insulator are as short as possible. If not precluded by other considerations, metallic screening of the aerial (antenna) feeder of the transmitter in the radio room is a good measure to reduce radiation of r.f. energy in the room.

### 9.3 *Earthing of radio transmitters*

Bonding of radio transmitters requires special attention in order to avoid unwanted coupling to radio receivers and other r.f. sensitive installations. The cabinets of MF and HF transmitters need frequent and good electrical bonding to the ship's metallic structure. This can be easily provided by direct bolting of the cabinet to the metallic foundation or by bridging the shock-absorbers with thin metallic straps.

### 9.4 *Earthing of equipment*

Each radio equipment shall have its own individual earth connection.

The use of a busbar is not recommended as this can lead to unwanted common-mode coupling effects.

### 9.5 *Layout of cabling*

During transmitter operation, all interconnecting cables of the radio installation including power supply cables can carry large r.f. currents, and precautions should be taken to reduce possible disturbances to adjacent r.f. sensitive equipment. The use of properly bonded screened cables in the radio installations is a good measure to reduce these effects.

### 9.6 *Bonding of the screened cables*

During transmitter operation, the metallic screens of cables in the radio room can carry high r.f. currents.

As proper bonding of the metallic screens of the cables is important, the bonding should preferably be carried out by use of cable glands designed to allow simple and reliable bonding of the cable screen (e.g. by means of conical inserts).

### 9.7 Antennes et lignes d'alimentation d'antenne

- a) Toutes les antennes, tant d'émission que de réception, doivent être à bonne distance des superstructures métalliques verticales du navire.

Les antennes d'émission doivent être éloignées des antennes de réception et du cadre du radiogoniomètre.

Pour un fonctionnement correct à des fréquences voisines de 2 MHz, il peut être nécessaire d'installer le cadre du radiogoniomètre à la hauteur maximale au-dessus de la passerelle.

*Note.* — L'utilisation de lignes d'alimentation blindées entre les émetteurs et leurs antennes est une bonne précaution pour améliorer le fonctionnement d'ensemble ainsi que la compatibilité électromagnétique.

- b) Toutes les lignes d'alimentation des antennes de réception doivent être blindées métalliquement sur toute leur longueur. Dans certains cas spéciaux, les lignes d'alimentation du type coaxial doivent être à double blindage ou doivent passer par des conduits métalliques sans joint.

### 9.8 Découplage de l'installation radioélectrique par rapport à d'autres installations électroniques

- a) L'installation radioélectrique engendre un champ électromagnétique intense à partir des antennes d'émission. Ce champ peut influencer toutes les installations électroniques et les câbles sur le pont supérieur, surtout à proximité des antennes d'émission.

Le matériel électronique sensible aux fréquences radioélectriques et les câbles posés sur le pont supérieur doivent donc être blindés de façon adéquate.

- b) Un couplage entre l'installation radioélectrique et l'installation électrique peut exister par l'intermédiaire d'un réseau d'alimentation commun. On peut améliorer le découplage entre les deux installations par l'utilisation d'un transformateur d'isolation avec un écran métallique mis à la masse entre les enroulements dans le cas d'alimentation en courant alternatif, ou par l'utilisation d'un convertisseur rotatif à enroulements séparés dans le cas d'alimentation en courant continu.

- c) Lorsque le local radioélectrique est du type blindé, l'antiparasitage au point de sortie de tous les câbles desservant le local offre un degré de découplage plus poussé.

### 9.9 Communications internes

Pour les systèmes de communications internes et de diffusion sonore destinés à transmettre des informations vocales et la reproduction sonore, on doit utiliser des câbles blindés à paires torsadées pour les circuits de signaux à faible niveau (microphones). Éviter les câbles à plusieurs conducteurs à disposition non torsadée. Les câbles doivent comporter une gaine externe isolante.

Le blindage métallique des câbles doit être mis à la masse à une extrémité seulement (généralement du côté de l'amplificateur) afin d'éviter la formation de boucles inductives. Cette règle est tout à fait à l'opposé des règles fixées pour les circuits de puissance où il faut mettre à la masse les deux extrémités du blindage des câbles.

## 10. Limites admissibles

### 10.1 Limites pour les tensions parasites à fréquence radioélectrique dans l'installation électrique des navires

La tension parasite à fréquence radioélectrique et mesurée aux bornes d'alimentation de l'émetteur radioélectrique ne doit pas dépasser:

10 mV soit 80 dB( $\mu$ V)

à la fréquence de la porteuse et des harmoniques dans la bande des fréquences comprises entre 150 kHz et 30 MHz\*.

\* Ces valeurs peuvent être sujettes à modifications si des exigences pratiques motivent l'adoption de limites différentes.

### 9.7 Aerials (antennas) and aerial (antenna) feeders

- a) All transmitting and receiving aerials (antennas) should be erected well away from the ship's vertical metallic structure.

Transmitting aerials (antennas) must be separated from receiving aerials (antennas) and the direction-finding loop.

Satisfactory performance at 2 MHz frequencies may require the siting of the direction-finding loop as high as possible above the bridge.

*Note.* — The use of screened aerial (antenna) feeders between transmitters and their aerials (antennas) is a good measure to improve overall performance and electromagnetic compatibility.

- b) All receiving aerial (antenna) feeders should be metal-screened over their complete length. In special cases, coaxial types of aerial (antenna) feeders should be of double-screened construction or should run in seamless metallic conduits.

### 9.8 Decoupling of the radio transmitter from other electronic installations

- a) The radio installation radiates high power r.f. energy via the associated transmitting aerials (antennas) which can influence all electronic installations and cable runs on the upper deck, especially in the vicinity of the transmitting aerials (antennas).

R.F. sensitive electronic equipment and cables installed on the upper deck should therefore be adequately screened.

- b) Coupling between the radio and the electrical installations can exist via a common mains supply. Improved decoupling between the two installations can be achieved by means of an isolating transformer with earthed metallic screens between the windings in the case of a.c. supplies, or, by use of a rotary convertor with separate windings in the case of d.c. supplies.

- c) When the radio room is of the screened type, interference suppression at the point of outlet on all cables leaving the radio room provides a higher degree of decoupling.

### 9.9 Internal communication

For internal communication systems and public address systems for conveying voice information and sound reproduction, screened cables with twisted pairs should be used in low level (microphone) signal circuits. The use of cables containing multiple cores not laid up in twisted pair formation should be avoided. The cables should have a non-conductive outer sheathing.

The metallic screen of the cables should be earthed at one end only (usually the amplifier end) in order to avoid the forming of inductive loops. This measure is quite the opposite to the requirements given for power circuits, where earthing at both ends of the cable is necessary.

## 10. Installation limits

### 10.1 Limits of unwanted r.f. voltages in ships' electrical installations

The unwanted r.f. voltage measured at the power supply terminals of the radio transmitter at the carrier and the harmonic frequencies should not exceed:

$$10 \text{ mV or } 80 \text{ dB}(\mu\text{V})$$

in the frequency range of 150 kHz to 30 MHz\*.

\* These figures may be subject to modification if practical requirements deviate from given values.

La tension parasite à fréquence radioélectrique doit être mesurée suivant la méthode indiquée au paragraphe 23.3, en un point spécifié à l'extérieur du local radioélectrique, pendant que chaque émetteur radioélectrique, fonctionnant de 0,15 MHz à 30 MHz, émet à sa pleine puissance, chacun à son tour. Raccorder toutefois la sortie d'antenne de l'émetteur considéré à une antenne fictive non rayonnante, afin d'éviter toute induction sur les câbles due à l'énergie radioélectrique rayonnée.

#### 10.2 Limites de l'affaiblissement de couplage

D'après les valeurs admissibles du champ perturbateur et en supposant présente la tension perturbatrice maximale indiquée au paragraphe 13.1 sur le réseau d'alimentation, l'affaiblissement dû au couplage entre le réseau d'alimentation et une antenne de référence d'une longueur active de 1 m doit être au moins de 70 dB, mesuré de 30 kHz à 30 MHz par la méthode indiquée à l'article 24.

#### 10.3 Limites de l'insensibilité au brouillage des récepteurs par le réseau

Les récepteurs radioélectriques navals doivent être suffisamment protégés contre une détérioration de leur fonctionnement, due aux perturbations pénétrant dans le récepteur par les câbles de raccordement au réseau.

L'insensibilité  $M$  au brouillage par le réseau est définie par l'expression:

$$M = 20 \log_{10} \frac{\text{tension de brouillage injectée du réseau}}{\text{tension du signal d'entrée}}$$

pour la même puissance de sortie du récepteur, et doit avoir une valeur minimale de 70 dB \* mesurée pour toutes les fréquences de la plage (voir la section onze de la Publication 315-3 de la CEI).

Au besoin, le récepteur peut être muni d'un filtre antiparasite supplémentaire dans les connexions au réseau. Dans ce cas, l'insensibilité au brouillage par le réseau sera celle de l'ensemble constitué par le récepteur et son filtre.

### SECTION TROIS — RÈGLES RELATIVES AUX INSTALLATIONS DU GROUPE B

#### 11. Considérations générales

Une partie des sources de brouillage à bande large comprend les moteurs à collecteur pour courant continu et courant alternatif. Une autre partie, d'importance croissante, est constituée par les systèmes de redressement et de régulation à semi-conducteurs pour la commande et l'alimentation de moteurs, génératrices, etc., en courant continu.

Les systèmes à semi-conducteurs peuvent engendrer des brouillages particulièrement importants, au-dessous de 300 kHz environ.

#### 12. Règles pratiques

L'élimination des circuits de retour par la coque permet de réduire efficacement la dissémination des signaux brouilleurs. Ne pas utiliser, en principe, des câbles unipolaires dans les circuits de puissance. Utiliser de préférence des câbles multipolaires torsadés, afin de réduire les brouillages magnétiques.

\* Ces valeurs peuvent être sujettes à modification si des exigences pratiques motivent l'adoption de limites différentes.

The unwanted r.f. voltage shall be measured in accordance with the method given in Sub-clause 23.3 at a specified point outside the radio room when sequentially each of the radio transmitters working in the frequency range 0.15 MHz to 30 MHz transmits successively at full power. The aerial (antenna) output of the transmitter concerned shall, however, be connected to a non-radiating dummy aerial (antenna) in order to avoid any induction of the cables by radiated r.f. energy.

#### 10.2 *Limits of coupling attenuation*

According to permissible interference field strength values and assuming the maximum mains interference voltage specified in Sub-clause 13.1, the coupling attenuation between the mains network and a reference aerial (antenna) of 1 m effective length should have a minimum value of 70 dB measured in the 30 kHz to 30 MHz frequency range by the method given in Clause 24.

#### 10.3 *Limits of mains-interference immunity for receivers*

Ships' radio receivers should be adequately protected against impairment of their performance caused by interference energy entering the receiver via the mains leads.

The mains immunity  $M$  is defined as

$$M = 20 \log_{10} \frac{\text{mains-injected interference voltage}}{\text{input signal voltage}}$$

both signals producing an equal receiver output. Its minimum value should be 70 dB \* over the entire frequency range (see Section Eleven of IEC Publication 315-3).

The receiver can be fitted with an additional mains suppression filter if necessary, and in this case, the mains interference immunity figures apply to the receiver-filter combination.

### SECTION THREE — MEASURES RELATING TO INSTALLATIONS OF GROUP B

#### 11. **General**

Part of the equipment generating broadband interference energy includes a.c. and d.c. commutator motors; another part of this group of increasing importance consists of semiconductor rectifier installations and regulating systems designed to drive and control d.c. motors, generators, etc.

Semiconductor systems in particular can generate high levels of interference in the frequency ranges below about 300 kHz.

#### 12. **Code of practice**

The avoidance of hull-return circuits is a good measure to effectively reduce the distribution of interference energy. Single-core cables should not be used in power circuits. Preference should be given to twisted multicore cables in order to reduce magnetic interference.

\* These figures may be subject to modification if practical requirements deviate from given values.