

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Passive RF and microwave devices, intermodulation level measurement –
Part 6: Measurement of passive intermodulation in antennas**

**Dispositifs RF et à micro-ondes passifs, mesure du niveau d'intermodulation –
Partie 6: Mesure de l'intermodulation passive dans les antennes**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2013 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 14 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 55 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 14 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 55 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.



IEC 62037-6

Edition 1.0 2013-01

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Passive RF and microwave devices, intermodulation level measurement –
Part 6: Measurement of passive intermodulation in antennas**

**Dispositifs RF et à micro-ondes passifs, mesure du niveau d'intermodulation –
Partie 6: Mesure de l'intermodulation passive dans les antennes**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

M

ICS 33.040.20

ISBN 978-2-8322-1345-2

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	3
1 Scope.....	5
2 Normative references	5
3 Abbreviations	5
4 Antenna definitions as it pertains to PIM.....	5
4.1 Antenna	5
4.2 Antenna under test.....	6
4.3 Active antenna	6
4.4 Antenna PIM	6
5 Antenna design and field installation considerations.....	6
5.1 Environmental effects on PIM performance	6
5.2 Antenna interface connection	6
5.3 Mounting considerations to avoid PIM generation.....	6
5.4 Neighbouring sources of interference	7
5.5 Standard practices and guidelines for material selection	7
6 PIM measurement considerations.....	7
6.1 Quality assurance process and handling procedures	7
6.2 Measurement accuracy	7
6.3 Test environment.....	8
6.4 Safety	8
6.5 Test set-up.....	8
6.5.1 Coaxial test cable assemblies.....	8
6.5.2 Defining a good low PIM reference load.....	8
6.5.3 Test set-up and test site baseline PIM verification	8
6.6 PIM test configurations.....	9
6.7 Combined environmental and PIM testing.....	10
6.7.1 General	10
6.7.2 Mechanical considerations.....	10
6.7.3 Test system cables and connectors	11
6.8 PIM test chamber design	11
6.8.1 General	11
6.8.2 RF absorber materials	11
6.8.3 Supporting structures and walls	12
6.8.4 RF shielding	12
Figure 1 – Antenna reverse PIM test set-up	9
Figure 2 – Antenna forward PIM test set-up	10

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PASSIVE RF AND MICROWAVE DEVICES, INTERMODULATION LEVEL MEASUREMENT –

Part 6: Measurement of passive intermodulation in antennas

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62037-6 has been prepared by technical committee 46: Cables, wires, waveguides, r.f. connectors, r.f. and microwave passive components and accessories.

This bilingual version (2014-01) corresponds to the monolingual English version, published in 2013-01.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
46/410/FDIS	46/422/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

The French version of this standard has not been voted upon.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all the parts in the IEC 62037 series, published under the general title *Passive RF and microwave devices, Intermodulation level measurement* can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

PASSIVE RF AND MICROWAVE DEVICES, INTERMODULATION LEVEL MEASUREMENT –

Part 6: Measurement of passive intermodulation in antennas

1 Scope

This part of IEC 62037 defines test fixtures and procedures recommended for measuring levels of passive intermodulation generated by antennas, typically used in wireless communication systems. The purpose is to define qualification and acceptance test methods for antennas for use in low intermodulation (low IM) applications.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 62037-1:2012, *Passive r.f. and microwave devices, intermodulation level measurement – Part 1: General requirements and measuring methods*

IEC 62037-3, *Passive r.f. and microwave devices, intermodulation level measurement – Part 3: Measurement of passive intermodulation in coaxial connectors*

3 Abbreviations

AIM	Active intermodulation
AUT	Antenna under test
ESD	Electrostatic discharge
HPA	High power amplifier
IM	Intermodulation
LNA	Low noise amplifier
PIM	Passive intermodulation
RF	Radio frequency

4 Antenna definitions as it pertains to PIM

4.1 Antenna

An antenna is that part of a radio transmitting or receiving system which is designed to provide the required coupling between a transmitter or a receiver and the medium in which the radio wave propagates.

The antenna consists of a number of parts or components. These components include, but are not limited to, one or many radiating elements, one or many RF interfaces, a distribution or combining feed network, internal support structures, devices which control or adjust the amplitude/phase response and distribution to the radiating element(s), filters, diplexers, orthomode transducers, polarizers, waveguides, coaxial cables or printed circuits. In addition, peripheral components could also influence the PIM performance of the antenna. These

components may include, but are not limited to, mounting brackets, mounting hardware, radome, radome fasteners, thermal insulation and grounding hardware.

4.2 Antenna under test

The antenna hardware can have an effect on the overall antenna PIM performance. Therefore, it is necessary to specify the hardware which is to be part of the antenna under test (AUT).

4.3 Active antenna

An active antenna incorporates active devices such as low noise amplifiers (LNAs), high power amplifiers (HPAs), phase shifters, etc. An active antenna has the additional concern of active intermodulation (AIM) which is typically at a much higher level than PIM. The measurement of PIM in the presence of AIM is not within the scope of this standard. If required, the PIM measurement of an active antenna shall be performed on the passive portion of the antenna only.

4.4 Antenna PIM

The antenna PIM is defined as the PIM that is generated by the antenna assembly itself at a reference plane or RF interface. The PIM can be measured in a radiated or conducted (transmissive or reflective) mode.

5 Antenna design and field installation considerations

5.1 Environmental effects on PIM performance

Any hardware located in the near-by environment can significantly influence the PIM performance of an antenna or antenna system. The effect of ferromagnetic materials, dissimilar metallic junctions which are part of neighbouring hardware, such as other antennas, towers structures, aircraft fuselage components, spacecraft thermal control hardware, d.c. and ESD grounding hardware, non-high pressure mechanical connections etc., can potentially have a detrimental effect on the PIM performance of the communication system.

5.2 Antenna interface connection

Any interface that is exposed to RF is a potential PIM source and shall be designed to be low PIM. Care shall be taken to ensure that all the mating surfaces are clean. The connections, whether coaxial or waveguide, should be inspected for dirt, metallic filings, sharp protruding material, and other potential contaminants. Any coaxial connections shall be torqued to the manufacturer's specifications to assure proper metal-to-metal contact pressure is achieved. If waveguide is used, then the flange bolts shall be torqued to the recommended manufacturer's specifications. Careful attention shall be paid to the alignment of the mating coaxial connectors or waveguide flanges.

The materials and combination of materials used in the connectors, including plating, are important for the PIM performance. The use of a soft plating material (e.g. gold, silver, etc.) of sufficient thickness (several skin depths) over a hard base material (brass, BeCu, etc.) is usually preferable. The number of interfaces (coaxial connectors and adapters) should be minimized. This will reduce the number of metal-to-metal junctions and, thus, the possibility of PIM generation. More information about coaxial connectors can be found in IEC 62037-3.

5.3 Mounting considerations to avoid PIM generation

The antenna shall be properly secured to its mounting bracket. All bolts and holding harnesses used to secure the antenna to its support structure shall be tightened and torqued according to the manufacturer's specifications. The coaxial or waveguide transmission line(s)

leading to the antenna input port(s) shall also be well-secured and prohibited from rubbing or moving.

Care should be taken in the antenna placement by pointing it towards a clear sky view and to isolate it from all possible neighbouring sources of interference such as tower structures, near-by antennas, buildings, walls, aircraft fuselage, spacecraft platform, etc.

5.4 Neighbouring sources of interference

Knowledge of the RF environment in which the antenna is to be installed is important. Care should be taken in the antenna placement to isolate it from all possible neighbouring sources of interference. For instance, structures having low contact pressure or corroding parts should be avoided. Additionally, other antennas radiating in a similar band or in bands whose harmonics could fall within the receive frequency band of the antenna being installed also requires consideration. Other electric or electronic devices may emit interfering RF signals that fall into the receive frequency band of the antenna.

5.5 Standard practices and guidelines for material selection

Clause 6 of IEC 62037-1:2012 serves as a guide for the design, selection of materials, and handling of components that may be susceptible to PIM generation. It is very important to consider the application of the antenna, as there are large differences in acceptable PIM levels between space applications and terrestrial applications.

6 PIM measurement considerations

6.1 Quality assurance process and handling procedures

The purpose of Clause 6 is to provide guidance in the areas of quality control as it pertains to the performance of PIM testing of antenna products. Procedures are included to enhance the accuracy and ensure safety when performing PIM measurements on antenna products. The following guidelines will help minimize errors induced within the test system.

6.2 Measurement accuracy

The accuracy of PIM tests performed on antenna products may be severely affected by a multitude of sources that may be either external or internal to the test system. Some of the sources which can affect the results of PIM tests performed on antenna products include, but are not limited to, the following:

- a) objects comprising parts made of electrically conductive materials that are exposed to the electromagnetic fields radiated by the AUT;
- b) loose, damaged or corroded mounting hardware attached to the AUT;
- c) loose or corroded hardware exposed to the radiated RF fields from the AUT;
- d) radio frequency signals generated by external sources;
- e) faulty or poorly performing coaxial interface cables;
- f) dirty/contaminated/worn interface connections;
- g) improperly mated interface connections;
- h) poorly shielded RF interface connections;
- i) inadequately filtered AIM from the test set-up;
- j) consideration should be given to input transmission line losses;
- k) contaminated absorbers.

6.3 Test environment

When applicable, PIM measurements may be accomplished outdoors. In performing such a test, it is important to ensure that government regulations pertaining to the maximum authorized RF radiation levels are met. Also, the RF energy radiated from the AUT may generate PIM in surrounding structures that may couple back into the antenna resulting in invalid PIM test results. Additionally, external sources of RF radiation may interfere with the test measurements. A survey of the frequencies locally in use is recommended prior to testing. Many of the external sources of PIM may be minimized or eliminated by performing the PIM testing of antennas within an anechoic test chamber providing a low PIM test environment. More information on the construction of anechoic test chambers suitable for PIM testing is provided in 6.8.

6.4 Safety

Performing PIM tests on antenna products can be dangerous. Potentially high voltages and high levels of RF energy may be present both within the AUT and within the test environment. The AUT should be positioned such that personnel will not be exposed to electromagnetic fields exceeding the acceptable levels specified by government agencies.

6.5 Test set-up

6.5.1 Coaxial test cable assemblies

A problem with PIM test set-ups using coaxial cable interfaces is the need to repeatedly connect/disconnect coaxial connectors. The following are some recommendations on test set-up procedures.

- a) Sealing O-rings at connector interfaces should be thoroughly cleaned or should preferably be avoided if possible. These O-rings accumulate metal filings, which can become a source of PIM.
- b) Inspect connectors, dielectric and interface mating surfaces or flanges for contamination, especially metallic debris, just prior to mating the interface. Also inspect connector mating surfaces for burrs, scratches, dents, and loss of plating. Proper installation and torquing of the hardware will minimize the generation of PIM within interface connections.
- c) Clean compressed air should be used to blow potential metal particles from the connector interfaces after each connect-disconnect cycle.
- d) Great care shall be taken to ensure that the cables have not been stressed or fatigued to the point of cracking. The inner and outer conductors can crack under the insulating cable jacket and not be detectable by visual inspection. This will cause intermittent PIM signals to be generated. One way to test for this is to flex or tap on the cable while performing a baseline test. If there are fluctuations in the PIM signal, the cable may be damaged and should be replaced.

6.5.2 Defining a good low PIM reference load

A good low PIM load can be made using a long section of high quality coaxial cable terminated with a high quality (low PIM) connector. This connector should be soldered to the coaxial cable on both the inner and outer conductors. The length of cable should be held in a fixture so that no fatigue is placed on the connector or cable.

6.5.3 Test set-up and test site baseline PIM verification

Prior to the testing of the antenna, perform a baseline PIM test set-up noise floor verification. To verify the test set-up itself, a low PIM termination may be used. Check the cables and connections for sensitivity to flexure, mechanical stress and configuration during the baseline test.

The test site should also be evaluated to ensure that it does not generate unacceptable levels of PIM or to identify any potential extraneous interfering RF sources. The test site could be an anechoic test enclosure or a chosen outdoor site. If an anechoic chamber is used, special design considerations are needed as outlined in 6.8. During the site verification, if possible, use a low PIM reference antenna having a radiation pattern and gain comparable to that of the AUT in order to ensure that the test environment is exposed to representative flux densities as for the AUT test.

The actual antenna PIM test should be performed using the same set-up as for the baseline test: minimize movements of components, do not add components, minimize changes in the environment, etc. After the antenna PIM test is completed or as required during the test, compare the baseline test results with previous set-up verification results for any sign of degradation in the test system.

6.6 PIM test configurations

A typical test set-up for antenna reverse (reflected) PIM testing is shown in Figure 1 and one for antenna forward (transmitted) PIM is shown in Figure 2. It should be noted that dynamic range between the two test configurations should be examined to assess the appropriate choices to use. In both cases, the test should take place in either a well-designed low PIM anechoic chamber or outdoors, which would allow full range of antenna movement. For the antenna forward (transmitted) PIM test, a low PIM antenna on the receiver side of the test set-up is required. Also for this test, the environment may be first verified by using two low PIM antennas.

Whenever possible, the diplexer (Figure 1) and the filter (Figure 2), both of which should be low PIM, shall be placed as close as possible to the AUT input port to minimize PIM generated by the test set-up. The overall cable or waveguide lengths should be minimized to deliver maximum power to the AUT. Also, coaxial and waveguide adapters should be avoided as much as possible.

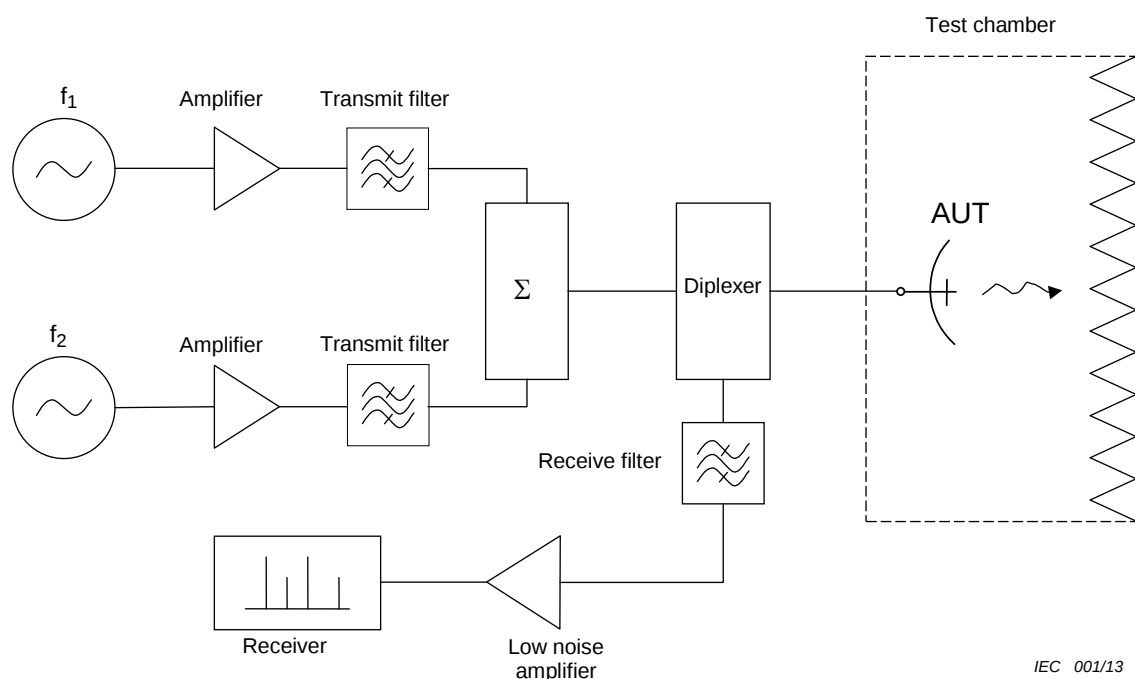


Figure 1 – Antenna reverse PIM test set-up

Each set-up has two synthesized sources, amplified separately to avoid AIM (active intermodulation). The two-tone-test results in discrete intermodulation products, whose levels are to be measured. These PIM-products are typically first amplified by one or two stages of LNAs before detection by the spectrum analyser or digital receiver. This is in order to increase the sensitivity of the set-up.

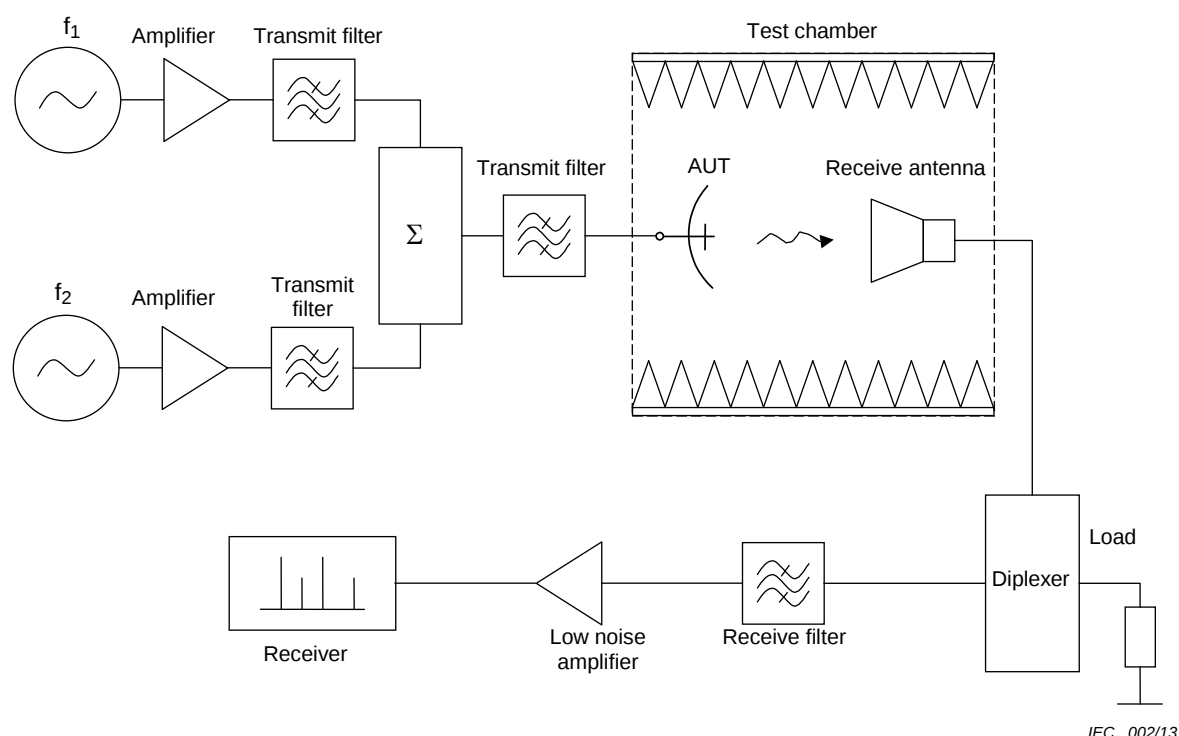


Figure 2 – Antenna forward PIM test set-up

6.7 Combined environmental and PIM testing

6.7.1 General

Whenever possible and practical, each AUT should be measured for PIM while being exposed to representative environmental operating conditions. If it is not possible, the AUT may be measured for PIM before and after exposure to representative environmental conditions.

6.7.2 Mechanical considerations

A loose mechanical joint is likely to cause PIM. Materials expand and contract due to temperature changes. Different materials expand and contract at different rates. This difference can cause varying amounts of stress to be induced in any mechanical joint of the antenna components. The differences in expansion and contraction can even cause the parts to move so much as to loosen a mechanical joint. A bolted joint that was torqued to its specified value can loosen to the point where the required clamping force is no longer being produced. Evaluation of mechanical connections may be accomplished by performing PIM testing during thermal cycling.

Vibrations can produce detrimental effects similar to those from thermal environments.

For terrestrial applications, extreme temperature cycling occurs only in specific geographical areas and is more applicable to aeronautical and space applications. Wind-induced vibrations occur in most terrestrial and aeronautical applications but never for space applications. However, vibrations are induced on space-borne antennas during platform manoeuvres. For space and aeronautical applications, it is recommended that PIM testing be performed during thermal cycling before and after vibration testing.

6.7.3 Test system cables and connectors

The test cables connected to the antenna under test are exposed to the same test environments as the antenna itself. Therefore, great care shall be taken in selecting cables suitable for PIM testing in the specific test environment. The entire test set-up, including the cables, shall be verified under the same test conditions as for the AUT testing.

6.8 PIM test chamber design

6.8.1 General

The purpose of 6.8 is to provide guidance for the construction of test chambers suitable for the performance of PIM testing on antennas.

Evaluation of antenna products for PIM presents additional challenges not found with other non-radiating components. The antenna will be connected to an RF source and will radiate RF energy during the PIM test. This energy shall not be allowed to excite potential PIM sources in the test environment. It is also sometimes not practical to perform these tests in an outdoor environment since the radiated RF energy should preferably be contained. To successfully perform PIM testing on antennas, it may be desirable to construct an RF anechoic chamber specially designed for PIM testing.

The main components of an RF anechoic test chamber are:

- a) RF absorber materials;
- b) supporting structures and walls;
- c) RF shielding.

Each of these components will be discussed in the following subclauses.

6.8.2 RF absorber materials

RF absorber materials are commonly manufactured from a carbon impregnated foam. This material offers attenuation to radio frequency signals as they pass through it. This attenuation of the signal (absorption of energy) serves in essence as a "load" to the antenna.

RF absorber materials are available in many styles and sizes. The selection of style and size is dependent on the frequency of operation and the placement within the test chamber. Proper selection of the RF absorbers may be the most critical factor in the construction of a PIM test chamber. Recommendations that may help in the selection process are as follows.

- a) Select an absorber with an incident RF attenuation greater than 30 dB.
- b) For good results, place pyramidal absorber panels in the field of the antenna radiation pattern, preferably with normal incidence to the beam peak. However, best results can be achieved when the interior of the test chamber is completely covered with RF absorber material.
- c) As a minimum, ensure there are enough panels to avoid back reflections.

For safety purposes, select an absorber that contains fire retardant materials and is rated for the anticipated maximum power dissipation required.

6.8.3 Supporting structures and walls

The supporting structure and walls for the PIM test chamber shall provide a suitable inner surface for attachment of the RF absorber material. In some applications, the supporting structure and walls may also be required to assist in the control of the temperature, the pressure, the humidity level, or other environmental conditions for the test.

The materials and methods of construction will vary greatly depending on the specific application. For many applications, simple lumber and plywood provide very good results. Cement block construction also provides excellent support but at a much greater expense. Some general considerations in designing the support structure and walls are as follows.

- a) The use of metal shielding in the outer structure improves the isolation of the anechoic chamber and is recommended when RF shielding needs to be high (see 6.8.4). However, it is critical to ensure that the design does not include metal-to-metal junctions that themselves have poor PIM performance. Examples of this would include overlapping metal plates or the use of metal hardware going through sheet metal parts that are exposed.
- b) Wood supports can be successfully joined using screws. Screws are stronger than nails and it is easier to control their final location. Do not allow metal fasteners to contact each other, even within the framework.
- c) Make sure that the actual dimensions of absorber panels are known before completing the design of the structure as they do not usually have the exact size advertised.
- d) The size of the test chamber should be large enough to allow the test antenna to be sufficiently far from any RF absorber to avoid mutual coupling between the radiating antenna and the absorber material.
- e) Hinges, fasteners, light fixtures, fire sprinklers, mounting hardware, etc. should all be evaluated for potential PIM generation.

6.8.4 RF shielding

RF shielding may or may not be required, depending on the particular application. The purpose of RF shielding may be for security, to maintain a low RF noise floor in the test facility, or may be required to ensure personnel safety. A method of identifying the need for RF shielding is based on the calculated power densities. From such calculations, it may be found that RF levels behind the RF absorber are extremely low and therefore safe. It is always recommended that an RF survey of the area surrounding the chamber be performed prior to the approval of the final test plan or procedure.

Methods of RF shielding also vary depending on the application. One method providing good results for most applications is to apply thin aluminium sheets or panels to the exterior surface of the test chamber structure. The sheets can be securely attached using adhesive products. Placing a plastic insulating material on the edge of each panel will prevent any direct contact between panels. A small gap between the panels will not pass RF energy except at extremely small wavelengths compared to the gap size. Although RF power levels may be extremely low at the RF shield, it would still be advisable to avoid materials which may generate PIM such as wire mesh fabrics.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	15
1 Domaine d'application	17
2 Références normatives	17
3 Abréviations	17
4 Définitions de l'antenne relatives à l'intermodulation passive	17
4.1 Antenne	17
4.2 Antenne en essai	18
4.3 Antenne active	18
4.4 Intermodulation passive dans l'antenne	18
5 Considérations relatives à la conception de l'antenne et à son installation sur le terrain.....	18
5.1 Effets environnementaux sur les performances d'intermodulation passive.....	18
5.2 Connexion d'interface de l'antenne	18
5.3 Considérations relatives au montage pour éviter la génération d'intermodulation passive.....	19
5.4 Sources de perturbations dans le voisinage	19
5.5 Pratiques et lignes directrices normalisées relatives au choix des matériaux.....	19
6 Considérations relatives à la mesure de l'intermodulation passive	19
6.1 Processus d'assurance qualité et procédures de manipulation	19
6.2 Précision de la mesure.....	19
6.3 Environnement d'essai	20
6.4 Sécurité	20
6.5 Montage d'essai.....	20
6.5.1 Cordons d'essais coaxiaux	20
6.5.2 Définition d'une bonne charge de référence d'intermodulation passive basse.....	21
6.5.3 Vérification de l'intermodulation passive ambiante dans le montage d'essai et sur le site d'essai	21
6.6 Configurations d'essais d'intermodulation passive	21
6.7 Essais environnementaux et d'intermodulation passive combinés	23
6.7.1 Généralités	23
6.7.2 Considérations mécaniques	23
6.7.3 Câbles et connecteurs du système d'essai.....	24
6.8 Conception de la chambre d'essai d'intermodulation passive	24
6.8.1 Généralités	24
6.8.2 Matériaux d'absorption RF	24
6.8.3 Structures de support et parois.....	25
6.8.4 Ecrantage RF	25
Figure 1 – Montage d'essai d'intermodulation passive inverse (réfléchie) de l'antenne.....	22
Figure 2 – Montage d'essai d'intermodulation passive directe (émise) de l'antenne	23

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**DISPOSITIFS RF ET À MICRO-ONDES PASSIFS,
MESURE DU NIVEAU D'INTERMODULATION –****Partie 6: Mesure de l'intermodulation passive dans les antennes**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 62037-6 a été établie par le comité d'études 46 de la CEI: Câbles, fils, guides d'ondes, connecteurs, composants passifs pour micro-onde et accessoires.

La présente version bilingue (2014-01) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2013-01.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 46/410/FDIS et 46/422/RVD.

Le rapport de vote 46/422/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 62037, publiées sous le titre général *Dispositifs r.f. et à micro-ondes passifs, mesure du niveau d'intermodulation*, est disponible sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

DISPOSITIFS RF ET À MICRO-ONDES PASSIFS, MESURE DU NIVEAU D'INTERMODULATION –

Partie 6: Mesure de l'intermodulation passive dans les antennes

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 62037 définit les dispositifs et les procédures d'essai recommandés pour mesurer les niveaux d'intermodulation passive générés par les antennes, généralement utilisées dans les systèmes de communication sans fil. L'objectif est de définir des méthodes d'essai de qualification et d'acceptation pour les antennes destinées à être utilisées dans des applications d'intermodulation basse (IM basse).

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 62037-1:2012, *Dispositifs RF et à micro-ondes passifs, mesure du niveau d'intermodulation – Partie 1: Exigences générales et méthodes de mesure*

CEI 62037-3, *Dispositifs RF et à micro-ondes passifs, mesure du niveau d'intermodulation – Partie 3: Mesure de l'intermodulation passive dans les connecteurs coaxiaux*

3 Abréviations

AIM	Intermodulation active (<i>Active intermodulation</i>)
AUT	Antenne en essai (<i>Antenna under test</i>)
DES	Décharge électrostatique
HPA	Amplificateur de puissance (<i>High power amplifier</i>)
IM	Intermodulation
LNA	Amplificateur à faible bruit (<i>Low noise amplifier</i>)
PIM	Intermodulation passive (<i>Passive intermodulation</i>)
RF	Fréquence radioélectrique (<i>Radio frequency</i>)

4 Définitions de l'antenne relatives à l'intermodulation passive

4.1 Antenne

Une antenne est la partie d'un système d'émission ou de réception d'ondes radioélectriques, destinée à assurer le couplage requis entre un émetteur ou un récepteur et le milieu dans lequel se propagent les ondes radioélectriques.

L'antenne est constituée d'un certain nombre de pièces ou de composants. Ces composants comprennent, sans toutefois s'y limiter, un ou plusieurs éléments rayonnants, une ou plusieurs interfaces RF, un réseau de distribution ou un réseau combinant distribution et alimentation, des structures de support internes, des dispositifs qui contrôlent ou ajustent la réponse en amplitude/phase et la distribution vers le ou les éléments rayonnants, des filtres,

des séparateurs, des coupleurs de polarisation, des polariseurs, des guides d'ondes, des câbles coaxiaux ou des circuits imprimés. De plus, les composants périphériques pourraient également influencer les performances d'intermodulation passive de l'antenne. Ces composants peuvent comprendre, sans toutefois s'y limiter, des équerres de montage, du matériel de montage, un radôme, des dispositifs de fixation du radôme, une isolation thermique et du matériel de mise à la terre.

4.2 Antenne en essai

Les constituants de l'antenne peuvent avoir un effet sur l'ensemble des performances d'intermodulation passive de l'antenne. Par conséquent, il est nécessaire de spécifier le matériel qui doit faire partie de l'antenne en essai (AUT).

4.3 Antenne active

Une antenne active comporte des dispositifs actifs tels que des amplificateurs à faible bruit (LNA), des amplificateurs de puissance (HPA), des déphaseurs, etc. Une antenne active possède également une intermodulation active (AIM), qui se situe généralement à un niveau bien plus élevé que l'intermodulation passive. La mesure de l'intermodulation passive en présence de l'intermodulation active ne rentre pas dans le domaine d'application de la présente norme. Si nécessaire, la mesure de l'intermodulation passive d'une antenne active doit être réalisée sur la partie passive de l'antenne uniquement.

4.4 Intermodulation passive dans l'antenne

L'intermodulation passive dans l'antenne est définie comme l'intermodulation passive générée par l'antenne elle-même au niveau d'un plan de référence ou d'une interface RF. L'intermodulation passive peut être mesurée dans un mode rayonné ou conduit (transmis ou réfléchi).

5 Considérations relatives à la conception de l'antenne et à son installation sur le terrain

5.1 Effets environnementaux sur les performances d'intermodulation passive

Tout matériel situé dans l'environnement proche peut influencer de façon significative les performances d'intermodulation passive d'une antenne ou d'un système d'antenne. L'effet des matériaux ferromagnétiques, des jonctions métalliques dissemblables faisant partie d'un matériel situé à proximité, par exemple d'autres antennes, des structures de tours, des composants de fuselage d'avions, des matériels de contrôle thermique des engins spatiaux, des matériels de mise à la terre du courant continu et des DES, des connexions mécaniques à pression non élevée, etc., peut éventuellement avoir un effet nuisible sur les performances d'intermodulation passive du système de communication.

5.2 Connexion d'interface de l'antenne

Toute interface exposée aux fréquences radioélectriques est une source d'intermodulation passive potentielle, et doit être conçue pour avoir une intermodulation passive basse. On doit veiller à s'assurer que toutes les surfaces de contact sont propres. Il convient de vérifier les connexions, qu'elles soient coaxiales ou à guides d'ondes, pour détecter la présence éventuelle de salissures, de débris (limaille) métalliques, de matériaux saillants, et d'autres contaminants potentiels. Toutes les connexions coaxiales doivent avoir un couple conforme aux spécifications du fabricant, pour garantir qu'une pression de contact adéquate entre métaux soit obtenue. Si un guide d'ondes est utilisé, les boulons des brides doivent alors avoir un couple conforme aux spécifications recommandées par le fabricant. On doit prêter une attention particulière à l'alignement des connecteurs coaxiaux d'accouplement ou des brides de guides d'ondes.

Les matériaux et les ensembles de matériaux utilisés dans les connecteurs, y compris la métallisation, sont importants pour la performance d'intermodulation passive. Il est généralement préférable d'utiliser un matériau de métallisation tendre (par exemple l'or, l'argent, etc.) d'épaisseur suffisante (plusieurs profondeurs de pénétration) sur un matériau à base dure (cuivre, BeCu, etc.). Il convient de réduire le nombre d'interfaces (connecteurs coaxiaux et adaptateurs). Cela réduira le nombre de jonctions entre métaux et, par conséquent, la possibilité de génération d'intermodulation passive. Des informations supplémentaires sur les connecteurs coaxiaux sont disponibles dans la CEI 62037-3.

5.3 Considérations relatives au montage pour éviter la génération d'intermodulation passive

L'antenne doit être fixée correctement sur son équerre de montage. Tous les boulons et les harnais de maintien utilisés pour fixer l'antenne sur sa structure de support doivent être serrés et couplés conformément aux spécifications du fabricant. La ou les lignes de transmission coaxiales ou à guides d'ondes conduisant au(x) port(s) d'entrée de l'antenne doivent également être bien fixées et ne doivent pas subir de frottements ni être déplacées.

Il convient de faire attention au placement de l'antenne en l'orientant par temps clair, et l'isoler de toute source possible de perturbations dans le voisinage, telles que les structures des tours, les antennes situées à proximité, les bâtiments, les parois, le fuselage des avions, les plates-formes d'engins spatiaux, etc.

5.4 Sources de perturbations dans le voisinage

Il est important de connaître l'environnement RF dans lequel l'antenne doit être installée. Il convient de veiller au positionnement de l'antenne, afin de l'isoler de toutes les sources adjacentes de perturbations éventuelles. Par exemple, il convient d'éviter les structures ayant une pression de contact faible ou des parties corrosives. De plus, d'autres antennes rayonnant dans une bande similaire ou dans des bandes dont les harmoniques pourraient se situer dans la bande de fréquences de réception de l'antenne installée, doivent également être prises en compte. D'autres dispositifs électriques ou électroniques peuvent émettre des signaux RF de perturbation qui se situent dans la bande de fréquences de réception de l'antenne.

5.5 Pratiques et lignes directrices normalisées relatives au choix des matériaux

L'Article 6 de la CEI 62037-1:2012 sert de guide pour la conception, le choix des matériaux et la manipulation des composants pouvant être susceptibles de générer une intermodulation passive. Il est très important de prendre en compte l'application de l'antenne, dans la mesure où il y a des différences importantes dans les niveaux d'intermodulation passive acceptables, entre les applications spatiales et les applications terrestres.

6 Considérations relatives à la mesure de l'intermodulation passive

6.1 Processus d'assurance de qualité et procédures de manipulation

L'objectif de l'Article 6 est de fournir des lignes directrices dans les domaines du contrôle de qualité, en ce qui concerne la performance des essais d'intermodulation passive des constituants d'antenne. Les procédures sont destinées à améliorer la précision et à assurer la sécurité lors des mesures d'intermodulation passive sur les constituants d'antenne. Les lignes directrices suivantes contribueront à réduire les erreurs induites dans le système d'essai.

6.2 Précision de la mesure

La précision des essais d'intermodulation passive réalisés sur les constituants d'antenne peut être fortement affectée par une multitude de sources pouvant être externes ou internes au système d'essai. Certaines des sources pouvant affecter les résultats des essais

d'intermodulation passive réalisés sur les constituants d'antenne comprennent, sans toutefois s'y limiter, les éléments suivants:

- a) les objets comprenant des pièces constituées de matériaux conducteurs, qui sont exposés aux champs électromagnétiques rayonnés par l'antenne en essai;
- b) le matériel de montage lâche, détérioré ou corrodé, fixé sur l'antenne en essai;
- c) le matériel lâche ou corrodé, exposé aux champs RF rayonnés en provenance de l'antenne en essai;
- d) les signaux à fréquences radioélectriques générés par des sources externes;
- e) les câbles d'interface coaxiaux défectueux ou fonctionnant mal;
- f) les connexions d'interface sales/contaminées/usées;
- g) les connexions d'interface mal accouplées;
- h) les connexions d'interface RF mal écrantées;
- i) l'intermodulation active mal filtrée, en provenance du montage d'essai;
- j) il convient de prendre en compte les pertes de la ligne de transmission d'entrée;
- k) les absorbeurs contaminés.

6.3 Environnement d'essai

Lorsque cela est applicable, les mesures d'intermodulation passive peuvent être réalisées à l'extérieur. Lors de la réalisation d'un essai de ce type, il est important de s'assurer que les réglementations gouvernementales relatives aux niveaux de rayonnements RF maximaux autorisés sont satisfaites. De même, l'énergie RF rayonnée de l'antenne en essai peut générer une intermodulation passive dans les structures environnantes, qui peut se coupler en retour dans l'antenne, entraînant des résultats d'essais d'intermodulation passive non valables. De plus, les sources externes de rayonnement RF peuvent interférer avec les mesures d'essai. Un relevé des fréquences utilisées localement est recommandé avant les essais. De nombreuses sources externes d'intermodulation passive peuvent être réduites ou éliminées en réalisant les essais d'intermodulation passive des antennes avec une chambre d'essai anéchoïque fournissant un environnement d'essai d'intermodulation passive basse. Des informations supplémentaires sur la construction des chambres d'essais anéchoïques adaptées aux essais d'intermodulation passive sont données en 6.8.

6.4 Sécurité

Le fait de réaliser les essais d'intermodulation passive sur les constituants d'antenne peut être dangereux. Des tensions potentiellement élevées et des niveaux potentiellement élevés d'énergie RF peuvent être présents à la fois dans l'antenne en essai et dans l'environnement d'essai. Il convient de placer l'antenne en essai de sorte que le personnel ne soit pas exposé à des champs électromagnétiques dépassant les niveaux acceptables spécifiés par les organismes publics.

6.5 Montage d'essai

6.5.1 Cordons d'essais coaxiaux

Le problème avec les montages d'essai d'intermodulation passive utilisant des interfaces de câbles coaxiaux est la nécessité de connecter/déconnecter à plusieurs reprises les connecteurs coaxiaux. Les éléments suivants sont des recommandations à suivre concernant les procédures de montages d'essai.

- a) Il convient de nettoyer soigneusement les joints toriques assurant l'étanchéité au niveau des interfaces de connecteurs, ou de préférence de les éviter, si possible. Ces joints toriques accumulent des débris de limaille métallique, qui peut devenir une source d'intermodulation passive.
- b) Vérifier les connecteurs, les surfaces de contact diélectriques et d'interface ou les brides pour détecter la présence éventuelle de contamination, en particulier des débris

métalliques, juste avant de réaliser la connexion. Vérifier également la présence éventuelle de bavures, d'éraflures, d'ébréchures et de perte de métallisation sur les surfaces de contact des connecteurs. Une installation et un couplage corrects du matériel réduiront la génération d'intermodulation passive dans les connexions d'interface.

- c) Il convient d'utiliser de l'air comprimé propre pour souffler les particules métalliques potentielles en provenance des interfaces de connecteurs après chaque cycle de connexion-déconnexion.
- d) On doit veiller très soigneusement à s'assurer que les câbles n'ont pas été soumis à des contraintes ou fatigués au point de se fissurer. Les conducteurs intérieurs et extérieurs peuvent se fissurer sous la gaine de câble isolante, et ne pas pouvoir être détectables par un examen visuel. Cela provoquera la génération de signaux d'intermodulation passive intermittents. Un moyen de soumettre cela aux essais consiste à manipuler en flexion ou taper le câble tout en réalisant un essai de référence. S'il y a des fluctuations dans le signal d'intermodulation passive, le câble peut être détérioré, et il convient de le remplacer.

6.5.2 Définition d'une bonne charge de référence d'intermodulation passive basse

Une bonne charge d'intermodulation passive basse peut être réalisée en utilisant une longue section de câble coaxial de qualité élevée terminé par un connecteur (à intermodulation passive basse) de qualité élevée. Il convient que ce connecteur soit soudé au câble coaxial, à la fois sur les conducteurs intérieurs et extérieurs. Il convient de maintenir la longueur de câble dans un dispositif, de telle sorte qu'aucune fatigue ne soit appliquée sur le connecteur ou le câble.

6.5.3 Vérification de l'intermodulation passive ambiante dans le montage d'essai et sur le site d'essai

Avant de réaliser les essais de l'antenne, effectuer une vérification de plancher de bruit du montage d'essai d'intermodulation passive ambiante. Afin de vérifier le montage d'essai lui-même, une terminaison à intermodulation passive basse peut être utilisée. Vérifier la sensibilité des câbles et des connexions à la flexion, aux contraintes mécaniques, ainsi que la configuration au cours de l'essai de référence.

Il convient également d'évaluer le site d'essai, pour garantir qu'il ne génère pas de niveaux inacceptables d'intermodulation passive, ou pour identifier toutes les sources RF de perturbations extérieures potentielles. Le site d'essai peut être une enceinte d'essai anéchoïque ou un site extérieur choisi. Si une chambre anéchoïque est utilisée, des considérations de conception particulières sont nécessaires, tel que souligné en 6.8. Au cours de la vérification du site, si possible, utiliser une antenne de référence à intermodulation passive basse ayant un diagramme de rayonnement et un gain comparables à ceux de l'antenne en essai, afin de garantir que l'environnement d'essai est exposé à des densités de flux représentatives, comme pour l'essai de l'antenne en essai.

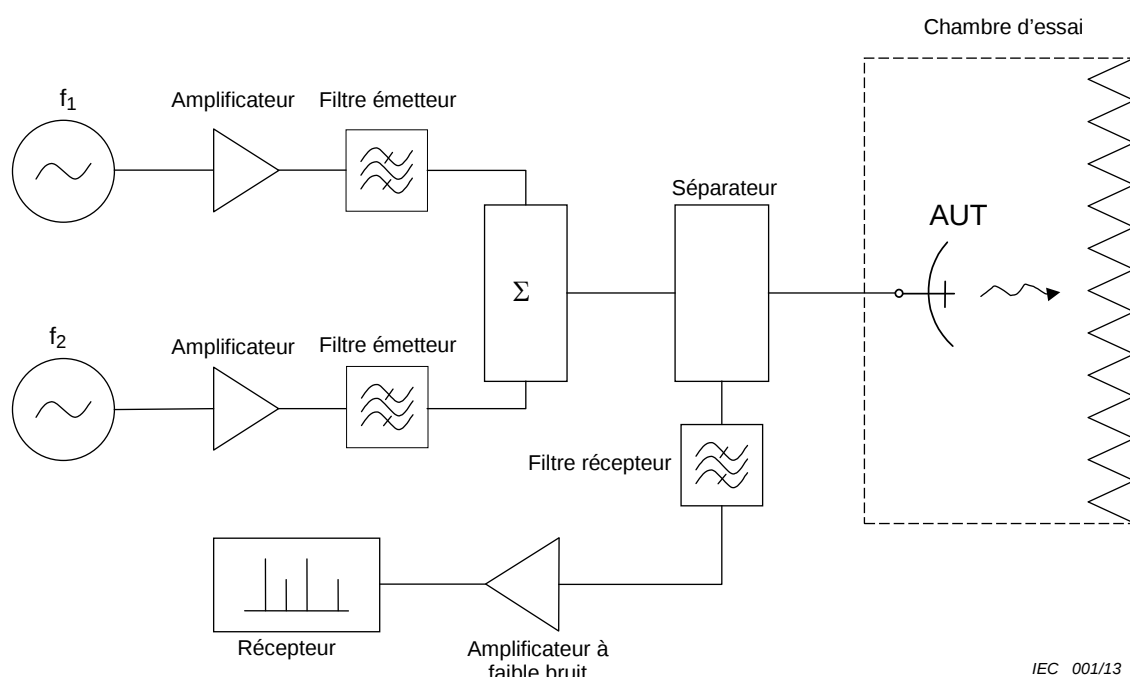
Il convient de réaliser l'essai d'intermodulation passive de l'antenne réelle à l'aide du même montage que pour l'essai de référence: réduire les mouvements des composants, ne pas ajouter de composants, réduire les modifications de l'environnement, etc. A l'issue de l'essai d'intermodulation passive de l'antenne, ou tel qu'exigé au cours de l'essai, comparer les résultats d'essais de référence aux résultats précédents de vérification du montage pour tout signe de dégradation dans le système d'essai.

6.6 Configurations d'essais d'intermodulation passive

Un montage d'essai type pour les essais d'intermodulation passive inverse (réfléchie) de l'antenne est représenté sur la Figure 1, et un montage d'essai type pour les essais d'intermodulation passive directe (émise) de l'antenne est représenté sur la Figure 2. Il convient de noter qu'il est recommandé d'examiner la plage dynamique entre les deux configurations d'essais, pour évaluer les choix appropriés à utiliser. Dans les deux cas, il convient que l'essai se déroule soit dans une chambre anéchoïque à intermodulation passive

basse bien conçue, soit à l'extérieur, ce qui permettrait un mouvement complet de l'antenne. Pour l'essai d'intermodulation passive directe (émise) de l'antenne, une antenne à intermodulation passive basse sur le côté récepteur du montage d'essai est exigée. De même, pour cet essai, l'environnement peut d'abord être vérifié en utilisant deux antennes à intermodulation passive basse.

Chaque fois que cela est possible, le séparateur (Figure 1) et le filtre (Figure 2), pour lesquels il convient qu'ils aient une intermodulation passive basse, doivent être placés aussi près que possible du port d'entrée de l'antenne en essai, pour réduire l'intermodulation passive générée par le montage d'essai. Il convient de réduire les longueurs globales des câbles ou des guides d'ondes pour fournir la puissance maximale à l'antenne en essai. De même, il convient d'éviter autant que possible les adaptateurs coaxiaux et à guides d'ondes.



IEC 001/13

Figure 1 – Montage d'essai d'intermodulation passive inverse (réfléchie) de l'antenne

Chaque montage possède deux sources synthétisées, amplifiées séparément pour éviter l'AIM (intermodulation active). L'essai à deux tonalités entraîne des produits d'intermodulation discrets, dont les niveaux doivent être mesurés. Ces produits d'intermodulation passive sont généralement d'abord amplifiés par un ou deux étages d'amplificateurs à faible bruit avant la détection par l'analyseur de spectre ou le récepteur numérique. Cela a pour objectif d'augmenter la sensibilité du montage.

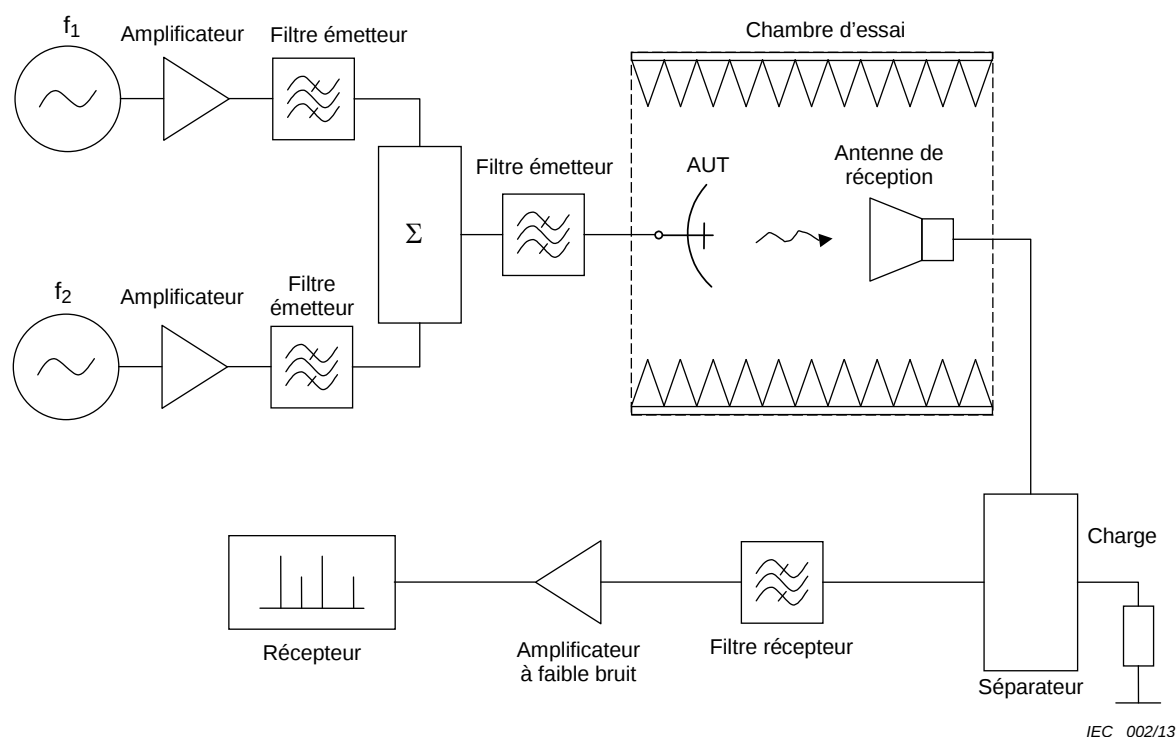


Figure 2 – Montage d'essai d'intermodulation passive directe (émise) de l'antenne

6.7 Essais environnementaux et d'intermodulation passive combinés

6.7.1 Généralités

Chaque fois que cela est possible et réalisable en pratique, il convient de mesurer l'intermodulation passive de chaque antenne en essai exposée à des conditions de fonctionnement environnementales représentatives. Si cela n'est pas possible, l'intermodulation passive de l'antenne en essai peut être mesurée avant et après l'exposition aux conditions environnementales représentatives.

6.7.2 Considérations mécaniques

Un joint mécanique lâche est susceptible de provoquer une intermodulation passive. Les matériaux se dilatent et se contractent en raison des variations de température. Différents matériaux se dilatent et se contractent à des vitesses différentes. Cette différence peut contribuer à faire varier la quantité de contraintes à induire dans tous les joints mécaniques des composants d'antenne. Les différences de dilatation et de contraction peuvent même provoquer un déplacement des pièces tel qu'il peut entraîner le desserrage d'un joint mécanique. Un joint verrouillé qui a été couplé à sa valeur spécifiée peut se desserrer au point où la force de fixation exigée n'est plus produite. L'évaluation des connexions mécaniques peut être accomplie en réalisant des essais d'intermodulation passive au cours des cycles thermiques.

Les vibrations peuvent produire des effets néfastes, semblables à ceux provenant des environnements thermiques.

Pour les applications terrestres, des cycles de températures extrêmes ne se produisent que dans des zones géographiques spécifiques, et sont plus applicables aux applications aéronautiques et spatiales. Les vibrations induites par le vent se produisent dans la plupart des applications terrestres et aéronautiques, mais jamais pour les applications spatiales. Cependant, des vibrations sont induites sur les supports d'antennes au cours des manœuvres de plates-formes. Pour les applications spatiales et aéronautiques, il est recommandé que les

essais d'intermodulation passive soient réalisés au cours des cycles thermiques, avant et après les essais de vibrations.

6.7.3 Câbles et connecteurs du système d'essai

Les câbles d'essai reliés à l'antenne en essai sont exposés aux mêmes environnements d'essai que l'antenne elle-même. Par conséquent, on doit veiller très soigneusement à choisir des câbles appropriés aux essais d'intermodulation passive dans l'environnement d'essai spécifique. Le montage d'essai complet, y compris les câbles, doit être vérifié dans les mêmes conditions d'essai que pour les essais de l'antenne en essai.

6.8 Conception de la chambre d'essai d'intermodulation passive

6.8.1 Généralités

L'objectif de 6.8 est de fournir des lignes directrices pour la construction des chambres d'essai adaptées à la performance des essais d'intermodulation passive sur les antennes.

L'évaluation de l'intermodulation passive des constituants d'antenne présente des enjeux supplémentaires non rencontrés avec d'autres composants non rayonnants. L'antenne sera reliée à une source RF et rayonnera de l'énergie RF au cours de l'essai d'intermodulation passive. Il ne doit pas être autorisé que cette énergie excite des sources d'intermodulation passive potentielles dans l'environnement d'essai. Il n'est également parfois pas pratique de réaliser ces essais dans un environnement extérieur, étant donné qu'il convient de préférence que l'énergie RF rayonnée soit contenue. Afin de réaliser avec succès les essais d'intermodulation passive sur les antennes, il peut être souhaitable de construire une chambre anéchoïque RF spécialement conçue pour les essais d'intermodulation passive.

Les principaux composants d'une chambre d'essai anéchoïque RF sont les suivants:

- a) les matériaux d'absorption RF;
- b) les structures de support et parois;
- c) l'écrantage RF.

Chacun de ces composants sera traité dans les paragraphes suivants.

6.8.2 Matériaux d'absorption RF

Les matériaux d'absorption RF sont généralement fabriqués à partir d'une mousse imprégnée de carbone. Ce matériau présente un affaiblissement par rapport aux signaux à fréquences radioélectriques lorsqu'ils le traversent. Cet affaiblissement du signal (absorption d'énergie) sert essentiellement de «charge» à l'antenne.

Il existe de nombreux modèles et de nombreuses tailles de matériaux d'absorption RF. Le choix du modèle et de la taille dépend de la fréquence de fonctionnement et de la localisation dans la chambre d'essai. Le choix approprié des matériaux d'absorption RF peut être le facteur le plus critique dans la construction d'une chambre d'essai d'intermodulation passive. Les recommandations pouvant être utiles lors du processus de sélection sont les suivantes.

- a) Choisir un matériau d'absorption avec un affaiblissement RF incident supérieur à 30 dB.
- b) Pour obtenir de bons résultats, placer des panneaux absorbants pyramidaux dans le champ du diagramme de rayonnement de l'antenne, de préférence avec une incidence perpendiculaire au faisceau. Cependant, de meilleurs résultats peuvent être obtenus lorsque l'intérieur de la chambre d'essai est complètement recouvert d'un matériau d'absorption RF.
- c) Au minimum, s'assurer qu'il y a suffisamment de panneaux pour éviter les réflexions en retour.

Pour des raisons de sécurité, choisir un matériau d'absorption contenant des matériaux ignifuges et spécifié pour la dissipation de puissance maximale anticipée exigée.

6.8.3 Structures de support et parois

La structure de support et les parois de la chambre d'essai d'intermodulation passive doivent fournir une surface intérieure adaptée pour fixer le matériau d'absorption RF. Dans certaines applications, il peut également être exigé que la structure de support et les parois facilitent le contrôle de la température, de la pression, du niveau d'humidité, ou d'autres conditions environnementales pour l'essai.

Les matériaux et les méthodes de construction varieront considérablement en fonction de l'application spécifique. Pour de nombreuses applications, le bois simple et le contreplaqué donnent de très bons résultats. Une construction en blocs de béton fournit également un excellent support, mais à un coût bien plus élevé. Certaines considérations générales à prendre en compte lors de la conception de la structure de support et des parois sont les suivantes.

- a) L'utilisation d'un écrantage métallique dans la structure extérieure améliore l'isolation de la chambre anéchoïque, et est recommandée lorsqu'il est nécessaire que l'écrantage RF soit élevé (voir 6.8.4). Cependant, il est important d'assurer que la conception ne comprenne pas de jonctions entre métaux qui ont elles-mêmes des performances d'intermodulation passive faibles. On pourrait citer par exemple un chevauchement de plaques métalliques ou l'utilisation de pièces métalliques traversant les tôles de métal exposées.
- b) Il est possible de réaliser des jonctions satisfaisantes des supports en bois en utilisant des vis. Les vis sont plus solides que les clous, et il est plus facile de contrôler leur emplacement final. Faire en sorte que les dispositifs de fixation métalliques ne puissent pas entrer en contact, même à l'intérieur de la structure.
- c) S'assurer que les dimensions réelles des panneaux absorbants soient connues avant de réaliser la conception de la structure, dans la mesure où ils n'ont généralement pas la taille exacte annoncée.
- d) Il convient que la taille de la chambre d'essai soit assez grande pour permettre à l'antenne d'essai d'être suffisamment éloignée de tout matériau d'absorption RF, afin d'éviter un couplage mutuel entre l'antenne rayonnante et le matériau d'absorption.
- e) Il convient d'évaluer la génération d'intermodulation passive potentielle dans les charnières, les dispositifs de fixation, les systèmes d'éclairage, les asperseurs d'incendie, le matériel de montage, etc.

6.8.4 Ecrantage RF

Un écrantage RF peut être exigé ou non, en fonction de l'application particulière. L'écrantage RF peut servir pour des raisons de sécurité, pour maintenir un plancher de bruit RF faible dans l'installation d'essai, ou il peut être exigé pour assurer la sécurité du personnel. Une méthode d'identification de la nécessité d'un écrantage RF est fondée sur les densités de puissance calculées. A partir de tels calculs, il peut se révéler que les niveaux RF derrière le matériau d'absorption RF sont extrêmement bas et par conséquent sûrs. Il est toujours recommandé qu'une étude RF de la zone entourant la chambre soit réalisée avant l'approbation du plan ou de la procédure d'essai final(e).

Les méthodes d'écrantage RF varient également en fonction de l'application. Une méthode donnant de bons résultats pour la plupart des applications consiste à appliquer des feuilles ou des panneaux d'aluminium minces sur la surface extérieure de la structure de la chambre d'essai. Les feuilles peuvent être fixées de façon sûre en utilisant des produits adhésifs. Le fait de placer un matériau isolant en plastique sur le bord de chaque panneau empêchera tout contact direct entre les panneaux. Un petit espacement entre les panneaux ne fera pas passer l'énergie RF, sauf à des longueurs d'ondes extrêmement petites par rapport à la taille de l'espacement. Bien que les niveaux de puissance RF puissent être extrêmement bas au

niveau de l'écrantage RF, il serait encore conseillé d'éviter les matériaux pouvant générer une intermodulation passive, par exemple les conceptions en fils maillés.

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch