

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE
COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES

BASIC EMC PUBLICATION

PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM

AMENDMENT 1

AMENDEMENT 1

**Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods –
Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Antennas and test
sites for radiated disturbance measurements**

**Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations
radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques –
Partie 1-4: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux
perturbations radioélectriques – Antennes et emplacements d'essai pour les mesures
des perturbations rayonnées**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2012 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI 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.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you 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 on-line 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 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

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 la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

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

Liens utiles:

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

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI 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.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. 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 au monde 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 les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

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.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE
COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES

BASIC EMC PUBLICATION
PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM

AMENDMENT 1
AMENDEMENT 1

**Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods –
Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Antennas and test
sites for radiated disturbance measurements**

**Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations
radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques –
Partie 1-4: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux
perturbations radioélectriques – Antennes et emplacements d'essai pour les mesures
des perturbations rayonnées**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 33.100.10; 33.100.20

ISBN 978-2-83220-150-3

**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.**

FOREWORD

This amendment has been prepared by subcommittee A: Radio-interference measurements and statistical methods, of IEC technical committee CISPR: International special committee on radio interference.

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

FDIS	Report on voting
CISPR/A/995/FDIS	CISPR/A/1005/RVD

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

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.

INTRODUCTION (to Amendment 1)

This amendment introduces the Reference Site Method (RSM). In addition to introducing new content, Clause 5 is significantly restructured. To aid the reader in navigating this amendment, the following table provides a comparison of subclauses in the existing Edition 3.0 with those in this amendment. This introduction will be removed before the subsequent edition is published.

Comparison of Clause 5 between original Edition 3.0 and Amendment 1

Original Edition 3.0		Amendment 1	
5	Test sites for the measurement of radio disturbance field strength for the frequency range of 30 MHz to 1 000 MHz	5	Test sites for the measurement of radio disturbance field strength for the frequency range of 30 MHz to 1000 MHz
5.1	General	5.1	General
5.2	OATS	5.2	OATS
5.2.1	General	5.2.1	General
5.2.2	Weather protection enclosure	5.2.2	Weather protection enclosure
5.2.3	Obstruction-free area	5.2.3	Obstruction-free area
5.2.4	Ambient radio frequency environment of a test site	5.2.4	Ambient radio frequency environment of a test site
5.2.5	Ground plane	5.2.5	Ground plane
5.2.6	OATS validation procedure		
5.3	Test site suitability for other ground-plane test sites	5.3	Suitability of other test sites
5.3.1	General	5.3.1	Other ground-plane test sites
5.3.2	Normalized site attenuation for alternative test sites	5.3.2	Test sites without ground plane (FAR)
5.3.3	Site attenuation		
5.3.4	Conducting ground plane		
5.4	Test site suitability without ground plane	5.4	Test site validation
5.4.1	Measurement considerations for free space test sites, as realized by fully absorber-lined shielded enclosures	5.4.1	General
5.4.2	Site performance	5.4.2	Overview of test site validations
5.4.3	Site validation criteria	5.4.3	Principles and values of the NSA method for OATS and SAC
		5.4.4	Reference site method for OATS and SAC
		5.4.5	Validation of an OATS by the NSA method
		5.4.6	Validation of a weather-protection-enclosed OATS or a SAC
		5.4.7	Site validation for FARs
5.5	Evaluation of set-up table and antenna tower	5.5	Evaluation of set-up table and antenna tower
5.5.1	General	5.5.1	General
5.5.2	Evaluation procedure for set-up table influences	5.5.2	Evaluation procedure for set-up table influences

2 Normative references

Remove the existing date and remove the two existing amendment references from the existing reference to CISPR/TR 16-3.

3.1.12

quasi-free space test-site

Replace the existing term by the new term “quasi free-space test site”.

3.1.15

semi-anechoic chamber

SAC

Replace the existing definition of this term by the following new definition:

shielded enclosure in which all surfaces except the metal floor are covered with material that absorbs electromagnetic energy (i.e. RF absorber) in the frequency range of interest

3.1.19

test volume

Replace, in the existing definition of this term, “the FAR” by “a FAR”.

Replace, in the existing Note of this term, “quasi-free space condition” by “quasi free-space condition”, and “the FAR” by “a FAR”.

Add, after the existing definition 3.1.21, the following new terms and definitions 3.1.22, 3.1.23, 3.1.24, 3.1.25, 3.1.26 and 3.1.27:

3.1.22

antenna factor

AF

F_a

ratio of the electric field strength of an incident plane wave to the voltage induced across a specified load (typically 50 Ω) connected to the antenna

NOTE 1 F_a is affected by the load impedance connected to the antenna radiating elements, and is frequency dependent. For a biconical antenna this impedance could be up to 200 Ω . For antennas with no balun the impedance is equal to the load impedance, typically 50 Ω .

NOTE 2 Usually, the AF is defined for the plane wave incident from the direction corresponding with the maximum gain of the antenna and at a specified point of the antenna.

NOTE 3 The AF has the physical dimension of inverse metres (m^{-1}) and measured data are normally expressed in $dB(m^{-1})$. In radiated emission measurements, if F_a is known, the strength of an incident field, E , can be estimated from a reading, V , of a measuring receiver connected to the antenna as follows:

$$E = V + F_a$$

where E is in $dB(\mu V/m)$, V is in $dB(\mu V)$ and F_a is in $dB(m^{-1})$.

3.1.23

antenna factor, free-space

$F_{a\text{ fs}}$

AF of an antenna located in a free-space environment

NOTE $F_{a\text{ fs}}$ is a measurand for uncertainty calculation for antenna calibration. For NSA measurements $F_{a\text{ fs}}$ is an input quantity for uncertainty calculation.

3.1.24**antenna pair reference site attenuation** A_{APR}

set of site attenuation measurement results for both vertical and horizontal polarizations using a pair of antennas separated by a defined distance at an ideal open-area test site, with one antenna at a specified fixed height above the ground plane, and the other antenna scanned over a specified height range in which the minimum insertion loss is recorded

NOTE 1 A_{APR} is a measurand for uncertainty calculation.

NOTE 2 A_{APR} measurements are used for comparison to corresponding site attenuation measurements of a COMTS to evaluate the performance of the COMTS.

3.1.25**antenna reference point**

midpoint of an antenna from which the distance to the EUT or second antenna is measured

NOTE The antenna reference point is either defined by the manufacturer using a marker on LPDA antennas or by the calibration laboratory.

3.1.26**ideal open-area test site**

open-area test site having a perfectly flat, perfectly conducting ground plane of infinite area, and with no reflecting objects except the ground plane

NOTE An ideal OATS is a theoretical construct that is used in the definition of the measurand A_{APR} and in the calculation of the theoretical normalized site attenuation A_N for ground plane sites.

3.1.27**reference test site****REFTS**

open-area test site with metallic ground plane and tightly specified site attenuation performance in horizontal and vertical electric field polarizations

3.2 Abbreviations

Add, before the existing abbreviation EUT of this subclause, the following new sentence:

The following are abbreviations used in this standard that are not already given in 3.1.

Add the following new abbreviation to the existing list:

RSM Reference site method

Delete, in the existing list, the entire abbreviation SAC.

4.5.3 Antenna characteristics

Replace, in item c) 2) of the list, in the paragraph after the variable list of Equation (4), the existing text "corrections or as" by "a correction with associated".

Delete the existing NOTE 3 in the existing item c) 3) of the list.

Replace, in the list of quantities below Equation (4), existing quantity " h_1 " by " h_2 " and replace existing quantity " h_2 " by " h_1 ".

Replace the existing Figure 1 by the following new figure:

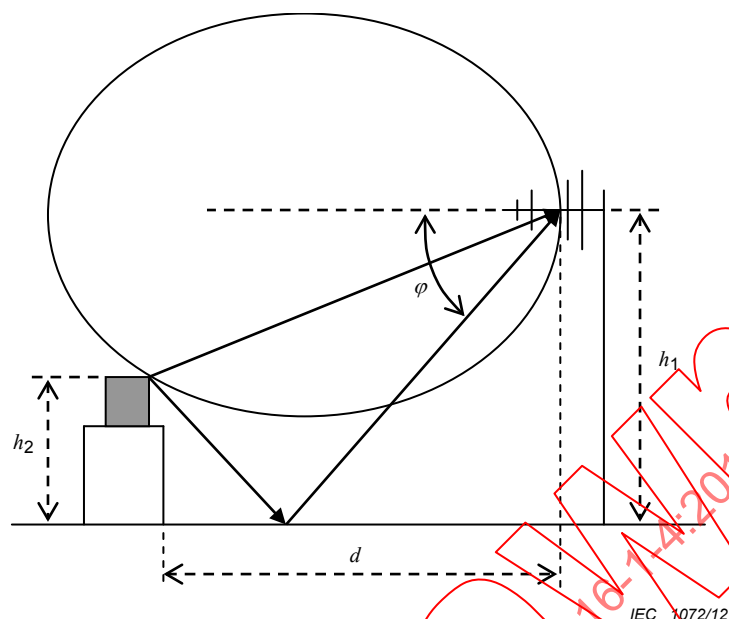


Figure 1 – Schematic of radiation from EUT reaching an LPDA antenna directly and via ground reflections on a 3 m site, showing the half beamwidth, ϕ , at the reflected ray

4.5.4.2 Balun DM/CM conversion check

Replace, in the existing Note 2, “room” by “FAR”, and “ ± 4 dB criterion” by “ ± 4 dB site validation criterion”.

Replace, in the existing Note 3, “fully-anechoic room” by “FAR”, and “NSA (normalized site attenuation)” by “site validation”.

4.5.5 Cross-polar response of antenna

Replace, in the third paragraph of this subclause, “quasi-free space conditions” by “quasi free-space conditions”, and “high-quality anechoic chamber” by “high-quality fully anechoic room”.

5.1 General

Replace the existing text of this subclause by the following new text:

An environment is required that assures valid, repeatable measurement results of disturbance field strength from an EUT. For an EUT that can only be tested at its place of use, other provisions shall be utilized (i.e. see details on in-situ measurements in CISPR 16-2-3).

5.2.1 General

Replace the existing text of this subclause by the following new text:

An OATS is an area characterized by cleared level terrain and the presence of a ground plane. To meet the validation requirements of this standard, a metallic ground plane is recommended. Such a test site shall be free of buildings, electric lines, fences, trees, etc. and free from underground cables, pipelines, etc., except as required to supply and operate the EUT. Refer to Annex D for specific construction recommendations of an OATS for disturbance field-strength measurements in the range of 30 MHz to 1 000 MHz. The site validation

procedures for an OATS are given in 5.4.4 and 5.4.5. Annex F explains the basis for the acceptability criterion.

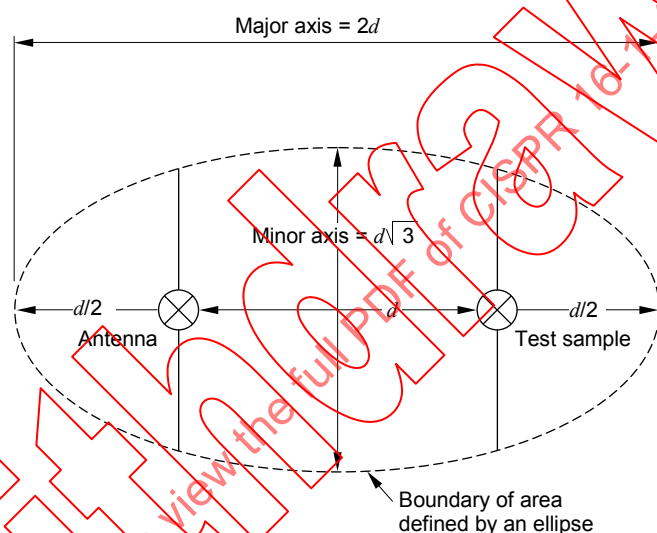
5.2.3 Obstruction-free area

Replace the third paragraph of this subclause by the following new paragraph:

For this ellipse, the length of the path taken by the undesired indirect ray reflected from any object on the perimeter is twice the length of the path taken by the direct ray between the foci. If a large EUT is installed on the turntable, the obstruction-free area shall be expanded so that the obstruction clearance distances exist from the perimeter of the EUT.

Replace, in the last sentence of the fourth paragraph of this subclause, the existing words “separation distance” by “measurement distance”.

Replace the existing Figure 2 by the following new figure:



IEC 1073/12

Figure 2 – Obstruction-free area of a test site with a turntable (see 5.2.3)

Replace the existing Figure 3 by the following new figure:

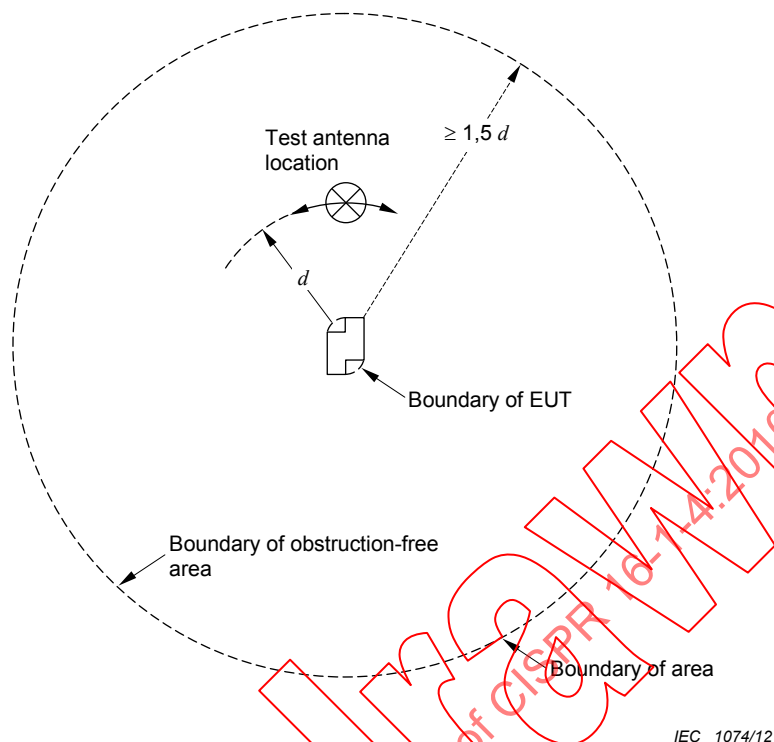


Figure 3 – Obstruction-free area with stationary EUT (see 5.2.3)

5.2.4 Ambient radio frequency environment of a test site

Replace the first paragraph of this subclause before the list by the following new paragraph:

The ambient radio frequency levels at an OATS shall be sufficiently low compared to the levels of measurements to be performed. The quality of the site in this regard may be evaluated under four categories, listed below in order of merit:

Replace the existing note of this subclause by the following new note:

NOTE A measured ambient level of 20 dB or more below the emission limit is considered optimum.

5.2.5 Ground plane

Replace the existing text in this subclause by the following new text:

The OATS ground plane can be at earth level or elevated on a suitably sized platform or horizontal rooftop site. A metal ground plane is preferred, but for certain equipment and applications, product publications may recommend other site types. Adequacy of the metal ground plane will be dependent on whether the test site meets the site validation requirements of 5.4. If metallic material is not used, caution is required to select a site that does not change its reflective characteristics with time, weather conditions, or effects due to buried metallic material such as pipes, conduits, and non-homogeneous soil. Such sites generally give different SA characteristics compared to those with metallic surfaces.

5.2.6 OATS validation procedure

Delete this existing subclause, as well as the existing subclauses 5.2.6.1 to 5.2.6.4.

5.3 Test site suitability for other ground-plane test sites

Replace the existing title of this subclause by the following new title:

5.3 Suitability of other test sites

5.3.1 General

Replace the existing title of this subclause by the following new title:

5.3.1 Other ground-plane test sites

Replace the existing text of this subclause by the following new text and new note:

There are many different test sites and facilities that have been constructed and used to make radiated emission measurements. Most are protected from the weather and the adverse effects of the radio frequency ambient. In a SAC, all walls and the ceiling are equipped with appropriate absorbing material. The floor consists of a metallic ground plane to emulate an OATS. A SAC isolates the receiving antenna from the RF ambient environment, and permits EUT testing independent of weather conditions.

Whenever construction material encloses a ground-plane test site, it is possible that the results of a validation measurement at a single location, as specified in 5.4.5, are not adequate to show acceptability of such an alternative site.

To evaluate suitability of an alternative ground-plane test site, the procedure of 5.4.6 shall be used, which is based on making multiple validation measurements throughout a volume occupied by the EUT. These validation measurement results shall all be within a tolerance of ± 4 dB for a site to be judged suitable as an equivalent to an OATS.

NOTE SACs typically meet the site quality categories listed in 5.2.4.

5.3.2 Normalized site attenuation for alternative test sites

Replace the existing title of this subclause by the following new title:

5.3.2 Test sites without ground plane (FAR)

Replace the existing text of this subclause by the following new text and new note:

A fully-absorber-lined shielded enclosure, also known as a fully-anechoic room (FAR), can be used for radiated emission measurements. When a FAR site is used, appropriate radiated emission limits shall be defined in relevant standards (generic, product or product family standards). Compliance of an EUT with the requirements for the protection of radio-services (limits) shall be evaluated at FAR sites using similar methods as for tests done at an OATS.

A FAR is intended to simulate a free-space environment such that only the direct ray from the transmitting antenna or EUT reaches the receiving antenna. All indirect and reflected waves shall be minimized by appropriate placement of absorbing material on all walls, ceiling and floor of a FAR. Like a SAC, a FAR isolates the receiving antenna from the RF ambient environment, and permits EUT testing independent of weather conditions.

NOTE FARs typically meet the site quality categories listed in 5.2.4.

5.3.3 Site attenuation

Delete this existing subclause and its title.

5.3.4 Conducting ground plane

Delete this existing subclause and its title.

5.4 Test site suitability without ground plane

Replace the existing title of this subclause by the following new title:

5.4 Test site validation

5.4.1 Measurement considerations for free space test sites, as realized by fully-absorber-lined shielded enclosures

Replace the existing title of this subclause by the following new title:

5.4.1 General

Replace the existing text of this subclause by the following new text and the following new Table 7:

Three methods for site validation are defined in this standard:

- NSA method with tuned dipoles;
- NSA method with broadband antennas;
- Reference site method (RSM) with broadband antennas.

Validations for test sites with a ground plane (i.e. OATS and SAC) are introduced in 5.4.2 and 5.4.3, followed by detailed procedures for the RSM in 5.4.4 and for the NSA method in 5.4.5. Validation of a SAC and a weather-protection enclosed OATS requires additional measurements as described in 5.4.6.

Table 7 summarizes the site validation methods applicable for these specific test site types. As shown in this table, two or three site validation methods are described for each of these test site types. These methods are deemed to be equivalent for the purposes of this standard; meaning compliance with the validation criterion can be evaluated using only one method. Furthermore, no one of these documented methods is defined as the reference method.

Table 7 – Site validation methods applicable for OATS, OATS-based, SAC and FAR site types

Test site type	Applicability of site validation methods		
	Tuned dipoles NSA	Broadband antennas NSA	Broadband antennas RSM
OATS	Yes	Yes	Yes
OATS with weather protection	No	Yes	Yes
SAC	No	Yes	Yes
FAR	No	Yes	Yes

5.4.2 Site performance

Replace the existing title of this subclause by the following new title:

5.4.2 Overview of test site validations

Replace the existing text of this subclause, including Subclauses 5.4.2.1 to 5.4.2.3.4, by the following new text:

The validation of a test site is performed using two co-polarized antennas. The validation shall be performed separately for both horizontal and vertical polarizations.

SA is obtained from the difference of:

- the source voltage level, V_i , applied to a transmitting antenna;
- the maximum received voltage level, V_R , measured on the terminals of a receiving antenna during a specified antenna height scan.

The voltage measurements are performed in a 50 Ω system.

The measured SA of an OATS (as in 5.2) and other ground-plane test sites (as in 5.3.1) is compared to the SA characteristics obtained at an ideal OATS – this is the definition of the measurand for test site validations. The result of this comparison is the SA deviation, ΔA_S , in dB; see Equations (26) and (27). The site is considered suitable when the SA deviation results are within a tolerance of ± 4 dB.

If the ± 4 dB tolerance is exceeded, the test site configuration shall be investigated as described in 5.4.5.3.

NOTE The basis for the 4 dB site acceptability criterion is given in Annex F.

Additionally, SA deviations shall not be used to correct field-strength measurement data for an EUT. The procedures of 5.4 shall be used only for test site validations.

5.4.3 Site validation criteria

Replace the existing title of this subclause by the following new title:

5.4.3 Principles and values of the NSA method for OATS and SAC

Replace the existing text of this subclause by the following new text, the following new Tables 8, 9, 10 and 11, and the following new Figures 29 and 30:

NSA values calculated at specific frequencies are provided in Tables 8 and 9 for tuned dipole antennas, and Table 10 for broadband antennas. The quantities d , h_1 , h_2 , f_M and A_N , which are used in these tables, are identified at the end of Table 8.

NOTE 1 NSA values for frequencies other than shown in the Tables 8, 9, and 10 can be obtained using linear interpolation between the tabulated values.

NOTE 2 The spacing d between the log-periodic dipole array antenna pairs is measured from the projection on the ground plane of the mid-point of the longitudinal axis of each antenna.

NOTE 3 The spacing d between biconical antennas, is measured from the element centre-line axes at the feedpoint.

For measurements in each polarization, the NSA method requires two different measurements of the received voltage, V_R ; Figures 29 and 30 illustrate the set-ups for these measurements.

Table 8 – Theoretical normalized site attenuation, A_N – recommended geometries for tuned half-wave dipoles, with horizontal polarization

Polarization	Horizontal	Horizontal	Horizontal	Horizontal
d	3 m ^a	10 m	30 m	30 m
h_1	2 m	2 m	2 m	2 m
h_2	1 m to 4 m	1 m to 4 m	1 m to 4 m	2 m to 6 m
f_M MHz	A_N dB(m ²)			
30	11,0	24,1	41,7	38,4
35	8,8	21,6	39,1	35,8
40	7,0	19,4	36,8	33,5
45	5,5	17,5	34,7	31,5
50	4,2	15,9	32,9	29,7
60	2,2	13,1	29,8	26,7
70	0,6	10,9	27,2	24,1
80	-0,7	9,2	24,9	21,9
90	-1,8	7,8	23,0	20,1
100	-2,8	6,7	21,2	18,4
120	-4,4	5,0	18,2	15,7
140	-5,8	3,5	15,8	13,6
160	-6,7	2,3	13,8	11,9
180	-7,2	1,2	12,0	10,6
200	-8,4	0,3	10,6	9,7
250	-10,6	1,7	7,8	7,7
300	-12,3	-3,3	6,1	6,1
400	-14,9	-5,8	3,5	3,5
500	-16,7	-7,6	1,6	1,6
600	-18,3	-9,3	0	0
700	-19,7	-10,6	-1,4	-1,3
800	-20,8	-11,8	-2,5	-2,4
900	-21,8	-12,9	-3,5	-3,5
1 000	-22,7	-13,8	-4,5	-4,4
d	is the horizontal separation between the projection of the transmit and receive antennas on the ground plane;			
h_1	is the height of the centre of the transmit antenna above the ground plane;			
h_2	is the range of heights of the centre of the receive antenna above the ground plane, in m. The maximum received signal in this height scan range is used for NSA results;			
f_M	is the frequency;			
A_N	is the NSA			
^a	The mutual impedance correction factors (see Table 11) for horizontally polarized tuned half-wave dipoles spaced 3 m apart should be used in Equation (26).			

Table 9 – Theoretical normalized site attenuation, A_N – recommended geometries for tuned half-wave dipoles, vertical polarization

f_M MHz	$d = 3 \text{ m}^a$ $h_1 = 2,75 \text{ m}$		$d = 10 \text{ m}$ $h_1 = 2,75 \text{ m}$		$d = 30 \text{ m}$ $h_1 = 2,75 \text{ m}$	
	h_2 m	A_N dB(m ²)	h_2 m	A_N dB(m ²)	h_2 m	A_N dB(m ²)
30	2,75 to 4	12,4	2,75 to 4	18,8	2,75 to 6	26,3
35	2,39 to 4	11,3	2,39 to 4	17,4	2,39 to 6	24,9
40	2,13 to 4	10,4	2,13 to 4	16,2	2,13 to 6	23,8
45	1,92 to 4	9,5	1,92 to 4	15,1	2 to 6	22,8
50	1,75 to 4	8,4	1,75 to 4	14,2	2 to 6	21,9
60	1,50 to 4	6,3	1,50 to 4	12,6	2 to 6	20,4
70	1,32 to 4	4,4	1,32 to 4	11,3	2 to 6	19,1
80	1,19 to 4	2,8	1,19 to 4	10,2	2 to 6	18,0
90	1,08 to 4	1,5	1,08 to 4	9,2	2 to 6	17,1
100	1 to 4	0,6	1 to 4	8,4	2 to 6	16,3
120	1 to 4	–0,7	1 to 4	7,5	2 to 6	15,0
140	1 to 4	–1,5	1 to 4	5,5	2 to 6	14,1
160	1 to 4	–3,1	1 to 4	3,9	2 to 6	13,3
180	1 to 4	–4,5	1 to 4	2,7	2 to 6	12,8
200	1 to 4	–5,4	1 to 4	1,6	2 to 6	12,5
250	1 to 4	–7,0	1 to 4	–0,6	2 to 6	8,6
300	1 to 4	–8,9	1 to 4	–2,3	2 to 6	6,5
400	1 to 4	–11,4	1 to 4	–4,9	2 to 6	3,8
500	1 to 4	–13,4	1 to 4	–6,9	2 to 6	1,8
600	1 to 4	–14,9	1 to 4	–8,4	2 to 6	0,2
700	1 to 4	–16,3	1 to 4	–9,7	2 to 6	–1,0
800	1 to 4	–17,4	1 to 4	–10,9	2 to 6	–2,4
900	1 to 4	–18,5	1 to 4	–12,0	2 to 6	–3,3
1 000	1 to 4	–19,4	1 to 4	–13,0	2 to 6	–4,2

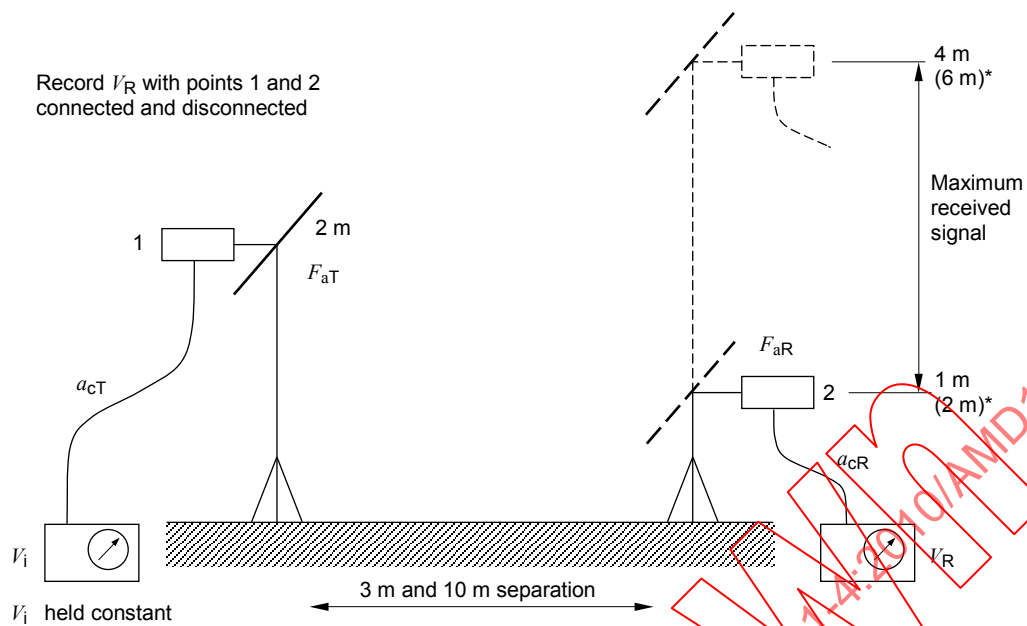
^a The mutual impedance correction factors (see Table 11) for vertically polarized tuned half-wave dipoles spaced 3 m apart should be used in Equation (26).

Table 10 – Theoretical normalized site attenuation^a, A_N – recommended geometries for broadband antennas

Polarization		Horizontal						Vertical					
d	m	3	3	10	10	30	30	3	3	10	10	30	30
h_1	m	1	2	1	2	1	2	1	1,5	1	1,5	1	1,5
$h_{2,min}$	m	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$h_{2,max}$	m	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
f_M		A_N											
MHz		dB(m ²)											
30		15,8	11,0	29,8	24,1	47,8	41,7	8,2	9,3	16,7	16,9	26,0	26,0
35		13,4	8,8	27,1	21,6	45,1	39,1	6,9	8,0	15,4	15,6	24,7	24,7
40		11,3	7,0	24,9	19,4	42,8	36,8	5,8	7,0	14,2	14,4	23,5	23,5
45		9,4	5,5	22,9	17,5	40,8	34,7	4,9	6,1	13,2	13,4	22,5	22,5
50		7,8	4,2	21,1	15,9	38,9	32,9	4,0	5,4	12,3	12,5	21,6	21,6
60		5,0	2,2	18,0	13,1	35,8	29,8	2,6	4,1	10,7	11,0	20	20
70		2,8	0,6	15,5	10,9	33,1	27,2	1,5	3,2	9,4	9,7	18,7	18,7
80		0,9	-0,7	13,3	9,2	30,8	24,9	0,6	2,6	8,3	8,6	17,5	17,5
90		-0,7	-1,8	11,4	7,8	28,8	23,0	-0,1	2,1	7,3	7,6	16,5	16,5
100		-2,0	-2,8	9,7	6,7	27	21,2	-0,7	1,9	6,4	6,8	15,6	15,6
120		-4,2	-4,4	7,0	5,0	23,9	18,2	-1,5	1,3	4,9	5,4	14,0	14,0
140		-6,0	-5,8	4,8	3,5	21,2	16,8	-1,8	-1,5	3,7	4,3	12,7	12,7
160		-7,4	-6,7	3,1	2,3	19	13,8	-1,7	-3,7	2,6	3,4	11,5	11,6
180		-8,6	-7,2	1,7	1,2	17	12,0	-1,3	-5,3	1,8	2,7	10,5	10,6
200		-9,6	-8,4	0,6	0,3	15,3	10,6	-3,6	-6,7	1,0	2,1	9,6	9,7
250		-11,7	-10,6	-1,6	-1,7	11,6	7,8	-7,7	-9,1	-0,5	0,3	7,7	7,9
300		-12,8	-12,3	-3,3	-3,3	8,8	6,1	-10,5	-10,9	-1,5	-1,9	6,2	6,5
400		-14,8	-14,9	-5,9	-5,8	4,6	3,5	-14,0	-12,6	-4,1	-5,0	3,9	4,3
500		-17,3	-16,7	-7,9	-7,6	1,8	1,6	-16,4	-15,1	-6,7	-7,2	2,1	2,8
600		-19,1	-18,3	-9,5	-9,3	0,0	0,0	-16,3	-16,9	-8,7	-9,0	0,8	1,8
700		-20,6	-19,7	-10,8	-10,6	-1,3	-1,4	-18,4	-18,4	-10,2	-10,4	-0,3	-0,9
800		-21,3	-20,8	-12,0	-11,8	-2,5	-2,5	-20,0	-19,3	-11,5	-11,6	-1,1	-2,3
900		-22,5	-21,8	-12,8	-12,9	-3,5	-3,5	-21,3	-20,4	-12,6	-12,7	-1,7	-3,4
1 000		-23,5	-22,7	-13,8	-13,8	-4,4	-4,5	-22,4	-21,4	-13,6	-13,6	-3,5	-4,3

^a These data apply to antennas that have at least 25 cm of ground plane clearance when the centre of the antennas is 1 m above the ground plane in vertical polarization.

Other values are found via linear interpolation.



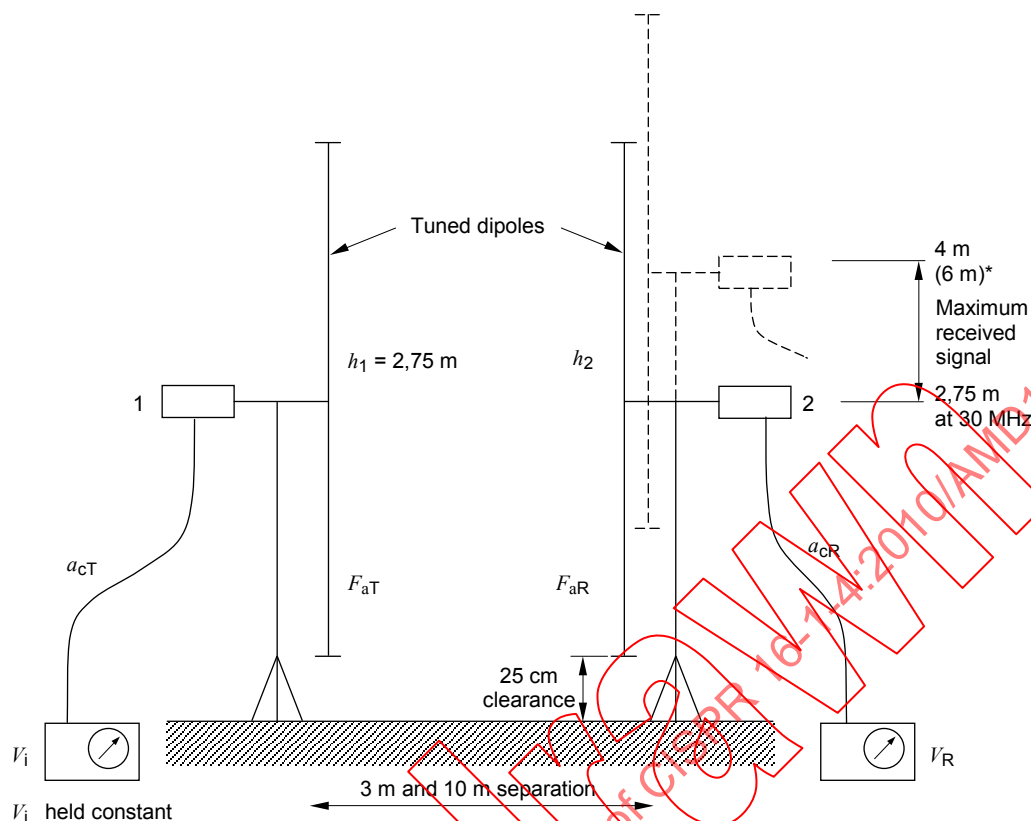
* For 30 m separation distance

IEC 1075/12

Key

a_{cR}	receive antenna cable loss
a_{cT}	transmit antenna cable loss
F_{aR}	receive antenna factor
F_{aT}	transmit antenna factor
V_i	source voltage
V_R	received voltage

Figure 29 – Configuration of equipment for measuring site attenuation in horizontal polarization



$h_1 = h_2 = 1$ m (min.) for broadband antennas

* For 30 m separation distance

IEC 1076/12

Key

a_{cR}	receive antenna cable loss
a_{cT}	transmit antenna cable loss
F_{aR}	receive antenna factor
F_{aT}	transmit antenna factor
h_1, h_2	see Table 9
V_i	source voltage
V_R	received voltage

Figure 30 – Configuration of equipment for measuring site attenuation in vertical polarization using tuned dipoles

The first reading of V_R (V_{DIRECT}) is taken with the two coaxial cables disconnected from the two antennas and connected to each other via an adapter. The second reading of V_R (V_{SITE}) is taken with the coaxial cables reconnected to their respective antennas, and the maximum signal is measured when the receive antenna is scanned in height (1 m to 4 m, for 3 m and 10 m separation distances; either 1 m to 4 m, or 2 m to 6 m, for 30 m separation distances). For both measurements, the signal source voltage, V_i , is kept constant. The measured results, along with NSA (A_N), are used in Equation (26) to obtain the SA deviation results. All terms are in dB.

$$\Delta A_s = V_{\text{DIRECT}} - V_{\text{SITE}} - F_{\text{aT}} - F_{\text{aR}} - A_N - \Delta A_{\text{TOT}} \quad (26)$$

where

- ΔA_s is the SA deviation;
- F_{aT} is the transmit antenna factor;
- F_{aR} is the receive antenna factor;
- A_N is the NSA, according to Tables 8, 9 and 10, as appropriate;
- ΔA_{TOT} is the mutual impedance correction factor.

F_{aT} and F_{aR} shall be calibrated as free-space antenna factors; see 5.4.5.4.

Note that the first two terms represent the actual measurement of SA, i.e. in the classical view SA is equal to $V_{\text{DIRECT}} - V_{\text{SITE}}$, which is the insertion loss of the propagation path with the inclusion of the properties of the two antennas used.

Theoretical values for the mutual impedance correction factor, ΔA_{TOT} , for tuned half-wave dipoles are given in Table 11 for the recommended site geometry of 3 m separation, horizontal and vertical polarization. For other set-up geometries, e.g. 10 m or 30 m, or if broadband antennas are used, correction for mutual impedance is not required.

Table 11 – Mutual impedance correction factors for NSA test using resonant tunable dipoles spaced 3 m apart

f_M MHz	ΔA_{TOT} – Total correction factor dB	
	Horizontal polarization $d = 3 \text{ m}$ $h_1 = 2 \text{ m}$ $h_2 = 1 \text{ m to } 4 \text{ m}$	Vertical polarization $d = 3 \text{ m}$ $h_1 = 2,75 \text{ m}$ $h_2 = (\text{see Table 8})$
30	3,1	2,9
35	4,0	2,6
40	4,1	2,1
45	3,3	1,6
50	2,8	1,5
60	1,0	2,0
70	–0,4	1,5
80	–1,0	0,9
90	–1,0	0,7
100	–1,2	0,1
120	–0,4	–0,2
125	–0,2	–0,2
140	–0,1	0,2
150	–0,9	0,4
160	–1,5	0,5
175	–1,8	–0,2
180	–1,0	–0,4

NOTE 1 The values for the resonant dipoles were calculated using the method of moments and the numerical electromagnetic code (NEC) or the MININEC computer system [3], [4], [9].

NOTE 2 These correction factors do not completely describe antenna factors measured above a ground plane, e.g. at heights of 3 m or 4 m, because these antenna factors differ from free-space antenna factors at the lower frequencies. However, the values are sufficient to indicate site anomalies.

NOTE 3 Users are cautioned that some half-wavelength dipoles, or antennas with non-typical baluns, may exhibit different characteristics than the antenna described in 5.4.5.4.

For the respective method used, the validation criterion shall be satisfied at:

- the frequencies given in Table 8 if tuned dipoles are used;
- all frequencies in the desired frequency range, if broadband antennas are used (swept frequency NSA method – see 5.4.5.2).

To confirm the absence of voltage drift due to temperature changes in measurement devices or cables, re-measure V_{DIRECT} after a suitable time period to confirm stability of results.

Table 10 lists NSA values for broadband antennas, such as biconical and log-periodic dipole arrays, for both horizontal and vertical orientation relative to the ground plane. Table 8 lists NSA values for tuned half-wave dipoles oriented horizontally relative to the ground plane. Table 9 lists NSA values for tuned half-wave dipoles oriented vertically relative to the ground plane. Note that Table 9 has restrictions for the scan height h_2 , to address that the lowest tip of the receive dipole is kept 25 cm or more from the ground plane.

NOTE 4 The reason Tables 8, 9, and 10 differ is that different geometrical parameters are chosen for a broadband antenna and a tuned half-wave dipole, due primarily to the spatial restrictions needed for the latter.

Accurate antenna factors are necessary in measuring NSA. Linearly polarized antennas are required. A manufacturer's antenna factors may account for losses due to the balun among other features. If a separate balun or any integrally associated cables are used, their effects shall be accounted for. The formula to use for tuned half-wave dipoles is given in 5.4.5.4.

If ΔA_S is greater than ± 4 dB, the following items shall be re-checked:

- a) measurement procedure;
- b) accuracy of antenna factors;
- c) drift in signal source or accuracy of receiver or spectrum analyzer input attenuator, and
- d) readings from the measurement devices.

If no errors are found for the parameters in a), b), c) and d), then the site shall be considered to be at fault, and detailed investigation of possible causes of site variability shall be made. Annex F describes the errors that can occur in NSA measurements.

Note that because vertical polarization is generally a more stringent measurement condition, site anomalies would typically be investigated using this more sensitive metric rather than horizontal polarization NSA results. Key items to investigate include:

- 1) size and construction inadequacy of the ground plane;
- 2) objects at the perimeter of the site that may cause undesired reflections;
- 3) reflections from all-weather cover;
- 4) discontinuity in the ground plane at the turntable circumference, for configurations where the turntable surface is conductive and at the same height as the site ground plane;
- 5) thickness of any dielectric ground plane covers; and
- 6) openings in the ground plane, e.g. for stairways to underground control rooms.

Add, at the end of this subclause, the following new Subclauses 5.4.4 to 5.4.7.4:

5.4.4 Reference site method for OATS and SAC

5.4.4.1 General

The RSM is another method for validating the suitability of a test site, using broadband antennas. As with the NSA method, the evaluation of V_{DIRECT} and V_{SITE} is required. These

results are obtained using exactly the same geometry and polarization as specified for the NSA method. For a weather-protection-enclosed OATS or a SAC, the configurations are:

- 3 m or 10 m test distance;

NOTE 1 Although RSM may be applied to 30 m sites, it is impractical due to the limited number of appropriate reference sites.

- 1 m and 2 m transmit antenna heights for horizontal polarization, and 1 m and 1,5 m for vertical polarization;
- 1 m to 4 m receive antenna height scan range.

The main difference between the RSM and NSA methods is in the calculation of SA deviations, using the equation:

$$\Delta A_s = V_{\text{DIRECT}} - V_{\text{SITE}} - A_{\text{APR}} \quad (27)$$

Rather than using transmit and receive antenna factors and the calculated NSA (A_N) values, measured results for the antenna-pair reference SA (A_{APR}) are used.

NOTE 2 A_{APR} does not involve antenna factors, but comprises coupling between the antennas, including the effects of coupling of each antenna to the ground. Furthermore, the radiation patterns of the antennas are included, different from the NSA method where the radiation patterns are approximated as being those of Hertzian dipoles.

For a weather-protection enclosed OATS and a SAC, four data sets are required, i.e. two antenna heights with two polarizations. For each additional distance, polarization and antenna height, a different A_{APR} is needed, as shown in the example template of Table 12.

Table 12 – Example template for A_{APR} data sets

Frequency MHz	Antenna pair reference site attenuation, A_{APR} dB			
	Horizontal		Vertical	
	$h_1 = 1 \text{ m}$	$h_1 = 2 \text{ m}$	$h_1 = 1 \text{ m}$	$h_1 = 1,5 \text{ m}$
30	...	...	...	...
31	...	...	...	...
32	...	...	...	...
...	...	...	...	...

When using a network analyzer or a stepped-frequency receiver to perform an RSM measurement, the frequency steps of Table 13 shall be used.

NOTE 3 RSM is a swept frequency method. Table 13 defines the maximum step size.

NOTE 4 When using a continuously-tuned receiver or a spectrum analyzer for an RSM measurement, the frequency step size definition of Table 13 does not apply.

Table 13 – RSM frequency steps

Frequency range MHz	Maximum frequency step size MHz
30 to 100	1
100 to 500	5
500 to 1 000	10

Frequencies for the RSM measurement shall be identical to the frequencies of the antenna-pair reference SA calibration.

The ΔA_S criterion, see Equation (27), shall be satisfied at the frequencies given in Table 13.

5.4.4.2 Antennas not permitted for RSM measurements

For the purposes of this standard, hybrid antennas shall not be used for RSM site validation measurements.

NOTE 1 When specific SAC sites are validated using biconical and hybrid antennas, a large deviation in the results has been observed. The main reason for deviations is the different distance between the phase centres of the antennas, e.g. 10 m for biconical antennas and approximately 11,2 m for typical hybrid antennas. To avoid such reproducibility issues, hybrid antennas should not be used.

NOTE 2 Hybrid antennas typically are not used for site validation because of the larger uncertainties in positioning of these typically larger and bulkier antennas, especially for a 3 m test site where the overall combined length of the two hybrid antennas may be nearly 3 m.

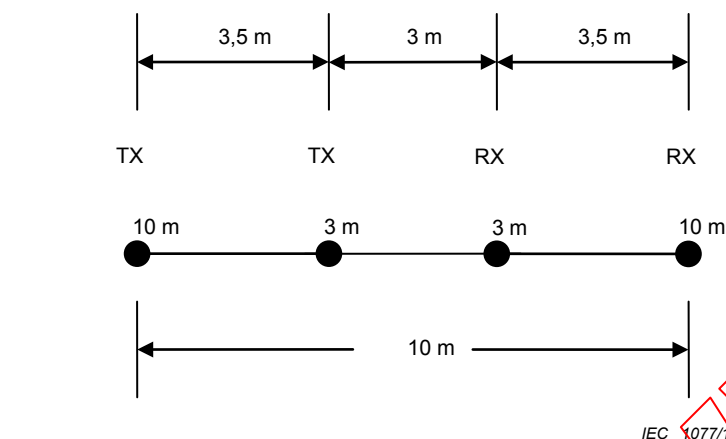
NOTE 3 Better performance for a SAC is typically obtained with standard antennas (biconical or LPDA) for a lower ΔA_S ; adjustment of SAC design parameters to achieve site validation compliance using hybrid antennas is strongly discouraged. In order to purchase a SAC with better performance than the standard requires, the manufacturer should be asked to fulfil e.g. $\Delta A_S = 3,5$ dB.

5.4.4.3 Determination of the antenna pair reference site attenuation on a REFTS

One approach to measuring A_{APR} is to use a reference test site (REFTS), which has performance established according to procedures described in CISPR 16-1-5. A second approach is given in 5.4.4.4.

For a test distance of 10 m, identical positions on the REFTS shall be used to determine A_{APR} as were used for the REFTS validation according to CISPR 16-1-5 procedures.

For a test distance of 3 m, measurements shall be made on the axis drawn between transmit and receive position as were used for the REFTS validation according to CISPR 16-1-5 procedures (see Figure 31).

**Key**

TX = transmit antenna
RX = receive antenna

Figure 31 – Test point locations for 3 m test distance

The following procedure shall be used to determine A_{APR} :

- determine V_{DIRECT} ;
- place the transmit antenna in horizontal polarization at a height of 1 m;
- place the receive antenna in the same polarization at a distance d ;
- determine V_{SITE} during the 1 m to 4 m height scan of the receive antenna;
- calculate A_{APR} as follows:

$$A_{APR} = V_{DIRECT} - V_{SITE} \quad (28)$$

- repeat steps b) to e) for transmit antenna height of 2 m with horizontal polarization, and then for transmit heights of 1 m and 1,5 m with vertical polarization.

5.4.4.4 Determination of the antenna pair reference site attenuation using an averaging technique on a large OATS

Another method to determine A_{APR} is by measurements on a large OATS (see the following paragraphs in this subclause for the criteria to be large). Deviations of the SA from the ideal behavior are caused by the limited area and flatness of the ground plane, and reflections from objects in the near vicinity such as buildings and trees. Also reflections from the edges of the ground plane can cause a sinusoidal ripple in the measured SA, predominantly for vertical polarization measurements. By varying the location of the antenna pair on the ground plane, the magnitude and the phase of the ripple will also change.

To minimize these effects, the SA is measured at several antenna pair positions, and an average value is calculated. This average value will converge to the SA of an ideal site.

NOTE 1 A similar technique is given in reference [28].

The OATS shall meet the following requirements:

- minimum ground plane size of 30 m by 20 m;
- deviation from flatness less than ± 10 mm;

- without protective layer (dielectric) on the metal ground plane.

The following procedure shall be used to determine A_{APR} :

- Identify paired test points on the OATS, according to the scheme shown in Figure 32. All nine points for each antenna shall be located on the ground plane. If a weather-protection cover is present on the OATS, the minimum distance between any test point and any part of the cover shall be greater than 3 m. Measurement locations inside the cover are prohibited.

NOTE 2 It is recommended that the local grid (coordinate system) be placed at some non-zero angle relative to the (straight) edges of the ground plane, likewise at some non-zero angle relative to welded seams. An example of such a layout is given in Figure 33.

Under the following conditions, the use of less than nine test positions (18 points) shall be allowed.

- where compliance was shown in the past:

If compliance with the standard deviation $s \leq 0,3$ dB criterion [see Equation (30)] was shown for at least one pair of antennas for each frequency sub-range within the past 24 months, the following minimum numbers of antenna-pair test positions shall be allowed:

- one position (centre) for biconical antennas, in horizontal polarization;
- three positions (centre, plus two other positions) for biconical antennas, in vertical polarization;
- one position (centre) for log periodic antennas, in both polarizations.

- where compliance can be shown with fewer points:

- if the compliance criterion is met with fewer than nine points it is permissible to use that number of points.

NOTE 3 For determining the most accurate A_{APR} , the use of all nine antenna-pair positions is recommended.

- Number the selected test positions from 1 to N (N less than or equal to nine).
- Place the antennas at position 1.
- Measure $A_{APR,1}$ for all required heights and polarizations at all frequencies listed in Table 13.
- Repeat step d) for all other positions.
- Calculate the average of the measured $A_{APR,i}$ expressed in dB:

$$A_{APR} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N A_{APR,i} \quad (29)$$

- Calculate the standard deviation of the A_{APR} in dB:

$$s(A_{APR}) = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (A_{APR,i} - A_{APR})^2} \quad (30)$$

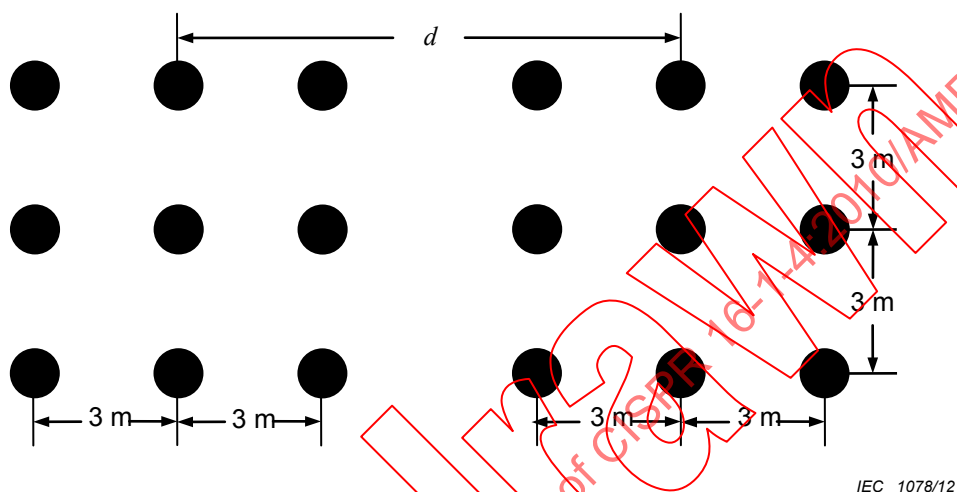
The calibrated A_{APR} values shall be deemed acceptable to use for subsequent COMTS validation if $s \leq 0,6$ dB at all measured frequencies.

If $N \geq 2$, Equation (30) shall be used to calculate the accuracy of $s(A_{APR})$ needed for an uncertainty calculation. If $N = 1$, $s = 0,6$ dB shall be assumed.

Special care shall be taken that no common offset (systematic effect) in the data for all selected positions is introduced. Such an effect could be due to influence of the antenna mast. For some antenna masts, a significant coupling between the metallic cover of the motor

box and the antenna can occur. The magnitude of this influence shall be investigated by changing the distance between the antenna and the motor cover d_{Ant} (see Figure 34), and repeating A_{APR} measurements with these new configurations. This influence shall be included in the uncertainty calculation.

Another cause for a common offset can be reflections from the antenna cable. To minimize this influence, the cable shall be extended horizontally for at least 2 m behind the antenna before routing down to the ground. Clamp-on ferrites shall be used on the cables to reduce surface currents. This influence factor shall be included in the uncertainty calculation as well.



d is the distance between the projections of the two antenna reference points

Figure 32 – Paired test point locations for all test distances

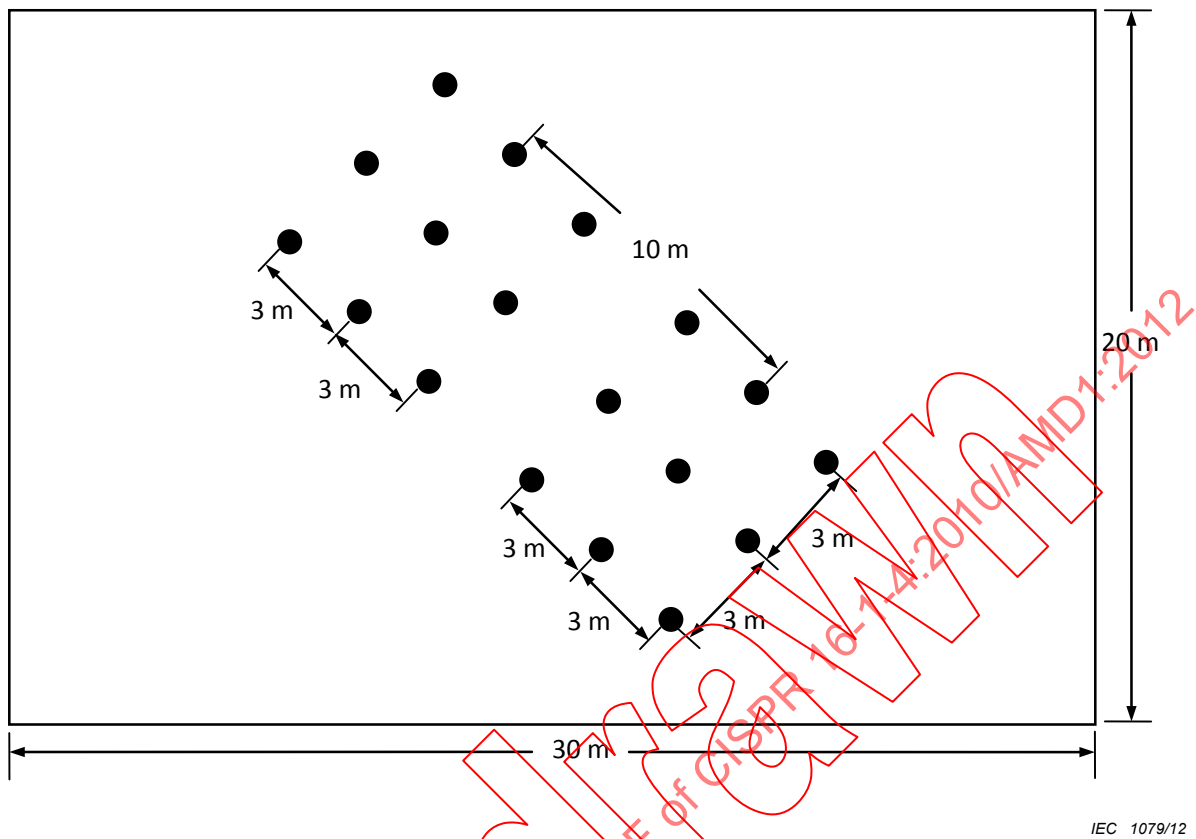


Figure 33 – Example of paired test point selection for a test distance of 10 m

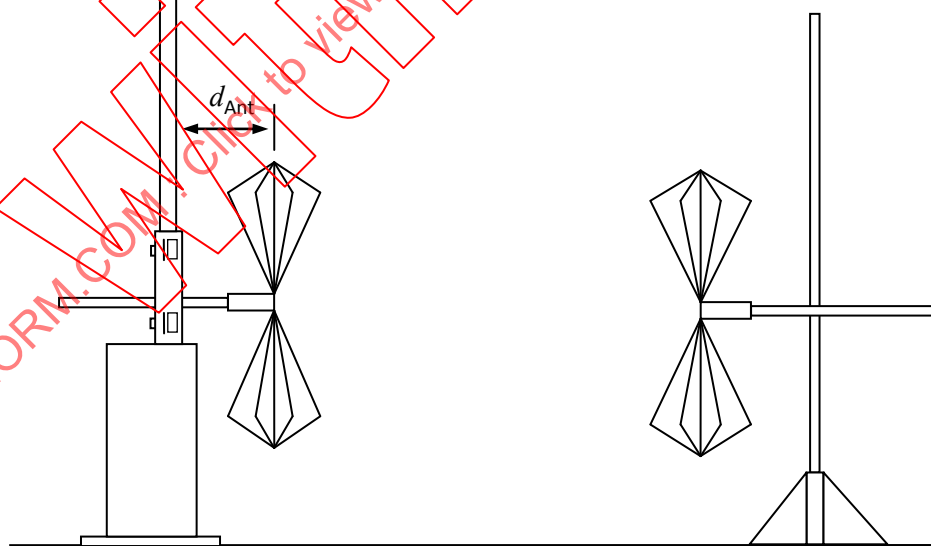


Figure 34 – Illustration of an investigation of influence of antenna mast on A_{APR}

5.4.5 Validation of an OATS by the NSA method

5.4.5.1 Discrete frequency method

5.4.5.1.1 Measurement set-up

Refer to Figures 29 and 30 in 5.4.3 for specific test set-up details. The signal generator is connected to the transmit antenna with an appropriate length of transmission line. The transmit antenna is placed at the desired location. The transmit antenna height is set to h_1 (see Tables 8, 9, and 10 for the values of h_1) and the desired polarization is selected. If a tunable dipole is used, the length is adjusted for the required frequency. For broadband antennas, the antenna heights shall be $h_1 = h_{2\min} = 1$ m.

The receive antenna is mounted on a mast that allows scanning over the height range $h_{2,\min}$ to $h_{2,\max}$, placed at a distance d from the transmit antenna, and connected to the measuring receiver or spectrum analyzer via a suitable length of cable. The same polarization as that for the transmit antenna is selected; if a tunable dipole is used, the antenna is adjusted to the required frequency. The 25 cm ground clearance is maintained for vertically oriented tuned dipoles (see Table 9).

For all NSA measurements using tunable dipoles, these antennas shall be tuned for each frequency, including those between 30 MHz and 80 MHz.

5.4.5.1.2 Measurement procedure

The following steps shall be used for each frequency indicated in Tables 8, 9, and 10. The measurements are first made for antennas horizontally aligned and then for antennas vertically aligned with the transmit antenna height set at h_1 .

- (1) Adjust the output level of the signal generator to give a received voltage display well above ambient and measuring receiver or spectrum analyzer noise.
- (2) Raise the receiving antenna on the mast through the h_2 scan range as specified in Tables 8, 9, and 10, as appropriate.
- (3) Record the maximum signal level; this value is V_{SITE} for Equation (26) (see 5.4.3).
- (4) Disconnect the transmit and receive cables from their antennas. Connect these cables directly together with a straight-through adapter.
- (5) Record the signal level with the transmit and receive cables connected. This value is V_{DIRECT} for Equation (26).
- (6) At each frequency and for each polarization, enter the values from steps (3) and (5) in Equation (26).
- (7) Insert the transmit and receive antenna factors at the measurement frequency in Equation (26).
- (8) Insert the mutual impedance correction factor ΔA_{TOT} from Table 11, which applies only for the specific geometry of vertical and horizontal polarization using tunable dipoles separated by 3 m. For all other geometries, $\Delta A_{\text{TOT}} = 0$.
- (9) Solve Equation (38) for A_N , which is the NSA for the measurement frequency and polarization used.
- (10) Subtract the value in step (9) from the appropriate NSA contained in Tables 8, 9, and 10, as appropriate, to obtain ΔA_S .
- (11) If the ΔA_S results from step (10) are less than ± 4 dB, the site is deemed to be acceptable at that frequency and polarization.
- (12) Repeat steps (1) through (11) for the next frequency and polarization combination.

NOTE For both discrete- and swept-frequency NSA measurement methods, an impedance mismatch at the output of the signal source or at the input of the measuring receiver or spectrum analyzer may result in reflections which could cause errors. This should be avoided by use of padding attenuators of 10 dB, i.e. one at the output end of

each transmitting and receiving antenna cable. These attenuators should remain in the cables during the entire NSA measurement process.

5.4.5.2 Swept frequency method

5.4.5.2.1 Measurement set-up

The set-up is similar to that contained in 5.4.5.1, except that only broadband antennas are used. No restrictions on vertical polarization antenna height scan are necessary due to the physically small size of such broadband antennas. The antenna heights shall be $h_1 = h_{2\min} = 1$ m.

5.4.5.2.2 Measurement procedure

The following steps should be made using automatic measuring equipment having a peak hold ('max. hold'), storage capability, and tracking generator. In this method, both receive antenna height h_2 and frequency are scanned or swept over the required height and frequency ranges. The frequency ranges are usually determined by the type of broadband antenna used. The frequency sweep speed shall be much greater than the antenna height scan rate. Set the transmit antenna height to h_1 .

- (1) Adjust the output level of the tracking generator to give a received voltage display well above ambient and scanning receiver or spectrum analyzer noise.
- (2) Raise the receiving antenna on the mast to the maximum height of the scan range, as specified in Table 10.
- (3) Set the spectrum analyzer to sweep the desired frequency range. Ensure that the spectrum analyzer is adjusted so that a similar signal up to 60 dB higher can be displayed on the same amplitude scale. This will accommodate the levels to be recorded in step (5).
- (4) Slowly lower the receiving antenna to the minimum height of the scan range, as specified in Table 10 for the appropriate site geometry. Store or record the maximum received voltage display V_{SITE} in dB(μ V). (The time it takes to lower the antenna should be much longer than the frequency sweep time.)
- (5) Disconnect the transmit and receive cables and connect them directly together with a straight-through adapter. Store or record the resulting voltage display V_{DIRECT} in dB(μ V).
- (6) At each frequency, subtract the voltage measured in step (4) from the voltage measured in step (5). Also subtract the antenna factors of the transmit and receive antennas, F_{aT} in dB(m^{-1}) and F_{aR} in dB(m^{-1}), respectively (antenna factors as a continuous function of frequency can be obtained by using simple linear curve fitting on a set of discrete antenna factor values). The result is the measured A_N over the range of frequencies used, which should be plotted. Also plot the theoretical NSA for an ideal site shown in Table 10.
- (7) The differences ΔA_S found shall fall within the ± 4 dB criterion.

NOTE For NSA measurement methods, an impedance mismatch at the output of the signal source or at the input of the measuring receiver or spectrum analyzer may result in reflections which could cause errors. This should be avoided by use of padding attenuators of 10 dB, i.e. a 10 dB attenuator between each transmitting and receiving antenna connector and the corresponding antenna cables. These attenuators should remain in the cables during the entire NSA measurement process.

5.4.5.3 Possible causes for exceeding site acceptability limits

If the deviation ΔA_S using Equation (26) [or Equation (27) when the RSM is used] exceeds the ± 4 dB criterion, investigate as follows.

First check the measurement system calibrations. If the signal generator and measuring instrumentation do not drift during the measurements, the prime suspects are the antenna factors. Antennas may also be defective. If these are all acceptable, repeat the measurement. If the differences are still greater than ± 4 dB, the site and the surrounding area are suspect. The vertical SA should in general be the most sensitive to site anomalies. If so, use that measurement as the basis for tracking down the problem. Possible problems include

inadequate ground plane construction and size, reflecting objects too close by (fences, buildings, light towers, etc.), degraded performance of all-weather enclosures due to inadequate construction and maintenance techniques, and such long-term effects as penetration of residue from airborne conductive contaminants.

5.4.5.4 Antenna calibration

The antenna factors of broadband antennas used to make SA measurements should be traceable to a national standard. Manufacturers' antenna factors may not be sufficiently accurate to achieve good agreement between measured and calculated NSAs.

NOTE 1 A separate new standard on antenna calibration (i.e. proposed CISPR 16-1-6) is under development by CISPR/A/WG1.

Antenna factors usually account for losses due to the balun. If a separate balun is used, its effects shall be accounted for. Experience has shown that variations of antenna factors with geometry and polarization are generally negligible for the types of broadband antennas commonly used for EMC measurements below 1 GHz (e.g. biconicals, thick dipoles and log-periodics) as long as the transmit antenna is at least 1 m above the ground plane. If antenna factor variations are suspected because of the use of unusual antennas or measurement geometries, or from effects such as mutual coupling, or transmission line scattering for vertically polarized antennas, especially at a 3 m measurement distance, the antenna factors should first be measured using these geometries.

Normally, the SA is measured using a 50 Ω system, i.e. the signal generator and measuring receiver have an impedance of 50 Ω, and the radiation impedances of the transmitting and receiving antennas are balanced and matched via a balun.

Manufacturer's antenna factors are normally also specified for an impedance of 50 Ω, i.e. the conversion factor for a no-loss matching of the 50 Ω impedance to the radiation impedance of the antenna, and if applicable, the loss of the balun used is also contained in the given antenna factor.

If tuned half-wave dipoles are used, their free-space antenna factors can be calculated, using the following equation:

$$F_a = 20 \lg \left(\frac{2\pi}{\lambda} \right) + 10 \lg \left(\frac{73}{50} \right) \Rightarrow 20 \lg(f) - 31,9 \text{ in dB(m}^{-1}\text{)} \quad (31)$$

where f is in MHz.

NOTE 2 In practice, the antenna factor will be affected by the height of the dipole antenna above ground due to the mutual impedance of the dipole and its image in the ground.

The average balun loss for a well-designed tuned half-wave dipole is approximately 0,5 dB. Equation (31) then becomes:

$$F_a = 20 \lg(f) - 31,4 \text{ in dB(m}^{-1}\text{)} \quad (32)$$

This balun loss shall be measured by connecting the transmit and receive dipole balun portions back-to-back before they are installed in their housings. The loss per balun is one-half of the total measured loss, assuming both baluns are equivalent.

It is important to check that the calculated F_a values are representative of the values for the particular tuned dipoles used for the NSA measurements. The simplest check is to measure the VSWR with the antennas assembled and the dipole elements tuned to resonance. The antenna shall be placed at least 4 m above the ground, higher if possible, to minimize

antenna to ground coupling, and its elements tuned to resonance using the measurements shown in Table 9. It is sufficient to check the VSWR of the antennas at spot frequencies in the low, middle and high ends of their frequency ranges.

Below 100 MHz, the function of the baluns may also be checked by removing the elements, placing a 70 Ω resistor across the terminals of the element mounting block, and measuring the VSWR of the terminated balun. The VSWR should be less than 1,5 to 1.

5.4.6 Validation of a weather-protection-enclosed OATS or a SAC

For an OATS with a weather-protection enclosure, or a SAC, a single site attenuation measurement is insufficient to pick up possible reflections from the construction materials and/or the RF-absorbing materials comprising the walls and ceiling of the facility. For these sites a "test volume" is defined as that volume traced out by the largest EUT or system to be tested as it is rotated about its centre location through 360°, such as by a turntable. Evaluating horizontal and vertical polarizations, such as illustrated in Figures 35 and 36, may require a maximum of 20 separate SA measurements, i.e. five positions in the horizontal plane (centre, left, right, front, and rear, measured with respect to the centre and a line drawn from the centre to the position of the measuring antenna), for two polarizations (horizontal and vertical), and for two heights (1 m and 2 m for horizontal, 1 m and 1,5 m for vertical).

These measurements are performed with a broadband antenna, and distances are measured with respect to the centre of the antenna. The transmit and receive antennas shall be aligned with the antenna elements parallel to each other and orthogonal to the measurement axis.

For vertical polarization, the off-centre positions of the transmit antenna are at the periphery of the test volume. Furthermore, the lower tip of the antenna shall be greater than 25 cm from the floor, which may require the centre of the antenna to be slightly higher than 1 m for the lowest height measurement.

For horizontal polarization measurements in the left and right positions, if the distance between the construction and/or absorbing materials on the walls and EUT periphery is less than 1 m, the centre of the antenna is moved towards the central position so that the extreme tip of the antenna is either at the periphery, or is distant from the periphery by not more than 10 % of the test volume diameter. The front and rear positions are at the periphery of the test volume.

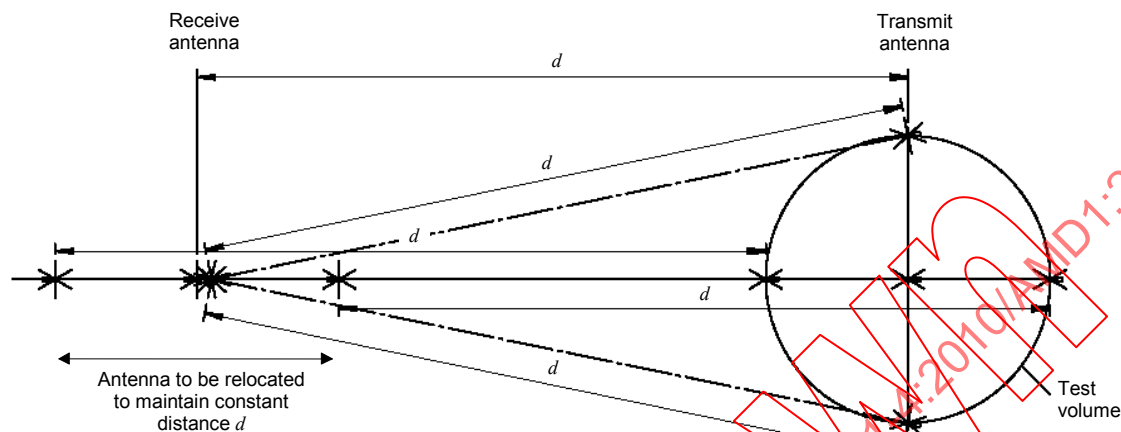
The number of required measurements can be reduced under the following conditions.

- a) The vertical and horizontal polarization measurements in the rear position may be omitted if the closest point of the construction and/or absorbing materials is at a distance greater than 1 m from the rear boundary of the test volume.

NOTE Radiated emission sources located near dielectric interfaces have been shown to have variations in current distribution that can affect the radiated properties of the source at that location. When an EUT can be located near these interfaces, additional SA measurements are necessary.

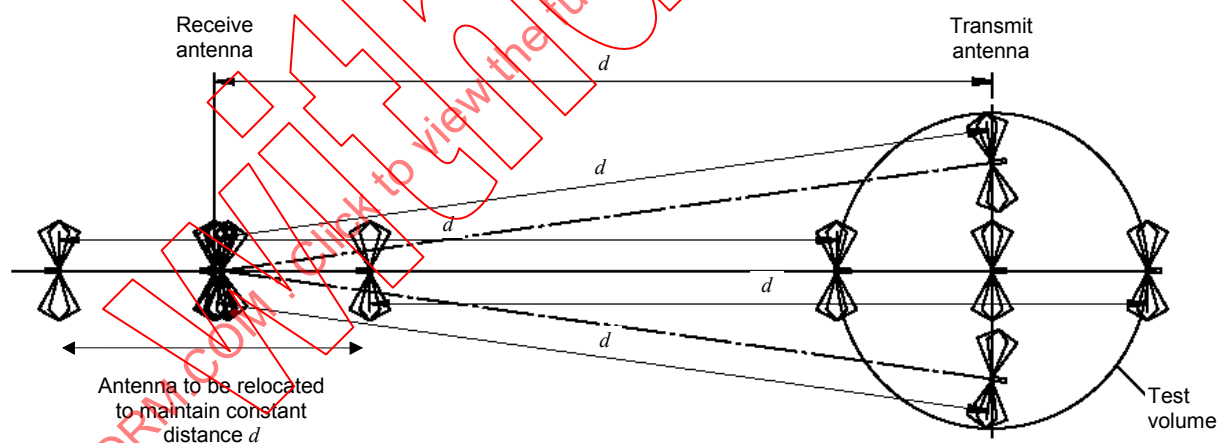
- b) The total number of horizontal polarization measurements along the test volume diameter joining the left and right positions may be reduced to the minimum number necessary for the antenna footprints to cover 90 % of the diameter.
- c) The vertical polarization measurements at the 1,5 m height may be omitted if the top of the EUT, including any table mounting, is less than 1,5 m high.
- d) If the test volume is no larger than 1 m deep by 1,5 m wide by 1,5 m high, including a set-up table if used, horizontal polarization measurements need only be made at the centre, front and rear positions, but at both 1 m and 2 m heights. If the condition of item a) applies, the rear position may be omitted. This will require a minimum of eight measurements: four positions with vertical polarization (left, centre, right, and front) for one height, and four positions with horizontal polarization (centre and front) for two heights; see Figures 37 and 38.

The receive antenna shall be re-positioned to maintain the appropriate separation along a line towards the turntable centre (see Figures 35, 36, 37, and 38). The test site is considered suitable for performing radiated emission testing if all measurements prescribed above meet the requirements of 5.4.2.



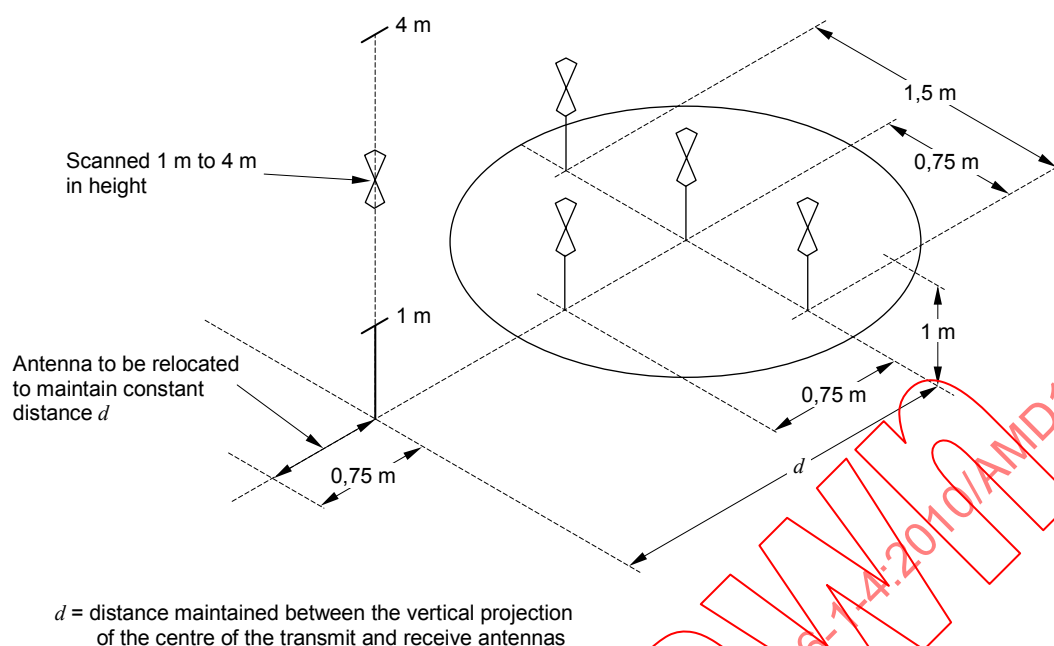
IEC 1081/12

Figure 35 – Typical antenna positions for a weather-protected OATS or a SAC – Vertical polarization validation measurements



IEC 1082/12

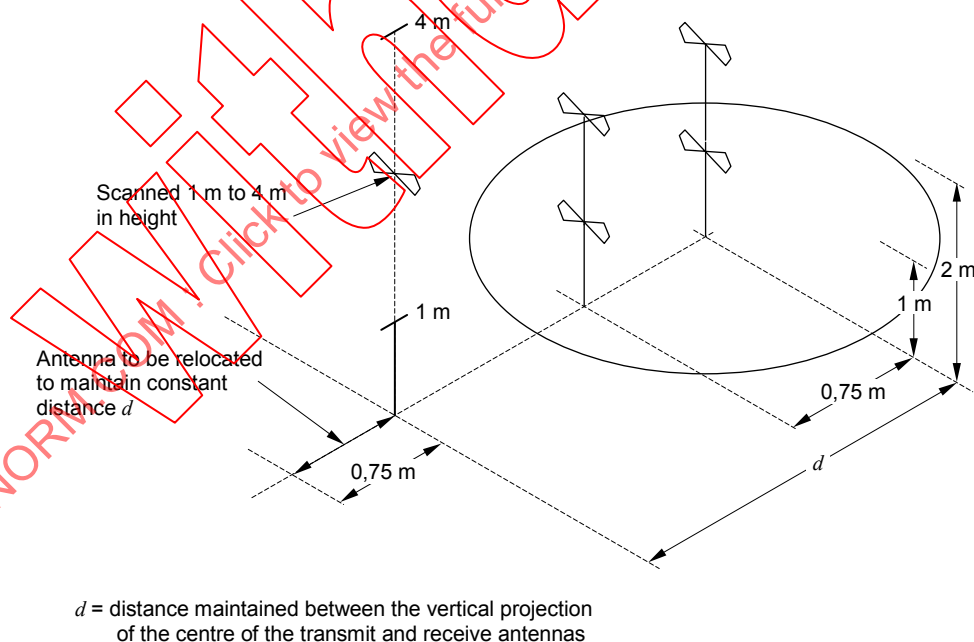
Figure 36 – Typical antenna positions for a weather-protected OATS or a SAC – Horizontal polarization validation measurements



IEC 1083/12

NOTE EUT does not exceed a volume of 1 m depth, 1,5 m width, 0,5 m height, with the periphery greater than 1 m from the closest material that may cause undesirable reflections.

Figure 37 – Typical antenna positions for a weather-protected OATS or a SAC – Vertical polarization validation measurements for a smaller EUT



IEC 1084/12

NOTE EUT does not exceed a volume of 1 m depth, 1,5 m width and 1,5 m height, with the periphery greater than 1 m from the closest material that may cause undesirable reflections.

Figure 38 – Typical antenna positions for a weather-protected OATS or a SAC – Horizontal polarization validation measurements for a smaller EUT

5.4.7 Site validation for FARs

5.4.7.1 General

The NSA shall satisfy the requirement of 5.4.7.4 over a cylindrical test volume generated by the rotation of the EUT on the turntable. In this context, “the EUT” includes all components of a multi-unit EUT and the interconnecting cables. Table 14 defines the maximum height and diameter ($h_{\max} = d_{\max}$) of the test volume as a function of test distance. This ratio between diameter and test distance ensures an acceptable uncertainty in EUT emission testing.

Table 14 – Maximum dimensions of test volume versus test distance

Maximum diameter $d_{\max}$ and height $h_{\max}$ of the test volume	Test distance d_{nominal}
m	m
1,5	3,0
2,5	5,0
5,0	10,0

A single-position SA measurement may not be sufficient to pick up possible reflections from the shielded room construction materials and/or absorbing materials lining the walls, floor, ceiling and turntable of a FAR.

Therefore FAR site validation measurements shall be performed at fifteen measurement positions for both horizontal and vertical antenna polarizations of the transmit antenna in the test volume (see Figure 39):

- at three heights of the test volume: bottom, middle and top;
- at five positions in all three horizontal planes: centre, left, right, front and rear positions in each horizontal plane. The rear position may be omitted if the distance between rear position and absorbers is more than 0,5 m. During EUT testing, the rear position on the turntable is also turned to the front, and the contribution of the back reflection will then not affect the maximum signal.

For SA measurements, two broadband antennas shall be used: one transmit antenna with its reference point at the measurement positions of the test volume, and one receive antenna outside this test volume at a prescribed orientation and position. The transmit antenna shall have an approximately omnidirectional H-plane pattern, typically a small biconical antenna.

NOTE 1 The maximum dimension of the transmit antenna should not exceed 40 cm for a 3 m test distance; at larger distances, the tip-to-tip length of the biconical antenna can be a maximum of 44 cm for a cage design, or 50 cm if it is the collapsible type or a spun cone.

Typical receive antennas are hybrid (biconical/LPDA combination) antennas for 30 MHz to 1 000 MHz, or separate antennas (biconical for 30 MHz to 200 MHz, and LPDA for 200 MHz to 1 000 MHz).

NOTE 2 Use of a hybrid (biconical/LPDA combination) antenna is not recommended for either EUT emission testing or FAR site validation at 3 m distance, due to the relatively large physical size of typical hybrid antennas.

The same antennas used to measure the SA of a FAR, shall be used to measure the reference SA at a quasi free-space test site (5.4.7.2). The receive antenna used during the FAR validation shall be of the same type as used during radiated emission testing of the EUT.

For test volume validation, both in horizontal and vertical polarizations, and for all transmitting antenna positions in the test volume, the height position of the receiving antenna in a FAR shall remain fixed at the middle level of the test volume, as shown in Figures 39 and 40. Tilting the antennas is necessary to align the boresight axes of both antennas in one measurement axis along the line between the test points. The distance between the antenna reference point (defined by antenna calibration) and the front position of the test volume is

d_{nominal} . When the transmit antenna is moved to other positions in the test volume, the receive antenna shall be translated along the measurement axis to maintain d_{nominal} constant. The measurement axis is the line between the transmit antenna and the receive antenna, along which d_{nominal} is established. For all positions and polarizations, the receiving antenna and the transmitting antenna shall face one another with the elements of both antennas parallel (using tilting – see Figure 40). Any antenna masts and supporting floors shall be in place during the site validation measurements.

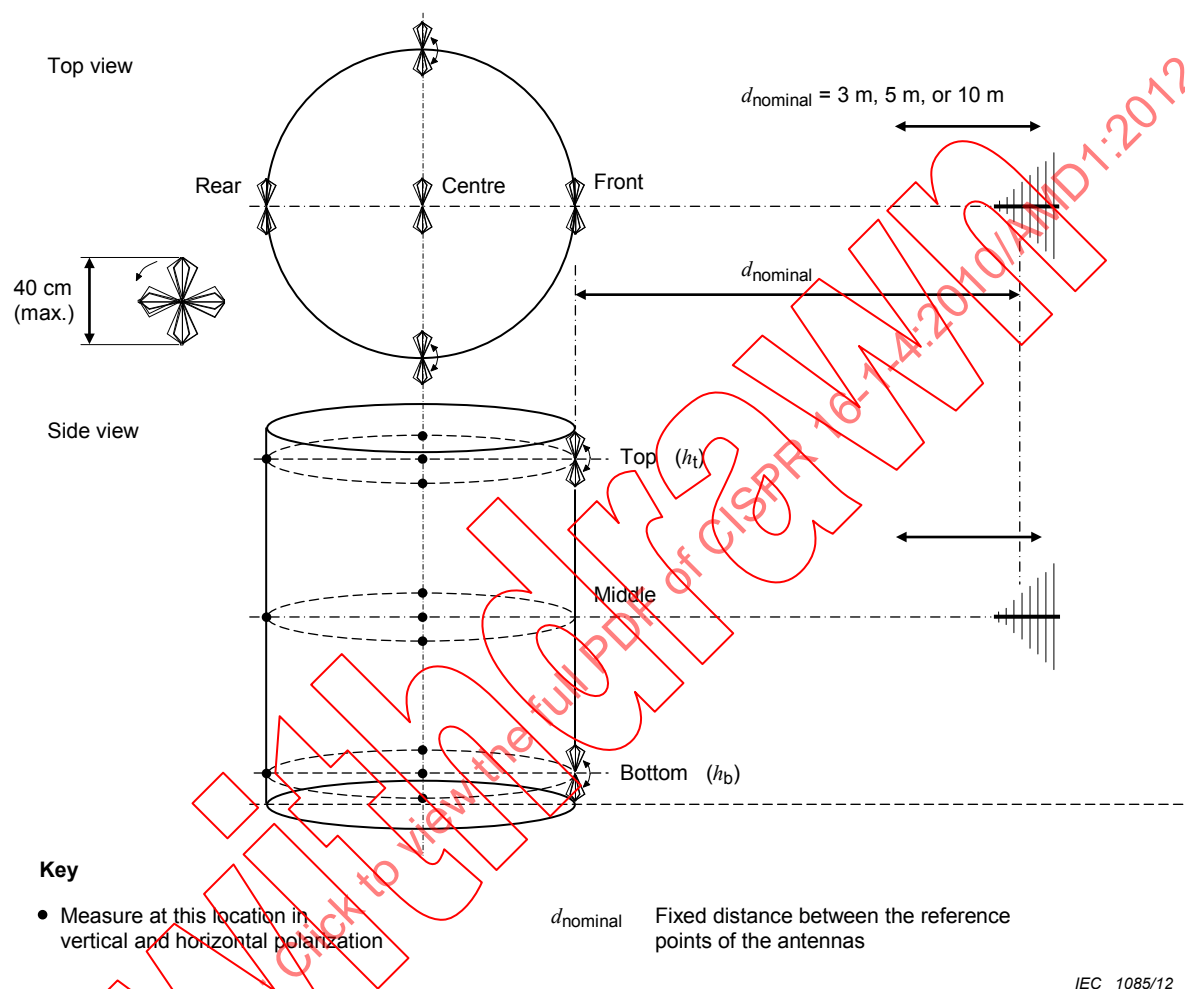


Figure 39 – Measurement positions for FAR site validation

For all positions of the transmitting antenna in the test volume, in both horizontal and vertical polarizations, the transmitting and receiving antennas shall be aligned along the measurement axis.

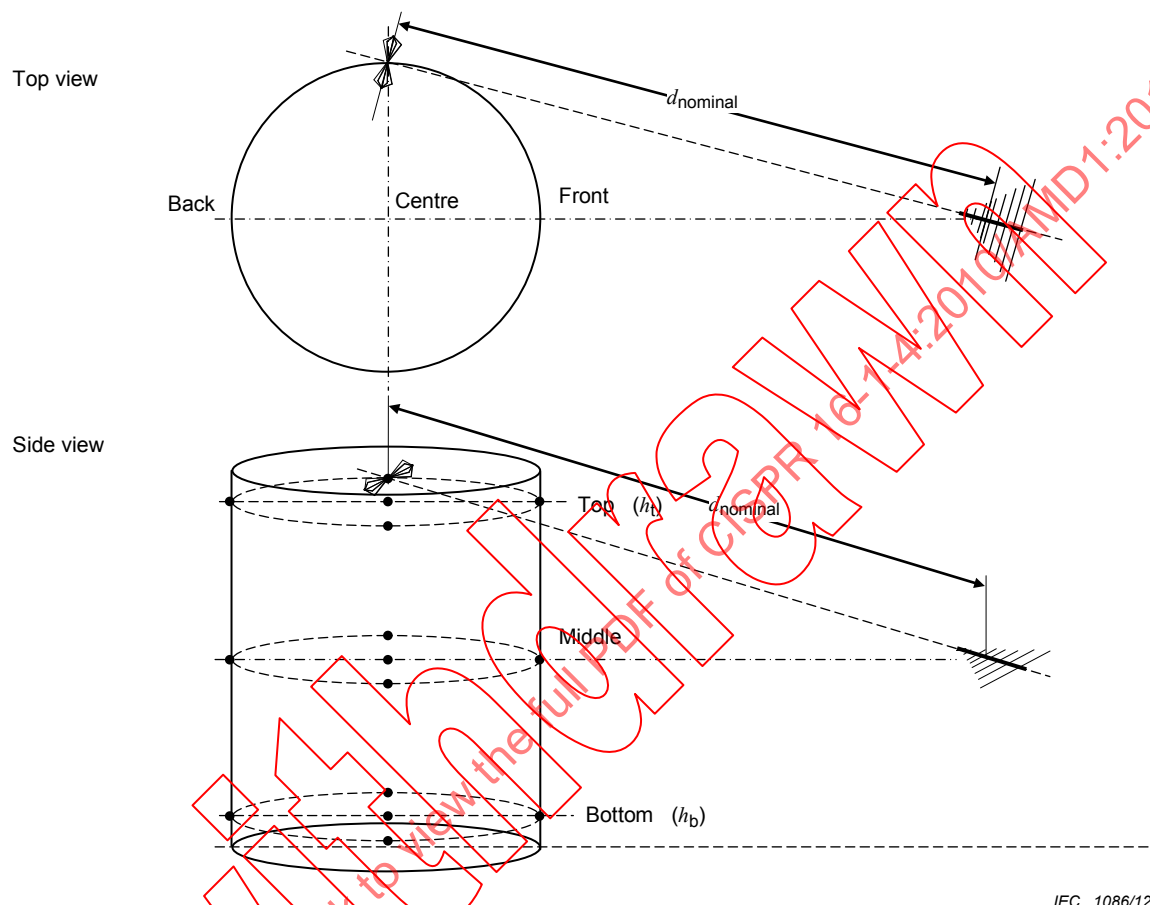
d_{nominal} is the EUT test distance associated with the limit;
 d_{nominal} is the fixed antenna distance in the site validation measurements;
 d_{nominal} is the antenna separation used during measurement of the reference SA if the RSM is used.

The transmit antenna height position in the test volume shall be determined as follows:

- “Middle” (h_m) position: where possible, along a virtual axis positioned at mid-height and mid-width of a FAR;

- “Top (h_t)” and “Bottom (h_b)” positions: half of $h_{\max}$ (see Table 14) minus half of the transmit antenna dimension (e.g. 20 cm for a small biconical antenna).

These adjusted positions shall be used for both vertical and horizontal polarizations. The distance between the top and bottom planes and the ceiling and floor absorbers, respectively, is given by the absorber performance as determined by the volumetric NSA test; the distance shall be at least 0,5 m, to avoid EUT to absorber coupling.



NOTE Horizontal antenna polarizations, top right position.

Figure 40 – Example of one measurement position and antenna tilt for FAR site validation

The maximum step size for discrete-frequency measurements shall be as listed in Table 15:

Table 15 – Frequency ranges and step sizes for FAR site validation

Frequency range MHz	Maximum frequency step MHz
30 to 100	1
100 to 500	5
500 to 1 000	10

Two methods are acceptable for FAR site validation:

- the RSM (5.4.7.2), which is required for test distances less than 5 m; or
- the NSA method (5.4.7.3), which is preferred for test distances greater than or equal to 5 m.

NOTE 3 At separations less than 5 m, antenna mutual coupling cannot be neglected. Additionally it is impractical to determine A_{APR} at distances larger than 5 m.

The site validation measurement methods are intended to provide 0 dB deviation from the SA that would result on an ideal site. The site validation criterion is defined in 5.4.7.4. Any means to reduce measurement uncertainty can be utilized, as long as these do not contradict the defined set-up and procedures or mask any site deficiencies, e.g. shall not inappropriately smooth resonant responses in results.

Site validation measurement uncertainty can be reduced by the following measures.

- For a vertically-polarized antenna, shielded cables shall be extended by at least 2 m behind each antenna before dropping the cable to the ground. If possible, cables shall extend straight back to the bulkhead connectors in the wall of the FAR. Another possibility is the use of clip-on ferrites on the cables. Another alternative for reducing the influence of RF cables is by instead using optical links.
- Attenuators at the antenna connectors (e.g. 6 dB or 10 dB) will reduce the influence of any large impedance mismatch at the antennas.
- Antennas with good balance of the balun shall be used (i.e. such that the receiver reading changes less than $\pm 0,5$ dB when the antenna is rotated through 180° with respect to its boresight axis. Antenna balance verification methods are described in 4.5.4).
- Separate biconical and LPDA antennas for FAR validation may be used (different antenna types below and above 200 MHz), if these will be used for EUT testing. A hybrid (biconical/LPDA combination) antenna is a combination of these two types, and may be used instead if the mechanical dimensions are sufficiently small relative to the test distance.

FAR site validation measurements shall be performed at regular intervals, to detect long-term changes in FAR characteristics, and when changes occur that might influence the electromagnetic-wave transmission characteristics in a FAR.

5.4.7.2 RSM

The RSM accounts for antenna near field effects and field taper, which can have a significant influence on results at 3 m test distance involving a biconical receive antenna. Whilst these effects are present in the NSA method, they can largely be corrected for. The reference SA A_{APR} is measured at the nominal distance, $d_{nominal}$, between the transmit antenna and the receive antenna.

The FAR site validation procedure for each test volume position is performed in three steps:

- a) V_{DIRECT} is the reference level measured by the receiver in dB(μ V) with the cables connected directly together, which is normally done once before a series of volumetric tests;
- b) V_{SITE} is the level measured by the receiver in dB(μ V) with antennas in place;
- c) the SA deviation (ΔA_S) relative to the antenna pair reference SA (A_{APR}), in dB, is calculated using Equation (33).

$$\Delta A_S = V_{DIRECT} - V_{SITE} - A_{APR} \quad (33)$$

For accurate site validations at distances less than 5 m, it is recommended that a dedicated pair of antennas (transmit and receive antennas) be used to determine the reference SA. A quasi free-space test site, defined in 3.1.12, is required. A quasi free-space test site includes two non-metallic antenna masts (constructed from wood or plastic with $\epsilon_r \leq 2,5$, low loss, and diameter at minimum while retaining mechanical strength), which allow the placement of antennas at a sufficient height above ground level (Figure 41). One method to realize the ± 1 dB SA performance of the reference site is to choose the height (h) of the antennas as follows:

$$h \geq d \times \frac{8}{3} \quad (34)$$

where d is the antenna separation in m.

A height of $h = d \times 8/3$ is recommended to suppress the influence of the ground; alternatively a suitable coverage area of RF absorbers effective for frequencies down to 30 MHz shall be placed on the ground.

NOTE At 3 m separation and 30 MHz, there is a significant effect from the near-field component ($1/d^2$) that alone contributes an error of 0,8 dB for a height of $d \times 5/3$, as verified by the UK National Physical Laboratory (NPL). For a reference SA with an uncertainty of less than $\pm 0,5$ dB, a height of $d \times 8/3$ is recommended when absorber is not placed on the ground.

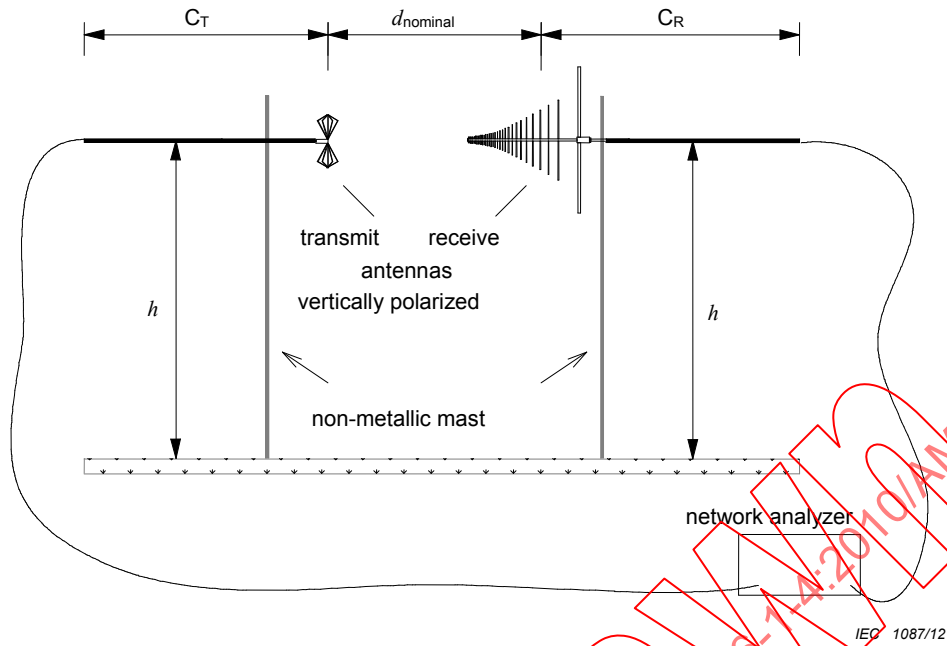
The test distance at the reference site shall be equal to the actual distance d_{nominal} between the antennas to be used subsequently in a FAR. The antennas are polarized vertically (horizontal polarization shall not be used because of stronger interference with the ground-reflected signal), providing a good approximation to free-space conditions. Clearance from buildings, trees, etc., shall be greater than $d \times 8/3$, due to their influence on vertically polarized antenna measurements.

Care shall be taken that the antenna feed cables do not affect the test result. This is best avoided by a cable arrangement as shown in Figure 41, or instead using RF-optical links. The quality of the reference set-up directly influences the subsequent FAR evaluation results. The antenna-pair reference SA (A_{APR}) is determined in three steps, as follows:

- $V_{\text{DIRECT RS}}$ is the reference level measured by the receiver in dB(μ V) with the cables connected together;
- $V_{\text{SITE RS}}$ is the level measured by the receiver in dB(μ V) with the antennas installed at the required distance d_{nominal} ;
- the A_{APR} in dB is calculated according to Equation (35):

$$A_{\text{APR}} = V_{\text{DIRECT RS}} - V_{\text{SITE RS}} \quad (35)$$

For 3 m site validation, a height of at least 4 m above ground shall be used for the antenna pair, which is a typical capability of remotely controllable antenna masts used for EUT emission measurements. In this case, electromagnetic absorbers shall be placed on the ground between the antennas, with the absorber patch extending for a minimum area beyond the antennas in all directions, and it shall be demonstrated that a quasi free-space condition is fulfilled (i.e. SA measurement results within ± 1 dB of the ideal response at any frequency). For site validation with $d > 3$ m, the equation $h > d \times 8/3$ is used to determine the set-up configuration, or an alternative set-up that has been demonstrated to fulfil the ± 1 dB reference SA can be used.



Key

d_{nominal} validation distance

h height of the antennas above a ground plane or above ground level

C_T, C_R coaxial feed cables for transmit and receive antenna oriented horizontally behind the antenna for a distance as close to 2 m as physically possible. In a FAR, route the cables horizontally as far as possible, preferably straight through a hole in the chamber wall, or use optical fibre connected to an RF-optical link on the output of the antenna

NOTE Reference SA is obtained separately for all geometries of Figure 41.

Figure 41 – Typical quasi free-space reference SA measurement set-up

5.4.7.3 NSA method

This subclause describes the NSA method applied to FARs. The antenna geometry is given in 5.4.7.1. Site attenuation (SA; A_S as a quantity in dB) is the transmission loss measured between the connectors of two antennas on a particular site. For free-space sites, no antenna height scanning is applied, which is denoted by the term “site insertion loss” (see 3.1.18).

For a free-space environment, A_S (in dB) can be approximated by Equation (36) [22]:

$$A_S = 20 \lg \left(\frac{5Z_0}{2\pi} \times \frac{d}{\sqrt{1 - \frac{1}{(\beta d)^2} + \frac{1}{(\beta d)^4}}} \right) - 20 \lg(f_M) + F_{aR} + F_{aT} \quad (36)$$

where

F_{aR}, F_{aT} are the antenna factors of the receive and transmit antennas in dB(m⁻¹);

d is the distance between the phase centres of both antennas in m;

Z_0 is the system impedance (i.e. 50 Ω);

β is defined as $2\pi/\lambda$; and

f_M is the frequency in MHz.

The theoretical NSA ($A_{N \text{ theo}}$) in dB(m²) is defined as SA with respective antenna factors subtracted, thus:

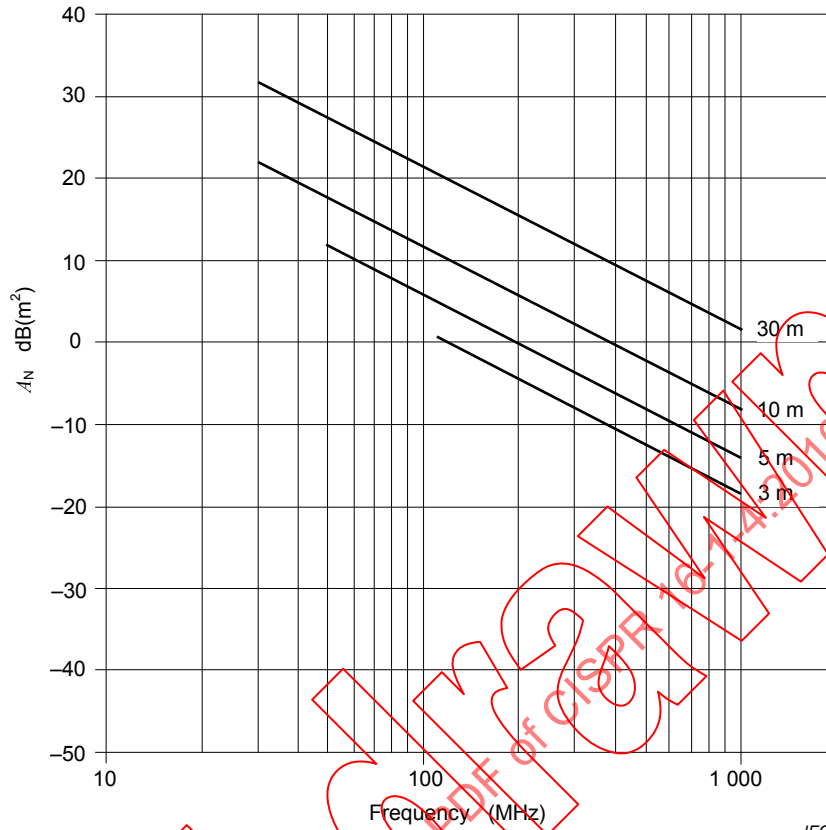
$$A_{N \text{ theo}} = 20 \lg \left(\frac{5Z_0}{2\pi} \times \frac{d}{\sqrt{1 - \frac{1}{(\beta d)^2} + \frac{1}{(\beta d)^4}}} \right) - 20 \lg(f_M) \quad (37)$$

Below 60 MHz at a 5 m distance, or below 110 MHz at a 3 m distance, it is necessary to apply near field correction factors for each of the required test positions of Table 14, for comparison with the theoretical NSA values of Figure 42 and Equation (37). Near field correction factors are specific to the antennas, test distance, and test volume used; while these factors can be obtained by using a numerical modelling code such as NEC [4], sufficiently low uncertainties are obtained by the use of Equation (37). Alternatively, the RSM of 5.4.7.2 provides cancellation of near field terms if the same antennas and frequencies are used for both the reference SA measurement and subsequent FAR validation.

For measurement distances of 10 m and 30 m, the near-field terms in Equation (37) may be omitted, and the equation simplifies as follows:

$$A_{N \text{ theo}} = 20 \lg \left(\frac{5Z_0 d}{2\pi} \right) - 20 \lg(f_M) \quad (38)$$

If simplified Equation (38) is used instead of Equation (37), the error introduced is less than 0,1 dB at frequencies above 60 MHz for 5 m distance, and above 110 MHz for 3 m distance. The error will be greater than 0,1 dB below these frequencies, due to near-field effects. For a 3 m distance, the maximum error is 1 dB at 30 MHz. To reduce this error to less than ± 0,3 dB, Equation (37) should be used.



IEC 1088/12

Figure 42 – Theoretical free-space NSA as a function of frequency for different measurement distances [see Equation (38)]

NOTE 1 Frequencies below 110 MHz for 3 m measurement distances, and below 60 MHz for 5 m measurement distances, include near field effects. These are calculated for each individual test site.

The free space antenna factors of the transmit and receive antennas are required for this procedure. Site validation for each measurement position shall be performed in three steps as follows.

- V_{DIRECT} is the reference level measured by the receiver with the cables connected directly together;
- V_{SITE} is the level measured by the receiver with the antennas in place;
- the SA deviation (ΔA_S) is calculated in dB as follows:

$$\Delta A_S = V_{\text{DIRECT}} - V_{\text{SITE}} - A_{\text{Ntheo}} - F_{\text{aT}} - F_{\text{aR}} \quad (39)$$

where A_{Ntheo} is calculated using Equation (38), and the result is compared with the applicable criterion, as specified in 5.4.7.4.

NOTE 2 The distance d between the reference points of the transmit and receive antennas (defined during antenna calibration) is used as d_{nominal} . The effective distance between the antennas varies with frequency due to their phase centre positions. The transmission loss should be compensated by the ratio of the effective distance to d_{nominal} . Because an antenna calibration is not defined for the nominal test distance, the variation in effective measurement distance due the variation of phase centre locations when LPDA antennas are used should be applied as a correction. The additional uncertainty due to this correction and due to any mutual coupling of the antennas can be avoided by using the RSM.

5.4.7.4 Site validation criteria for FAR sites

The SA deviation ΔA_S shall be less than ± 4 dB for both horizontal and vertical polarizations and for each measurement position and measurement frequency range.

5.5.1 General

Replace, in the existing second paragraph of this subclause, “NSA measurement (see 5.2.6)” by “site validation measurement (see 5.4)”.

5.5.2 Evaluation procedure for set-up table influences

Replace, in the fifth paragraph of this subclause, the existing text “NSA measurements” by the new text “NSA/RSM measurements (see 5.4)”.

8.3.3.1.3 Test equipment for the reciprocal S_{VSWR} procedure (i.e. 8.3.3.4)

Replace, in the first sentence, the word “from” by the word “into”.

9.5 Specification of ferrite clamp-type CMAD

Replace the last sentence of this subclause by the following new sentence:

A rationale for using S -parameters for the specification of ferrite-type CMADs is provided in CISPR/TR 16-3.

D.1 General

Replace the existing text of this clause by the following new text:

Subclauses 5.2.1 through 5.2.5 provide major construction considerations for open area test sites. Additional details that are helpful in assuring a well-constructed site and an all-weather enclosure are described in this annex. The best way to assure the suitability of these construction practices is to perform site validation measurements, as described in 5.4.

D.2.2 Roughness

Replace, in the existing subclause, the reference to “5.2.6” by the new reference “5.4”.

D.3 Services to EUT

Add, below the title of the existing Figure D.1, the following new table title “Table D.1 – Maximum roughness for 3 m, 10 m and 30 m measurement distances”.

Replace, in the heading of the first column of this table, the existing variable “R” by the new variable “d”.

D.5 Turntable and set-up table

Replace, throughout this clause, the abbreviation “NSA” by the new text “site validation” (4 times).

Replace the existing Note of this clause by the following new note:

NOTE An EUT/system that includes a support table as part of the configuration under test should use the support table supplied with the system, not the generic set-up table at the test site.

Annex E – Validation procedure of the open area test site for the frequency range of 30 MHz to 1 000 MHz

Replace the existing Annex E by the following new Annex E:

Annex E

(Void)

F.1 General

Replace, in the existing clause, the reference “5.2.6” by the new reference “5.4”.

F.2 Error analysis

Replace, in the first paragraph of this clause, the reference “5.2.6” by the new reference “5.4”.

Add, after the existing Annex F, the following new Annex G:

IECNORM.COM . Click to view the full PDF of CISPR 16-1-4:2019/AMD1:2012

Annex G (informative)

Examples of uncertainty budgets for site validation of a COMTS using RSM with a calibrated antenna pair

G.1 Quantities to be considered for antenna pair reference site attenuation calibration using the averaging technique

The measurand A_{APR} is calculated as:

$$A_{APR} = V_{DIRECT} - V_{SITE} + \delta V_{M1} + \delta V_{M2} + \delta V_{M3} + \delta V_{SDAPR} + \delta V_{NL} + \delta V_{NF} + \delta V_{SRTX} + \delta V_{SRRX} + \delta V_{AM} \quad (G.1)$$

**Table G.1 – Antenna pair reference site attenuation calibration
using the averaging technique**

Input quantity	X_i	Uncertainty of x_i		$u(x_i)$	c_i	$c_i u(x_i)$
		dB	Probability distribution function	dB		dB
Receiver reading	V_{DIRECT}	$\pm 0,5$	Rectangular	0,29	1	0,29
Receiver reading	V_{SITE}	$\pm 0,5$	Rectangular	0,29	1	0,29
Mismatch:						
generator-receiver	δV_{M1}	$\pm 0,1$	U-shaped	0,07	1	0,07
generator-antenna	δV_{M2}	$\pm 0,2$	U-shaped	0,14	1	0,14
antenna-receiver	δV_{M3}	$\pm 0,2$	U-shaped	0,14	1	0,14
Standard deviation of mean A_{APR}	δV_{SDAPR}	$\pm 0,6$	Normal ($k=1$)	0,6	1	0,6
Receiver corrections:						
Nonlinearity	δV_{NL}	$\pm 0,1$	Normal ($k=2$)	0,05	1	0,05
Noise floor proximity	δV_{NF}	± 0	Normal ($k=2$)	0	1	0
Secondary radiation of antenna cable:						
Transmit antenna	δV_{SRTX}	$\pm 0,3$	Rectangular	0,17	1	0,17
Receive antenna	δV_{SRRX}	$\pm 0,3$	Rectangular	0,17	1	0,17
Antenna Mast	δV_{AM}	$\pm 0,15$	Rectangular	0,09	1	0,09

The expanded uncertainty is: $U = 2 u_c(A_{APR}) = 1,37$ dB

G.2 Quantities to be considered for antenna pair reference site attenuation calibration using the REFTS

The measurand A_{APR} is calculated as:

$$A_{APR} = V_{DIRECT} - V_{SITE} + \delta V_{M1} + \delta V_{M2} + \delta V_{M3} + \delta V_{REFTS} + \delta V_{NL} + \delta V_{NF} + \delta V_{SRTX} + \delta V_{SRRX} + \delta V_{AM} \quad (G.2)$$

Table G.2 – Antenna pair reference site attenuation calibration using REFTS

Input quantity	X_i	Uncertainty of x_i		$u(x_i)$	c_i	$c_i u(x_i)$
		dB	Probability distribution function	dB		dB
Receiver reading	V_{DIRECT}	$\pm 0,5$	Rectangular	0,29	1	0,29
Receiver reading	V_{SITE}	$\pm 0,5$	Rectangular	0,29	1	0,29
Mismatch:						
generator-receiver	δV_{M1}	$\pm 0,1$	U-shaped	0,07	1	0,07
generator-antenna	δV_{M2}	$\pm 0,2$	U-shaped	0,14	1	0,14
antenna-receiver	δV_{M2}	$\pm 0,2$	U-shaped	0,14	1	0,14
REFTS influence	δV_{REFTS}	± 1	Rectangular	0,58	1	0,58
Receiver corrections:						
Nonlinearity	δV_{NL}	$\pm 0,1$	Normal ($k=2$)	0,05	1	0,05
Noise floor proximity	δV_{NF}	± 0	Normal ($k=2$)	0	1	0
Secondary radiation of antenna cable:						
Transmit antenna	δV_{SRTX}	$\pm 0,3$	Rectangular	0,17	1	0,17
Receive antenna	δV_{SRRX}	$\pm 0,3$	Rectangular	0,17	1	0,17
Antenna Mast	δV_{AM}	$\pm 0,15$	Rectangular	0,09	1	0,09

The expanded uncertainty is: $U = 2 u_c(A_{\text{APR}}) = 1,34 \text{ dB}$

G.3 Quantities to be considered for COMTS validation using an antenna pair reference site attenuation

The measurand ΔA_S is calculated as:

$$\Delta A_S = V_{\text{DIRECT}} - V_{\text{SITE}} - A_{\text{APR}} + \delta V_{M1} + \delta V_{M2} + \delta V_{M3} + \delta V_{\text{NL}} + \delta V_{\text{NF}} + \delta V_{\text{SRTX}} + \delta V_{\text{SRRX}} \quad (\text{G.3})$$

Table G.3 – COMTS validation using an antenna pair reference site attenuation

Input quantity	X_i	Uncertainty of x_i		$u(x_i)$	c_i	$c_i u(x_i)$
		dB	Probability distribution function	dB		dB
Receiver reading	V_{DIRECT}	$\pm 0,5$	Rectangular	0,29	1	0,29
Receiver reading	V_{SITE}	$\pm 0,5$	Rectangular	0,29	1	0,29
Antenna pair reference SA	A_{APR}	$\pm 1,4$	Normal ($k=2$)	0,7	1	0,7
Mismatch:						
generator-receiver	δV_{M1}	$\pm 0,1$	U-shaped	0,07	1	0,07
generator-antenna	δV_{M2}	$\pm 0,2$	U-shaped	0,14	1	0,14
antenna-receiver	δV_{M2}	$\pm 0,2$	U-shaped	0,14	1	0,14
Receiver corrections:						
Nonlinearity	δV_{NL}	$\pm 0,1$	Normal ($k=2$)	0,05	1	0,05
Noise floor proximity	δV_{NF}	± 0	Normal ($k=2$)	0	1	0
Secondary radiation of antenna cable:						
Transmit antenna	δV_{SRTX}	$\pm 0,3$	Rectangular	0,17	1	0,17
Receive antenna	δV_{SRRX}	$\pm 0,3$	Rectangular	0,17	1	0,17

The expanded uncertainty is: $U = 2 u_c(\Delta A_S) = 1,54 \text{ dB}$

Bibliography

Add, to the existing bibliography, the following new references:

- [22] prEN 50147-3:1998, *Electromagnetic Compatibility Basic Emission Standard, Part 3: Emission Measurements in Fully Anechoic Rooms*, TC210-WG4-9905, CENELEC, Brussels, January 1999.
- [23] GARN, H., Müllner, W., Buchmayr, M., Site-Reference Method for EMC Test Site Validation, *Frequenz* 53, July-August 1999, p. 151.
- [24] GISIN, F., Using ANSI C63.5 standard site method antenna factors for verifying ANSI C63.4 site attenuation requirements, *Proceedings of the IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility*, Dallas, 9-13 August 1993.
- [25] GARN, H. F., BUCHMAYR, M., MÜLLNER, W. and RASINGER, J., Primary standards for antenna factor calibration in the frequency range 30 – 1 000 MHz, *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, April 1997, vol. 46, no.2, p. 544-548.
- [26] ALEXANDER, M.J., SALTER, M.J., LOADER, B.G., KNIGHT, D.A., Broadband calculable dipole reference antennas, *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, February 2002, vol. 44, no.1, p. 45-58.
- [27] FOEGELLE, M.D., Site validation theory 101: Techniques and methods, *Compliance Engineering*, July/August 2000, p. 42-53
www.ce-mag.com/archive/2000/julyaugust/Foegelle.html
- [28] ANSI C63.5-2006, American National Standard for Electromagnetic Compatibility–Radiated Emission Measurements in Electromagnetic Interference (EMI) Control–Calibration of Antennas (9 kHz to 40 GHz).

IECNORM.COM . Click to view the full PDF of CISPR 16-1-4 Amend.1:2012

IECNORM.COM . Click to view the full PDF of CISPR 16-14:2010/AMD1:2012

Withdrawn

AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le sous-comité A: Mesures des perturbations radioélectriques et méthodes statistiques, du comité d'études CISPR de la CEI: Comité international spécial des perturbations radioélectriques.

Le texte du présent amendement est basé sur les documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
CISPR/A/995/FDIS	CISPR/A/1005/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation du présent amendement.

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.

INTRODUCTION (à l'Amendement 1)

Le présent amendement présente la méthode de site de référence (RSM). Outre l'introduction de nouveau contenu, la structure de l'Article 5 a été largement remaniée. Le tableau ci-dessous, qui vise à aider le lecteur à parcourir le présent amendement, compare les paragraphes de l'Edition 3.0 existante à ceux du présent amendement. La présente introduction sera supprimée avant la publication de la prochaine édition.

Comparaison de l'Article 5 de l'Edition 3.0 initiale et de celui de l'Amendement 1

Edition 3.0 initiale		Amendement 1	
5	Emplacements d'essai pour la mesure du champ radioélectrique perturbateur dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz	5	Emplacements d'essai pour la mesure du champ radioélectrique perturbateur dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz
5.1	Généralités	5.1	Généralités
5.2	OATS (emplacement d'essai en zone dégagée)	5.2	OATS (emplacement d'essai en zone dégagée)
5.2.1	Généralités	5.2.1	Généralités
5.2.2	Enceinte de protection contre les intempéries	5.2.2	Enceinte de protection contre les intempéries
5.2.3	Zone sans obstacle	5.2.3	Zone sans obstacle
5.2.4	Environnement radiofréquence ambiant d'un emplacement d'essai	5.2.4	Environnement radiofréquence ambiant d'un emplacement d'essai
5.2.5	Plan de sol	5.2.5	Plan de sol
5.2.6	Procédure de validation d'OATS		
5.3	Aptitude des emplacements d'essai pour les autres emplacements d'essai à plan de sol	5.3	Aptitude des autres sites d'essai
5.3.1	Généralités	5.3.1	Autres sites d'essai à plan de sol
5.3.2	Affaiblissement normalisé d'emplacement pour les autres emplacements d'essai	5.3.2	Sites d'essai sans plan de sol (FAR)
5.3.3	Affaiblissement de l'emplacement		
5.3.4	Plan de sol conducteur		
5.4	Aptitude des emplacements d'essai sans plan de sol	5.4	Validation des sites d'essai
5.4.1	Aspects de mesure pour les emplacements d'essai en espace libre constitués par des enceintes blindées entièrement tapissées d'absorbants	5.4.1	Généralités
5.4.2	Performances d'emplacement	5.4.2	Vue d'ensemble des validations d'un emplacement d'essai
5.4.3	Critères de validation d'emplacement	5.4.3	Principes et valeurs de la méthode du NSA pour OATS et SAC
		5.4.4	Méthode de site de référence pour OATS et SAC
		5.4.5	Validation d'un OATS par la méthode du NSA
		5.4.6	Validation d'un OATS ou protégé contre les intempéries par une enceinte d'une SAC
		5.4.7	Validation de site pour les FAR
5.5	Evaluation de la table d'essai et du pylône d'antenne	5.5	Evaluation de la table d'essai et du pylône d'antenne
5.5.1	Généralités	5.5.1	Généralités
5.5.2	Procédure d'évaluation de l'influence de la table d'essai	5.5.2	Procédure d'évaluation de l'influence de la table d'essai

2 Références normatives

Supprimer la date existante et supprimer les deux références existantes aux amendements de la référence existante à la CISPR/TR 16-3.

3.1.12

emplacement d'essai en quasi espace libre

La modification s'applique au texte anglais uniquement.

3.1.15

chambre semi-anéchoïque

SAC

Remplacer la définition existante de ce terme par la nouvelle définition suivante.

enceinte blindée dans laquelle toutes les surfaces à l'exception du plancher métallique sont recouvertes d'un matériau absorbant l'énergie électromagnétique (à savoir un absorbant RF) dans la gamme de fréquences considérée

3.1.19

volume d'essai

Remplacer, dans la définition existante de ce terme, "la FAR" par "une FAR".

Remplacer, dans la Note existante de ce terme, "la FAR" par "une FAR".

Ajouter, après la définition 3.1.21 existante, les nouveaux termes et définitions 3.1.22, 3.1.23, 3.1.24, 3.1.25, 3.1.26 et 3.1.27 suivants:

3.1.22

facteur d'antenne

FA

F_a

rapport entre le champ électrique d'une onde plane incidente et la tension induite sur une charge spécifiée (généralement 50 Ω) connectée à l'antenne

NOTE 1 F_a est affecté par l'impédance de charge connectée aux éléments rayonnants de l'antenne et dépend de la fréquence. Pour une antenne biconique, cette impédance pourrait atteindre 200 Ω . L'impédance des antennes sans symétriseur est égale à l'impédance de charge (généralement de 50 Ω).

NOTE 2 Le FA est habituellement défini pour l'onde plane incidente provenant de la direction correspondant au gain maximum de l'antenne et en un point spécifié de l'antenne.

NOTE 3 La dimension physique du FA est l'inverse du mètre (m^{-1}) et les données mesurées sont normalement exprimées en dB(m^{-1}). Dans les mesures d'émissions rayonnées, si F_a est connu, on peut estimer le champ incident, E , à partir d'un relevé, V , d'un récepteur de mesure connecté à l'antenne comme suit:

$$E = V + F_a$$

où E est exprimé en dB($\mu V/m$), V en dB(μV) et F_a en dB(m^{-1}).

3.1.23

facteur d'antenne en espace libre

$F_{a\ fs}$

FA d'une antenne située dans un environnement en espace libre

NOTE $F_{a\ fs}$ est un mesurande pour le calcul d'incertitude de l'étalonnage de l'antenne. Pour les mesures de NSA, $F_{a\ fs}$ est une grandeur d'entrée pour le calcul d'incertitude.

3.1.24**affaiblissement de site de référence avec une paire d'antennes** A_{APR}

ensemble de résultats de mesure d'affaiblissement de site correspondant aux polarisations verticale et horizontale, obtenu avec une paire d'antennes séparées par une distance définie sur un emplacement d'essai en espace libre idéal, une antenne se trouvant à une hauteur fixe spécifiée au-dessus du plan de sol et l'autre antenne balayant une plage de hauteur spécifiée où la perte d'insertion minimum est enregistrée

NOTE 1 A_{APR} est un mesurande pour le calcul d'incertitude.

NOTE 2 Les mesures de A_{APR} sont comparées aux mesures d'affaiblissement de site correspondantes d'un emplacement d'essai de conformité (COMTS) pour évaluer les performances de ce COMTS.

3.1.25**point de référence de l'antenne**

point médian d'une antenne à partir duquel on mesure la distance entre cette antenne et l'appareil en essai (EUT) ou la deuxième antenne

NOTE Le point de référence de l'antenne est défini soit par le fabricant, à l'aide d'un repère sur les antennes LPDA, soit par le laboratoire d'étalonnage.

3.1.26**emplacement d'essai en espace libre idéal**

emplacement d'essai en espace libre ayant un plan de sol parfaitement plat, parfaitement conducteur et de surface infinie, et ne comportant pas d'objet réfléchissant à l'exception du plan de sol

NOTE Un emplacement d'essai en espace libre (OATS) idéal est un concept théorique qui est utilisé dans la définition du mesurande A_{APR} et dans le calcul de l'affaiblissement normalisée théorique A_N des sites à plan de sol.

3.1.27**emplacement d'essai de référence****REFTS**

emplacement d'essai en espace libre à plan de sol métallique présentant un affaiblissement de site en polarisation horizontale et verticale du champ électrique très précisément spécifié

3.2 Abréviations

Ajouter, avant l'abréviation existante EUT de ce paragraphe, la nouvelle phrase suivante:

La liste suivante définit les abréviations utilisées dans la présente norme qui ne sont pas déjà définies en 3.1.

Ajouter la nouvelle abréviation suivante à la liste existante:

RSM Reference site method (Méthode de site de référence)

Supprimer, dans la liste existante, l'abréviation SAC entière.

4.5.3 Caractéristiques d'antenne

Remplacer, dans le point c) 2) de la liste, dans l'alinéa qui suit la liste des variables de l'Equation (4), le texte existant "correction ou comme incertitude de directivité" par "correction avec incertitude de directivité associée".

Supprimer la NOTE 3 existante dans le point c) 3) de la liste.

Remplacer, dans la liste de quantités qui suit l'Equation (4), la quantité existante " h_1 " par " h_2 ", et la quantité existante " h_2 " par " h_1 ".

Remplacer la Figure 1 existante par la nouvelle figure suivante:

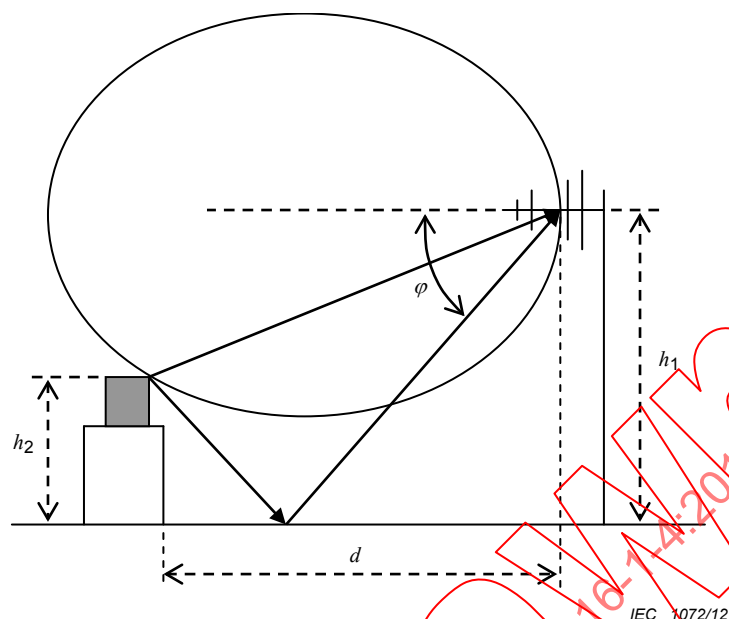


Figure 1 – Représentation schématique du rayonnement de l'EUT atteignant une antenne LPDA directement et via des réflexions sur le sol sur un emplacement de 3 m, présentant la moitié de l'ouverture de faisceau, φ , au niveau du rayon réfléchi

4.5.4.2 Vérification de la conversion de mode différentiel en mode commun (DM/CM) du symétriseur

Remplacer, dans la Note 2 existante, "chambre" par "FAR", et "critère des ± 4 dB" par "critère de validation de site des ± 4 dB".

Remplacer, dans la Note 3 existante, "chambre entièrement anéchoïque" par "FAR", et "NSA (affaiblissement normalisé de l'emplacement)" par "validation de site".

4.5.5 Réponse de polarisation croisée de l'antenne

Remplacer, dans le troisième alinéa de ce paragraphe, "chambre anéchoïque de haute qualité" par "chambre entièrement anéchoïque de haute qualité".

5.1 Généralités

Remplacer le texte existant de ce paragraphe par le nouveau texte suivant:

L'environnement doit assurer des résultats de mesure valides et reproductibles du champ perturbateur produit par un EUT. Pour un EUT qui ne peut être soumis à essai que sur son lieu d'utilisation, des dispositions différentes doivent être prises (voir les détails concernant les mesures in situ dans la CISPR 16-2-3).

5.2.1 Généralités

Remplacer le texte existant de ce paragraphe par le nouveau texte suivant:

Un OATS est une zone caractérisée par un terrain plat dégagé et la présence d'un plan de sol. Pour satisfaire aux exigences de validation de la présente norme, il est recommandé d'utiliser un plan de sol métallique. Un tel emplacement d'essai doit être exempt de constructions, de lignes électriques, de barrières, d'arbres, etc. et ne pas comporter de câbles, canalisations, etc. enterrés, à l'exception de ceux nécessaires à l'alimentation et au

fonctionnement de l'EUT. L'Annexe D donne des recommandations spécifiques de construction d'un OATS pour les mesures de champ perturbateur dans la gamme 30 MHz - 1 000 MHz. Les procédures de validation de site pour un OATS sont données en 5.4.4 et 5.4.5. L'Annexe F explique les fondements du critère d'acceptabilité.

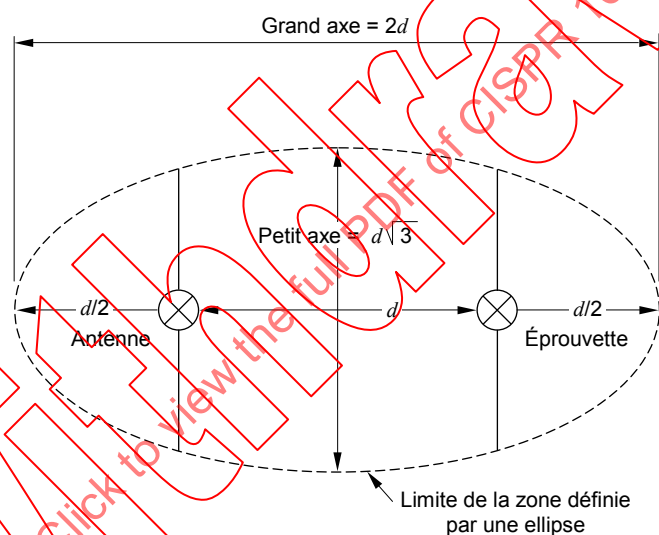
5.2.3 Zone sans obstacle

Remplacer le troisième alinéa de ce paragraphe par le nouvel alinéa suivant:

Pour cette ellipse, la longueur du chemin parcouru par le rayon indirect indésirable réfléchi par tout objet du périmètre est égale à deux fois la longueur du chemin parcouru par le rayon direct entre les foyers. Si un EUT de grandes dimensions est installé sur la table tournante, la zone sans obstacle doit être agrandie de telle manière que les distances de dégagement des obstacles soient respectées sur tout le périmètre de l'EUT.

Remplacer, dans la dernière phrase du quatrième alinéa de ce paragraphe, les mots existants "distance de séparation" par "distance de mesure".

Remplacer la Figure 2 existante par la nouvelle figure suivante:



IEC 1073/12

Figure 2 – Zone sans obstacle d'un emplacement d'essai équipé d'une table tournante (voir 5.2.3)

Remplacer la Figure 3 existante par la nouvelle figure suivante:

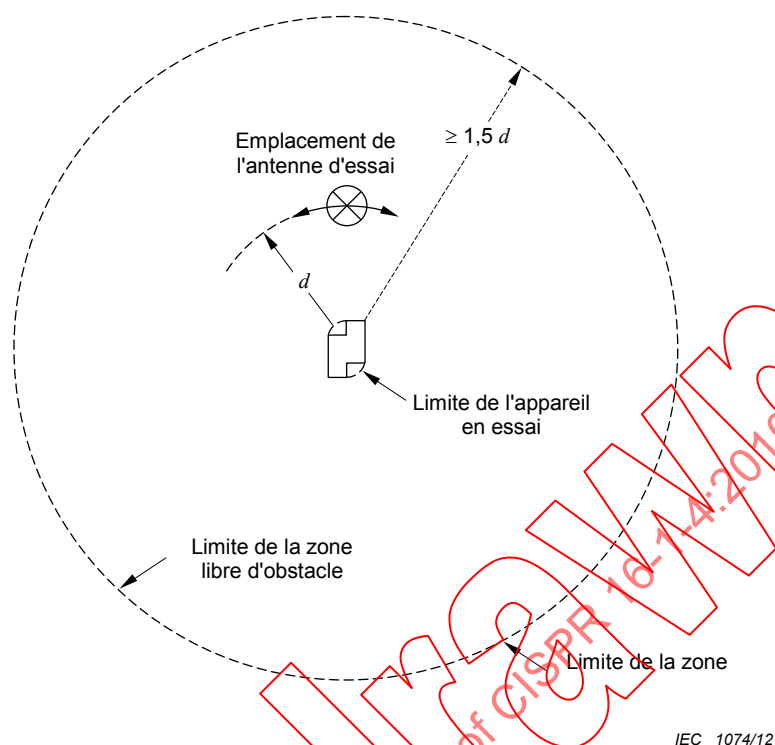


Figure 3 – Zone sans obstacle avec EUT fixe (voir 5.2.3)

5.2.4 Environnement radiofréquence ambiant d'un emplacement d'essai

Remplacer le premier alinéa de ce paragraphe précédant la liste par le nouvel alinéa suivant:

Les niveaux de radiofréquence ambiants d'un OATS doivent être suffisamment bas comparés aux niveaux des mesures à effectuer. A cet égard, la qualité du site peut être évaluée selon quatre catégories, énumérées ci-dessous par ordre de qualité:

Remplacer la note existante de ce paragraphe par la nouvelle note suivante:

NOTE Un niveau ambiant inférieur d'au moins 20 dB à la limite d'émission est considéré comme optimum.

5.2.5 Plan de sol

Remplacer le texte existant de ce paragraphe par le nouveau texte suivant:

Le plan de sol de l'OATS peut se trouver au niveau du sol, ou être surélevé sur une plateforme de dimension appropriée ou une toiture horizontale. Il est préférable d'utiliser un plan de sol métallique, mais, pour certains appareils ou applications, les publications produites peuvent recommander d'autres types de site. L'adéquation du plan de sol métallique dépendra de la conformité de l'emplacement d'essai aux exigences de validation de site en 5.4. Si le matériau utilisé n'est pas métallique, il faut veiller à choisir un site dont les caractéristiques de réflectivité ne changent pas au fil du temps et des conditions météorologiques, ou sous l'effet de matériaux métalliques enterrés tels que ceux de canalisations ou de conduits, ou d'un sol non homogène. De tels sites donnent généralement des caractéristiques d'affaiblissement de site (SA) différentes de celles trouvées pour les sites à surface métallique.

5.2.6 Procédure de validation d'OATS

Supprimer ce paragraphe existant, ainsi que les paragraphes 5.2.6.1 à 5.2.6.4 existants.

5.3 Aptitude des emplacements d'essai pour les autres emplacements d'essai à plan de sol

Remplacer le titre existant de ce paragraphe par le nouveau titre suivant:

5.3 Aptitude des autres sites d'essai

5.3.1 Généralités

Remplacer le titre existant de ce paragraphe par le nouveau titre suivant:

5.3.1 Autres sites d'essai à plan de sol

Remplacer le texte existant de ce paragraphe par le nouveau texte suivant et la nouvelle note suivante:

Un grand nombre de sites et d'installations d'essai différents ont été construits et utilisés pour mesurer les émissions rayonnées. La plupart sont protégés contre les intempéries et contre les perturbations provoquées par le bruit radioélectrique ambiant. Dans une SAC, toutes les parois ainsi que le plafond sont recouverts d'un matériau absorbant approprié. Le plancher est constitué d'un plan de sol métallique émulant un OATS. Une SAC isole l'antenne de réception de l'environnement RF ambiant et permet de soumettre à essai des EUT indépendamment des conditions météorologiques.

Lorsqu'un matériau de construction entoure un emplacement d'essai à plan de sol, le résultat d'une mesure de validation effectuée en un seul point, comme spécifié en 5.4.5, peut ne pas suffire à démontrer l'acceptabilité de cet autre site.

Pour évaluer l'aptitude d'un autre emplacement d'essai à plan de sol, on doit utiliser la procédure en 5.4.6, qui est basée sur l'exécution de plusieurs mesures de validation dans un volume occupé par l'EUT. Les résultats de ces mesures de validation doivent tous se situer dans une tolérance de ± 4 dB pour qu'un site soit jugé équivalent à un OATS.

NOTE Les SAC satisfont généralement aux catégories de qualité de site énumérées en 5.2.4.

5.3.2 Affaiblissement normalisée de site pour les autres sites d'essai

Remplacer le titre existant de ce paragraphe par le nouveau titre suivant:

5.3.2 Sites d'essai sans plan de sol (FAR)

Remplacer le texte existant de ce paragraphe par le nouveau texte suivant et la nouvelle note suivante:

Une enceinte blindée entièrement tapissée d'absorbants, également appelée chambre entièrement anéchoïque (FAR), peut être utilisée pour mesurer les émissions rayonnées. Lorsqu'un site FAR est utilisé, des limites d'émissions rayonnées appropriées doivent être définies dans les normes concernées (normes génériques, de produit ou de famille de produits). La conformité d'un EUT aux exigences de protection des services de radiocommunications (limites) doit être évaluée sur les sites FAR à l'aide de méthodes similaires à celles utilisées pour les essais effectués sur un OATS.

Une FAR est destinée à simuler un environnement en espace libre tel que seul le rayon direct provenant de l'antenne d'émission ou de l'EUT atteigne l'antenne de réception. Toutes les ondes indirectes et réfléchies doivent être réduites par le placement approprié d'un matériau

absorbant sur toutes les parois, sur le plafond et sur le plancher d'une FAR. De même qu'une SAC, une FAR isole l'antenne de réception de l'environnement RF ambiant et permet de soumettre à essai des EUT, indépendamment des conditions météorologiques.

NOTE Les FAR satisfont généralement aux catégories de qualité de site énumérées en 5.2.4.

5.3.3 Affaiblissement de l'emplacement

Supprimer ce paragraphe existant et son titre.

5.3.4 Plan de sol conducteur

Supprimer ce paragraphe existant et son titre.

5.4 Aptitude des emplacements d'essai sans plan de sol

Remplacer le titre existant de ce paragraphe par le nouveau titre suivant:

5.4 Validation des sites d'essai

5.4.1 Aspects de mesure pour les emplacements d'essai en espace libre constitués par des enceintes blindées entièrement tapissées d'absorbants

Remplacer le titre existant de ce paragraphe par le nouveau titre suivant:

5.4.1 Généralités

Remplacer le texte existant de ce paragraphe par le nouveau texte suivant et le nouveau Tableau 7 suivant:

Trois méthodes de validation de site sont définies dans la présente norme:

- méthode du NSA avec doublets accordés,
- méthode du NSA avec antennes à large bande;
- méthode de site de référence avec antennes à large bande.

Les validations des sites d'essai à plan de sol (OATS et SAC) sont présentées en 5.4.2 et 5.4.3. Les points 5.4.4 et 5.4.5 détaillent respectivement les procédures employées dans la RSM et dans la méthode du NSA. La validation d'une SAC ou d'un OATS protégé contre les intempéries par une enceinte nécessite des mesures supplémentaires, qui sont décrites en 5.4.6.

Le Tableau 7 résume les méthodes de validation de site applicables à ces types d'emplacements d'essai spécifiques. Comme l'indique ce tableau, deux ou trois méthodes de validation de site sont décrites pour chacun de ces types d'emplacements d'essai. Pour les besoins de la présente norme, on estime que ces méthodes sont équivalentes, ce qui signifie que la conformité au critère de validation peut être évaluée à l'aide d'une seule méthode. De plus, aucune de ces méthodes documentées n'est définie en tant que méthode de référence.

**Tableau 7 – Méthodes de validation de site applicables
pour les types de site OATS, à base d'OATS, SAC et FAR**

Type d'emplacements d'essai	Applicabilité des méthodes de validation de site		
	Doublets accordés NSA	Antennes à large bande NSA	Antennes à large bande RSM
OATS	Oui	Oui	Oui
OATS avec protection contre les intempéries	Non	Oui	Oui
SAC	Non	Oui	Oui
FAR	Non	Oui	Oui

5.4.2 Performances d'emplacement

Remplacer le titre existant de ce paragraphe par le nouveau titre suivant:

5.4.2 Vue d'ensemble des validations d'un emplacement d'essai

Remplacer le texte existant de ce paragraphe, y compris les Paragraphes 5.4.2.1 à 5.4.2.3.4, par le nouveau texte suivant:

La validation d'un emplacement d'essai est réalisée à l'aide de deux antennes de même polarisation. La validation doit être effectuée séparément pour les polarisations horizontale et verticale.

Le SA correspond à la différence des valeurs suivantes:

- niveau de tension de la source, V_i , appliqué à une antenne d'émission;
- niveau maximum de la tension reçue, V_R , mesuré aux bornes d'une antenne de réception pendant un balayage en hauteur spécifié de l'antenne.

Les mesures de tension sont effectuées dans un circuit à 50 Ω .

Le SA mesuré d'un OATS (voir 5.2) et d'autres sites d'essai à plan de sol (voir 5.3.1) est comparé aux caractéristiques de SA obtenues pour un OATS idéal; ceci constitue la définition du mesurande pour les validations d'un emplacement d'essai. Le résultat de cette comparaison est l'écart de SA, ΔA_S , en dB [voir Equations (26) et (27)]. On considère que le site convient lorsque les résultats de l'écart de SA se situent dans une tolérance de ± 4 dB.

Si la tolérance de ± 4 dB est dépassée, la configuration de l'emplacement d'essai doit être examinée comme décrit en 5.4.5.3.

NOTE L'Annexe F donne les fondements du critère d'acceptabilité de site à 4 dB.

De plus, les écarts de SA ne doivent pas être utilisés pour corriger les données de mesure de champ d'un EUT. Les procédures en 5.4 ne doivent être utilisées que pour les validations d'un emplacement d'essai.

5.4.3 Critères de validation d'emplacement

Remplacer le titre existant de ce paragraphe par le nouveau titre suivant:

5.4.3 Principes et valeurs de la méthode du NSA pour OATS et SAC

Remplacer le texte existant de ce paragraphe par le nouveau texte suivant, les nouveaux Tableaux 8, 9, 10 et 11 suivants, et les nouvelles Figures 29 et 30 suivantes:

Les valeurs de NSA calculées à des fréquences spécifiques sont fournies dans les Tableaux 8 et 9 pour les antennes à doublets accordés, et dans le Tableau 10 pour les antennes à large bande. Les quantités d , h_1 , h_2 , f_M et A_N , qui sont utilisées dans ces tableaux, sont identifiées à la fin du Tableau 8.

NOTE 1 Les valeurs du NSA aux fréquences non indiquées dans les Tableaux 8, 9 et 10 peuvent être obtenues par interpolation linéaire des valeurs présentes dans les tableaux.

NOTE 2 L'espacement d entre les paires d'antennes réseaux de doublets log-périodiques est mesuré à partir de la projection sur le plan de sol du point médian de l'axe longitudinal de chaque antenne.

NOTE 3 L'espacement d entre les antennes biconiques est mesuré à partir des axes centraux des éléments au point d'alimentation.

Pour effectuer les mesures dans chaque polarisation, la méthode du NSA nécessite deux mesures différentes de la tension reçue, V_R ; les Figures 29 et 30 illustrent les montages associés à ces mesures.

Tableau 8 – Affaiblissement de site normalisé théorique, A_N – géométries recommandées pour les doublets demi-onde accordés à polarisation horizontale

Polarisation	Horizontal	Horizontal	Horizontal	Horizontal
d	3 m ^a	10 m	30 m	30 m
h_1	2 m	2 m	2 m	2 m
h_2	1 m à 4 m	1 m à 4 m	1 m à 4 m	2 m à 6 m
f_M MHz	A_N dB(m ²)			
30	11,0	24,1	41,7	38,4
35	8,8	21,6	39,1	35,8
40	7,0	19,4	36,8	33,5
45	5,5	17,5	34,7	31,5
50	4,2	15,9	32,9	29,7
60	2,2	13,1	29,8	26,7
70	0,6	10,9	27,2	24,1
80	-0,7	9,2	24,9	21,9
90	-1,8	7,8	23,0	20,1
100	-2,8	6,7	21,2	18,4
120	-4,4	5,0	18,2	15,7
140	-5,8	3,5	15,8	13,6
160	-6,7	2,3	13,8	11,9
180	-7,2	1,2	12,0	10,6
200	-8,4	0,3	10,6	9,7
250	-10,6	-1,7	7,8	7,7
300	-12,3	-3,3	6,1	6,1
400	-14,9	-5,8	3,5	3,5
500	-16,7	-7,6	1,6	1,6
600	-18,3	-9,3	0	0
700	-19,7	-10,6	-1,4	-1,3
800	-20,8	-11,8	-2,5	-2,4
900	-21,8	-12,9	-3,5	-3,5
1 000	-22,7	-13,8	-4,5	-4,4
d	est la distance de séparation horizontale entre les projections des antennes d'émission et de réception sur le plan de sol.			
h_1	est la hauteur du centre de l'antenne d'émission au-dessus du plan de sol.			
h_2	est la plage de hauteurs en mètres du centre de l'antenne de réception au-dessus du plan de sol. Le signal maximum reçu dans cette plage de balayage en hauteur est utilisé pour les résultats du NSA.			
f_M	est la fréquence.			
A_N	est le NSA.			
^a	Il convient que les facteurs de correction d'impédance mutuelle (voir Tableau 11) des doublets demi-onde accordés à polarisation horizontale espacés de 3 m soient utilisés dans l'Equation (26).			

Tableau 9 – Affaiblissement de site normalisé théorique, A_N – géométries recommandées pour les doublets demi-onde accordés à polarisation verticale

f_M MHz	$d = 3 \text{ m}^a$ $h_1 = 2,75 \text{ m}$		$d = 10 \text{ m}$ $h_1 = 2,75 \text{ m}$		$d = 30 \text{ m}$ $h_1 = 2,75 \text{ m}$	
	h_2 m	A_N dB(m ²)	h_2 m	A_N dB(m ²)	h_2 m	A_N dB(m ²)
30	2,75 à 4	12,4	2,75 à 4	18,8	2,75 à 6	26,3
35	2,39 à 4	11,3	2,39 à 4	17,4	2,39 à 6	24,9
40	2,13 à 4	10,4	2,13 à 4	16,2	2,13 à 6	23,8
45	1,92 à 4	9,5	1,92 à 4	15,1	2 à 6	22,8
50	1,75 à 4	8,4	1,75 à 4	14,2	2 à 6	21,9
60	1,50 à 4	6,3	1,50 à 4	12,6	2 à 6	20,4
70	1,32 à 4	4,4	1,32 à 4	11,3	2 à 6	19,1
80	1,19 à 4	2,8	1,19 à 4	10,2	2 à 6	18,0
90	1,08 à 4	1,5	1,08 à 4	9,2	2 à 6	17,1
100	1 à 4	0,6	1 à 4	8,4	2 à 6	16,3
120	1 à 4	-0,7	1 à 4	7,5	2 à 6	15,0
140	1 à 4	-1,5	1 à 4	5,5	2 à 6	14,1
160	1 à 4	-3,1	1 à 4	3,9	2 à 6	13,3
180	1 à 4	-4,5	1 à 4	2,7	2 à 6	12,8
200	1 à 4	-5,4	1 à 4	1,6	2 à 6	12,5
250	1 à 4	-7,0	1 à 4	-0,6	2 à 6	8,6
300	1 à 4	-8,9	1 à 4	-2,3	2 à 6	6,5
400	1 à 4	-11,4	1 à 4	-4,9	2 à 6	3,8
500	1 à 4	-13,4	1 à 4	-6,9	2 à 6	1,8
600	1 à 4	-14,9	1 à 4	-8,4	2 à 6	0,2
700	1 à 4	-16,3	1 à 4	-9,7	2 à 6	-1,0
800	1 à 4	-17,4	1 à 4	-10,9	2 à 6	-2,4
900	1 à 4	-18,5	1 à 4	-12,0	2 à 6	-3,3
1 000	1 à 4	-19,4	1 à 4	-13,0	2 à 6	-4,2

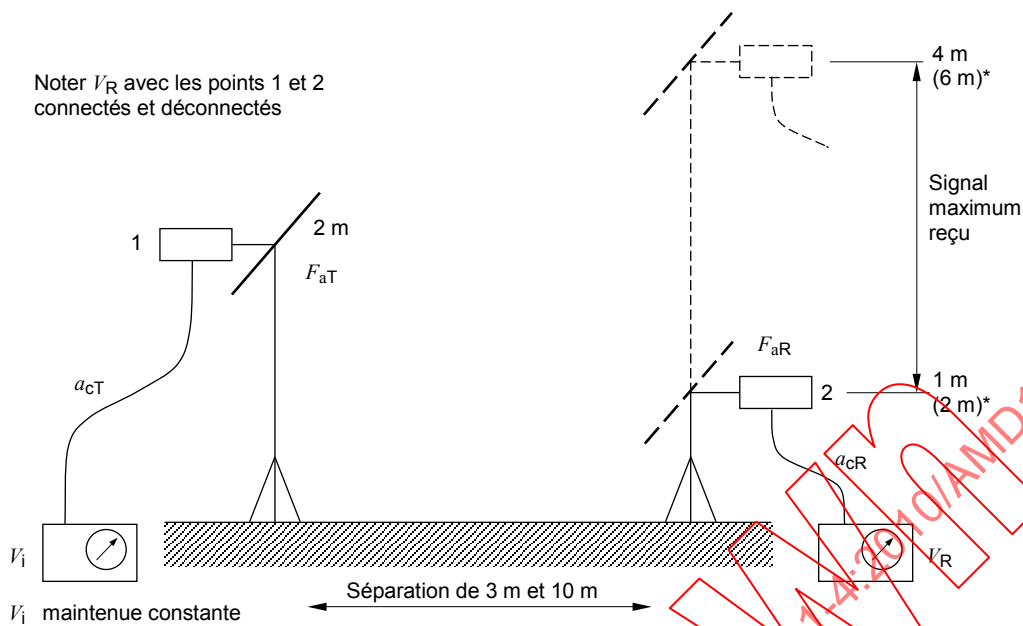
^a Il convient que les facteurs de correction d'impédance mutuelle (voir Tableau 11) des doublets demi-onde accordés à polarisation verticale espacés de 3 m soient utilisés dans l'Equation (26).

Tableau 10 – Affaiblissement de site normalisé théorique, A_N – géométries recommandées pour les antennes à large bande

Polarisation		Horizontal						Vertical					
d	m	3	3	10	10	30	30	3	3	10	10	30	30
h_1	m	1	2	1	2	1	2	1	1,5	1	1,5	1	1,5
$h_{2,min}$	m	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$h_{2,max}$	m	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
f_M		A_N											
MHz		dB(m ²)											
30		15,8	11,0	29,8	24,1	47,8	41,7	8,2	9,3	16,7	16,9	26,0	26,0
35		13,4	8,8	27,1	21,6	45,1	39,1	6,9	8,0	15,4	15,6	24,7	24,7
40		11,3	7,0	24,9	19,4	42,8	36,8	5,8	7,0	14,2	14,4	23,5	23,5
45		9,4	5,5	22,9	17,5	40,8	34,7	4,9	6,1	13,2	13,4	22,5	22,5
50		7,8	4,2	21,1	15,9	38,9	32,9	4,0	5,4	12,3	12,5	21,6	21,6
60		5,0	2,2	18,0	13,1	35,8	29,8	2,6	4,1	10,7	11,0	20	20
70		2,8	0,6	15,5	10,9	33,1	27,2	1,5	3,2	9,4	9,7	18,7	18,7
80		0,9	-0,7	13,3	9,2	30,8	24,9	0,6	2,6	8,3	8,6	17,5	17,5
90		-0,7	-1,8	11,4	7,8	28,8	23,0	-0,1	2,1	7,3	7,6	16,5	16,5
100		-2,0	-2,8	9,7	6,7	27	21,2	-0,7	1,9	6,4	6,8	15,6	15,6
120		-4,2	-4,4	7,0	5,0	23,9	18,2	-1,5	1,3	4,9	5,4	14,0	14,0
140		-6,0	-5,8	4,8	3,5	21,2	15,8	-1,8	-1,5	3,7	4,3	12,7	12,7
160		-7,4	-6,7	3,1	2,3	19	13,8	-1,7	-3,7	2,6	3,4	11,5	11,6
180		-8,6	-7,2	1,7	1,2	17	12,0	-1,3	-5,3	1,8	2,7	10,5	10,6
200		-9,6	-8,4	0,6	0,3	15,3	10,6	-3,6	-6,7	1,0	2,1	9,6	9,7
250		-11,7	-10,6	-1,6	-1,7	11,6	7,8	-7,7	-9,1	-0,5	0,3	7,7	7,9
300		-12,8	-12,3	-3,3	-3,3	8,8	6,1	-10,5	-10,9	-1,5	-1,9	6,2	6,5
400		-14,8	-14,9	-5,9	-5,8	4,6	3,5	-14,0	-12,6	-4,1	-5,0	3,9	4,3
500		-17,3	-16,7	-7,9	-7,6	1,8	1,6	-16,4	-15,1	-6,7	-7,2	2,1	2,8
600		-19,1	-18,3	-9,5	-9,3	0,0	0,0	-16,3	-16,9	-8,7	-9,0	0,8	1,8
700		-20,6	-19,7	-10,8	-10,6	-1,3	-1,4	-18,4	-18,4	-10,2	-10,4	-0,3	-0,9
800		-21,3	-20,8	-12,0	-11,8	-2,5	-2,5	-20,0	-19,3	-11,5	-11,6	-1,1	-2,3
900		-22,5	-21,8	-12,8	-12,9	-3,5	-3,5	-21,3	-20,4	-12,6	-12,7	-1,7	-3,4
1 000		-23,5	-22,7	-13,8	-13,8	-4,4	-4,5	-22,4	-21,4	-13,6	-13,6	-3,5	-4,3

^a Ces données s'appliquent aux antennes qui sont dégagées d'au moins 25 cm du plan de sol lorsque le centre de ces antennes se situe à 1 m au-dessus du plan de sol en polarisation verticale.

D'autres valeurs sont obtenues par interpolation linéaire.



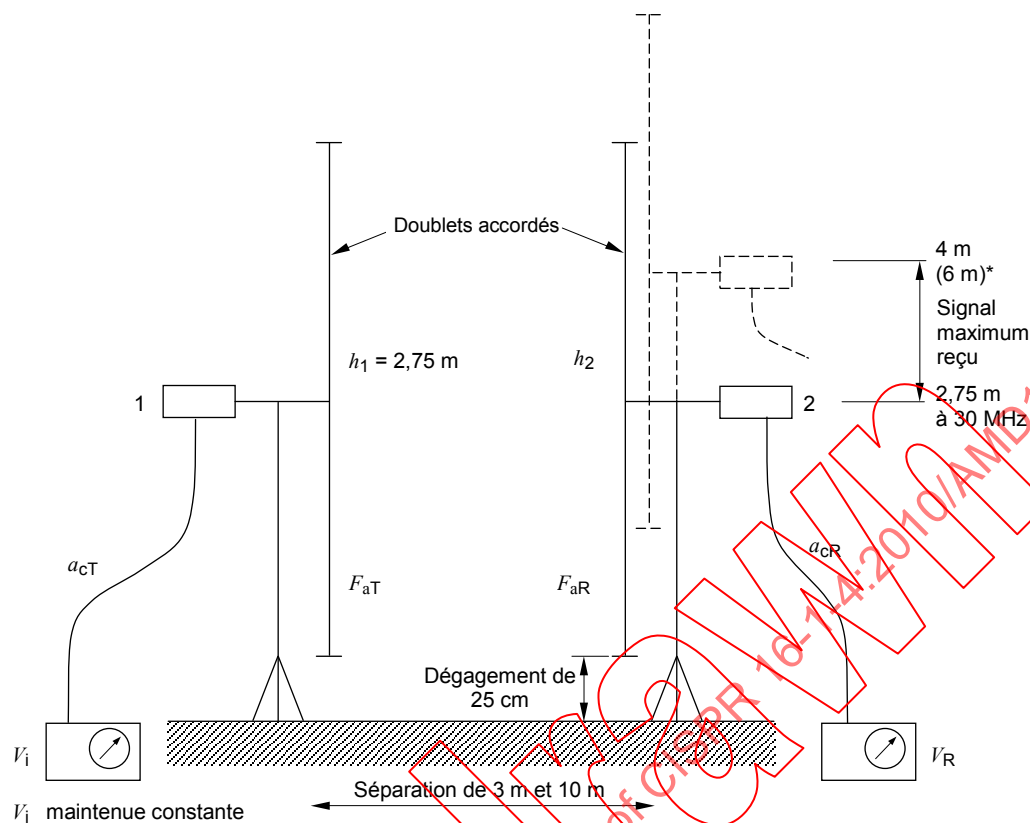
* Pour une distance de séparation de 30 m

IEC 1075/12

Légende

- a_{cR} perte d'insertion du câble de l'antenne de réception
- a_{cT} perte d'insertion du câble de l'antenne d'émission
- F_{aR} facteur d'antenne de réception
- F_{aT} facteur d'antenne d'émission
- V_i tension de source
- V_R tension reçue

Figure 29 – Configuration de l'équipement de mesure de l'affaiblissement de site en polarisation horizontale



V_i maintenue constante

$h_1 = h_2 = 1 \text{ m (min.)}$ pour les antennes à large bande

* Pour une distance de séparation de 30 m

IEC 1076/12

Légende

a_{cR}	perte d'insertion du câble de l'antenne de réception
a_{cT}	perte d'insertion du câble de l'antenne d'émission
F_{aR}	facteur d'antenne de réception
F_{aT}	facteur d'antenne d'émission
h_1, h_2	voir Tableau 9
V_i	tension de source
V_R	tension reçue

Figure 30 – Configuration de l'équipement de mesure de l'affaiblissement de site en polarisation verticale avec des doublets accordés

La première valeur de V_R (V_{DIRECT}) est mesurée avec les deux câbles coaxiaux déconnectés des deux antennes et raccordés entre eux par l'intermédiaire d'un adaptateur. La deuxième valeur de V_R (V_{SITE}) est mesurée avec les câbles coaxiaux reconnectés à leurs antennes respectives et le signal maximum est mesuré alors que l'antenne de réception est balayée en hauteur (de 1 m à 4 m pour des distances de séparation de 3 m et de 10 m; de 1 m à 4 m ou de 2 m à 6 m pour des distances de séparation de 30 m). Pour ces deux mesures, la tension de la source de signal, V_i , est maintenue constante. Les résultats de mesure, ainsi que le NSA (A_N), sont utilisés dans l'Equation (26) pour obtenir les résultats de l'écart de SA. Tous les termes sont exprimés en dB.

$$\Delta A_s = V_{\text{DIRECT}} - V_{\text{SITE}} - F_{aT} - F_{aR} - A_N - \Delta A_{\text{TOT}} \quad (26)$$

où

- ΔA_s est l'écart de SA;
- F_{aT} est le facteur d'antenne d'émission;
- F_{aR} est le facteur d'antenne de réception;
- A_N est le NSA, d'après les Tableaux 8, 9 et 10, selon le cas;
- ΔA_{TOT} est le facteur de correction d'impédance mutuelle.

F_{aT} et F_{aR} doivent être étalonnés comme des facteurs d'antenne en espace libre (voir 5.4.5.4).

Il convient de noter que les deux premiers termes représentent la mesure réelle du SA (classiquement, SA est égal à $V_{\text{DIRECT}} - V_{\text{SITE}}$), qui correspond à la perte d'insertion du trajet de propagation compte tenu des propriétés des deux antennes utilisées.

Les valeurs théoriques du facteur de correction d'impédance mutuelle, ΔA_{TOT} , des doublets demi-onde accordés sont données dans le Tableau 11 pour la géométrie de site recommandée prévoyant 3 m de séparation, en polarisation horizontale et verticale. Pour les autres géométries de montage, par exemple 10 m ou 30 m ou si des antennes à large bande sont utilisées, la correction de l'impédance mutuelle n'est pas nécessaire.

Tableau 11 – Facteurs de correction d'impédance mutuelle pour l'essai du NSA avec des doublets résonnants accordables espacés de 3 m

f_M MHz	ΔA_{TOT} – Facteur de correction total dB	
	Polarisation horizontale $d = 3 \text{ m}$ $h_1 = 2 \text{ m}$ $h_2 = 1 \text{ m à } 4 \text{ m}$	Polarisation verticale $d = 3 \text{ m}$ $h_1 = 2,75 \text{ m}$ $h_2 = (\text{voir Tableau 8})$
30	3,1	2,9
35	4,0	2,6
40	4,1	2,1
45	3,3	1,6
50	2,8	1,5
60	1,0	2,0
70	-0,4	1,5
80	-1,0	0,9
90	-1,0	0,7
100	-1,2	0,1
120	-0,4	-0,2
125	-0,2	-0,2
140	-0,1	0,2
150	-0,9	0,4
160	-1,5	0,5
175	-1,8	-0,2
180	-1,0	-0,4

NOTE 1 Les valeurs associées aux doublets résonnants ont été calculées à l'aide de la méthode des moments et du code numérique électromagnétique (NEC) ou du système informatique MININEC [3], [4], [9].

NOTE 2 Ces facteurs de correction ne décrivent pas entièrement les facteurs d'antenne mesurés au-dessus d'un plan de sol, par exemple à des hauteurs de 3 m ou de 4 m, dans la mesure où ces facteurs d'antenne sont différents des facteurs d'antenne en espace libre aux fréquences inférieures. Toutefois, ces valeurs sont suffisantes pour indiquer les anomalies d'un site.

NOTE 3 On attire l'attention des utilisateurs sur le fait que certains doublets demi-onde ou certaines antennes équipées de symétriseurs inhabituels peuvent présenter des caractéristiques différentes de celles de l'antenne décrite en 5.4.5.4.

Selon la méthode utilisée, le critère de validation doit être satisfait:

- aux fréquences indiquées dans le Tableau 8 si l'on utilise des doublets accordés;
- à toutes les fréquences de la gamme de fréquences souhaitée si l'on utilise des antennes à large bande (méthode du NSA par balayage de fréquence, voir 5.4.5.2).

Pour confirmer l'absence de dérive de tension due aux variations de température dans les instruments de mesure ou les câbles, mesurer à nouveau V_{DIRECT} après une période de temps appropriée pour confirmer la stabilité des résultats.

Le Tableau 10 énumère les valeurs de NSA pour les antennes à large bande, telles que les antennes biconiques ou les réseaux de doublets log-périodiques, pour les orientations horizontale et verticale par rapport au plan de sol. Le Tableau 8 énumère les valeurs de NSA pour les doublets demi-onde accordés orientés horizontalement par rapport au plan de sol. Le Tableau 9 énumère les valeurs de NSA pour les doublets demi-onde accordés orientés verticalement par rapport au plan de sol. Il convient de noter que le Tableau 9 présente des restrictions pour la hauteur de balayage h_2 ; elles permettent de tenir compte du fait que l'extrémité inférieure du doublet de réception est maintenue à au moins 25 cm du plan de sol.

NOTE 4 Les différences entre les Tableaux 8, 9 et 10 s'expliquent par le choix de paramètres géométriques différents pour une antenne à large bande et un doublet demi-onde accordé, principalement en raison des restrictions spatiales imposées par ces derniers.

Des facteurs d'antenne précis sont nécessaires pour la mesure du NSA. Des antennes à polarisation linéaire sont nécessaires. Les facteurs d'antenne donnés par le fabricant peuvent prendre en compte des pertes dues au symétriseur, entre autres caractéristiques. Si un symétriseur distinct ou des câbles associés sont utilisés, leurs effets doivent être pris en compte. La formule à utiliser pour les doublets demi-onde accordés est donnée en 5.4.5.4.

Si ΔA_S est supérieur à ± 4 dB, les éléments suivants doivent être recontrôlés:

- a) procédure de mesure;
- b) précision des facteurs d'antenne;
- c) dérive de la source de signal ou précision de l'atténuateur d'entrée du récepteur ou de l'analyseur de spectre; et
- d) indications des instruments de mesure.

Si aucune erreur n'est trouvée pour les paramètres mentionnés en a), b), c) et d), on doit considérer que c'est le site qui est en cause et effectuer une recherche détaillée des causes possibles de la variabilité du site. L'Annexe F décrit les erreurs pouvant se produire au cours des mesures de NSA.

Il convient de noter que la polarisation verticale étant en général une condition de mesure plus rigoureuse, on recherche généralement les anomalies des sites en utilisant cette métrique plutôt que les résultats du NSA en polarisation horizontale. Les points clés à examiner comprennent:

- 1) la dimension du plan de sol et la non-conformité de sa construction;
- 2) les objets situés à la périphérie du site et pouvant provoquer des réflexions indésirables;
- 3) les réflexions des couvertures tout temps;
- 4) la discontinuité du plan de sol au niveau de la circonférence de la table tournante pour des configurations où la surface de la table tournante est conductrice et se situe à la même hauteur que le plan de sol du site;
- 5) l'épaisseur de toutes les couvertures diélectriques de plan de sol; et
- 6) les ouvertures dans le plan de sol, par exemple pour les marches menant aux salles de contrôle souterraines.

Ajouter, à la fin de ce paragraphe, les nouveaux Paragraphes 5.4.4 à 5.4.7.4 suivants:

5.4.4 Méthode de site de référence pour OATS et SAC

5.4.4.1 Généralités

La méthode RSM est une autre méthode pour valider l'aptitude d'un emplacement d'essai en utilisant des antennes à large bande. Comme avec la méthode du NSA, l'évaluation de V_{DIRECT} et V_{SITE} est requise. Ces résultats sont obtenus en utilisant exactement la même géométrie et la même polarisation que celles qui sont spécifiées pour la méthode du NSA. Pour un OATS protégé contre les intempéries par une enceinte ou une SAC, les configurations sont les suivantes:

- distance d'essai de 3 m ou 10 m;

NOTE 1 Bien que la RSM puisse être appliquée pour des sites de mesure à 30 m, ceci est impossible en raison du nombre limité de sites de référence appropriés.

- hauteurs de 1 m et 2 m des antennes d'émission pour la polarisation horizontale, et de 1 m et 1,5 m pour la polarisation verticale;
- plage de balayage en hauteur de l'antenne de réception de 1 m à 4 m.

La principale différence entre les méthodes RSM et NSA est le calcul des écarts de SA, qui est défini ici par l'équation suivante:

$$\Delta A_S = V_{\text{DIRECT}} - V_{\text{SITE}} - A_{\text{APR}} \quad (27)$$

Plutôt que d'utiliser les facteurs d'antenne d'émission et de réception et les valeurs de NSA (A_N) calculées, on utilise les résultats de mesure de SA de référence avec une paire d'antennes (A_{APR}).

NOTE 2 A_{APR} ne tient pas compte des facteurs d'antenne, mais intègre le couplage entre les antennes, y compris les effets du couplage de chaque antenne avec le sol. De plus, les diagrammes de rayonnement des antennes sont inclus, ce qui diffère de la méthode du NSA, où on effectue une approximation des diagrammes de rayonnement en reprenant ceux de doublets hertiens.

Pour un OATS protégé contre les intempéries par une enceinte et une SAC, quatre ensembles de données sont requis, à savoir deux hauteurs d'antenne avec deux polarisations. Pour chaque distance, polarisation et hauteur d'antenne supplémentaires, un A_{APR} différent est nécessaire, comme indiqué dans l'exemple de modèle du Tableau 12.

Tableau 12 – Exemple de modèle pour les ensembles de données A_{APR}

Fréquence MHz	Affaiblissement de site de référence avec une paire d'antennes, A_{APR} dB			
	Horizontal		Vertical	
	$h_1 = 1 \text{ m}$	$h_1 = 2 \text{ m}$	$h_1 = 1 \text{ m}$	$h_1 = 1,5 \text{ m}$
30	...	...	...	...
31	...	...	...	...
32	...	...	...	...
...	...	...	...	...

Lorsqu'on utilise un analyseur de réseau ou un récepteur à pas de fréquence pour effectuer une mesure par RSM, on doit utiliser les pas de fréquence du Tableau 13.

NOTE 3 La RSM est une méthode par balayage de fréquence. Le Tableau 13 définit le pas maximum.

NOTE 4 Lorsqu'on utilise un récepteur à accord continu ou un analyseur de spectre pour une mesure par RSM, la définition du pas de fréquence du Tableau 13 ne s'applique pas.

Tableau 13 – Pas de fréquence de la RSM

Gamme de fréquences MHz	Pas de fréquence maximum MHz
30 à 100	1
100 à 500	5
500 à 1 000	10

Les fréquences pour la mesure par RSM doivent être identiques aux fréquences de l'étalonnage du SA de référence avec une paire d'antennes.

Le critère ΔA_S [voir Equation (27)] doit être satisfait pour les fréquences indiquées dans le Tableau 13.

5.4.4.2 Antennes non autorisées pour les mesures par RSM

Pour les besoins de la présente norme, il n'est pas admis d'utiliser des antennes hybrides pour les mesures de validation de site par RSM.

NOTE 1 Lors de la validation de sites de SAC spécifiques à l'aide d'antennes biconiques et hybrides, un écart important a été observé entre les résultats. La principale raison de cet écart est la différence de distance entre les centres de phase des antennes, par exemple 10 m pour les antennes biconiques et environ 11,2 m pour les antennes hybrides typiques. Pour éviter ces problèmes de reproductibilité, il convient de ne pas utiliser d'antennes hybrides.

NOTE 2 Les antennes hybrides ne sont en général pas utilisées pour la validation de site en raison des incertitudes plus grandes qui sont associées au positionnement de ces antennes généralement plus grandes et plus encombrantes, en particulier pour un emplacement d'essai à 3 m où la longueur globale combinée des deux antennes hybrides peut être proche de 3 m.

NOTE 3 On obtient généralement de meilleures performances pour une SAC avec des antennes standard (biconiques ou LPDA) pour un ΔA_s plus petit; il est fortement déconseillé d'ajuster les paramètres de conception de la SAC pour obtenir la conformité de validation de site avec des antennes hybrides. Pour acheter une SAC délivrant de meilleures performances que celles exigées par la norme, il convient de demander au fabricant de respecter un écart $\Delta A_s = 3,5$ dB, par exemple.

5.4.4.3 Détermination de l'affaiblissement de site de référence avec une paire d'antennes sur un REFTS

Une approche de la mesure de A_{APR} consiste à utiliser un emplacement d'essai de référence (REFTS) dont les performances ont été déterminées conformément aux procédures décrites dans la CISPR 16-1-5. Une deuxième approche est donnée en 5.4.4.4.

Avec une distance d'essai de 10 m, pour déterminer A_{APR} , on doit utiliser des positions du REFTS identiques à celles utilisées pour la validation du REFTS selon les procédures de la CISPR 16-1-5.

Avec une distance d'essai de 3 m, on doit effectuer des mesures sur l'axe tracé entre les positions d'émission et de réception utilisées pour la validation du REFTS selon les procédures de la CISPR 16-1-5 (voir Figure 31).

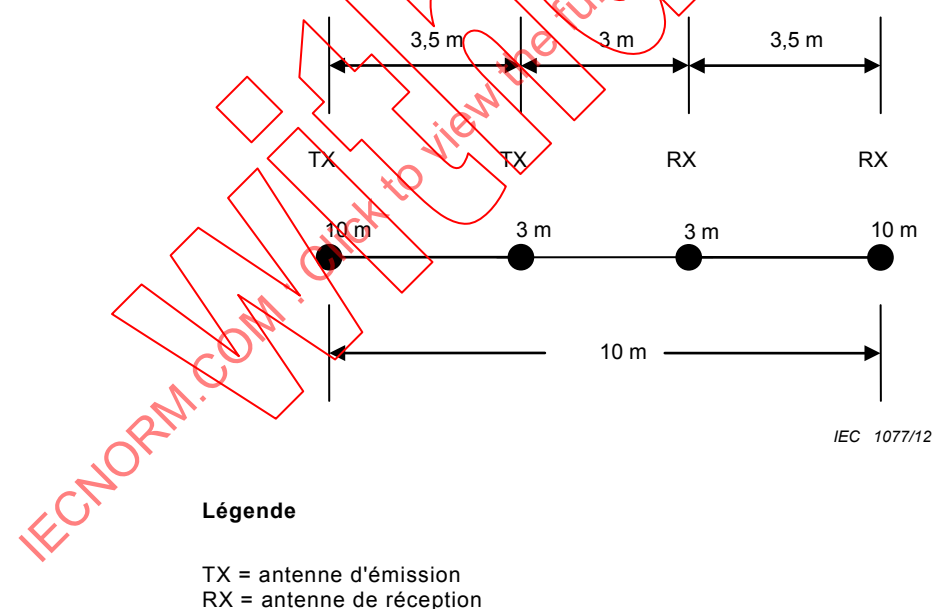


Figure 31 – Position des points d'essai pour un essai à une distance de 3 m

La procédure suivante doit être utilisée pour déterminer A_{APR} :

- déterminer V_{DIRECT} ;
- disposer l'antenne d'émission en polarisation horizontale à une hauteur de 1 m;
- disposer l'antenne de réception avec la même polarisation à une distance d ;
- déterminer V_{SITE} pendant le balayage en hauteur de 1 m à 4 m de l'antenne de réception;

e) calculer A_{APR} comme suit:

$$A_{APR} = V_{DIRECT} - V_{SITE} \quad (28)$$

f) répéter les étapes b) à e) pour une hauteur d'antenne d'émission de 2 m avec polarisation horizontale, puis pour des hauteurs d'émission de 1 m et 1,5 m avec polarisation verticale.

5.4.4.4 Détermination de l'affaiblissement de site de référence avec une paire d'antennes à l'aide d'une technique de moyennage sur un OATS de grandes dimensions

Une autre méthode pour déterminer A_{APR} consiste à effectuer des mesures sur un OATS de grandes dimensions (voir les alinéas suivants de ce paragraphe pour savoir ce que l'on entend par "grandes dimensions"). Les écarts de SA par rapport au comportement idéal sont dus à la limitation de la surface et de la planéité du plan de sol, et aux réflexions des objets situés au voisinage immédiat, par exemple les bâtiments ou les arbres. D'autre part, les réflexions des bords du plan de sol peuvent produire une ondulation sinusoïdale du SA mesuré, principalement pour les mesures en polarisation verticale. Lorsqu'on fait varier la position de la paire d'antennes sur le plan de sol, l'amplitude et la phase de l'ondulation varient également.

Pour minimiser ces effets, le SA est mesuré pour plusieurs positions de la paire d'antennes et une valeur moyenne est calculée. Cette valeur moyenne converge vers le SA d'un site idéal.

NOTE 1 Une technique similaire est indiquée en référence [28].

L'OATS doit satisfaire aux exigences suivantes:

- plan de sol de 30 m sur 20 m minimum;
- écart par rapport à la planéité inférieur à ± 10 mm;
- aucune couche protectrice (diélectrique) sur le plan de sol métallique.

La procédure suivante doit être utilisée pour déterminer A_{APR} :

a) Identifier des points d'essai appariés sur l'OATS selon la configuration indiquée à la Figure 32. Les neuf points associés à chaque antenne doivent être situés sur le plan de sol. Si une couverture de protection contre les intempéries est présente sur l'OATS, la distance minimum entre un quelconque point d'essai et une quelconque partie de cette couverture doit être supérieure à 3 m. Les positions de mesure à l'intérieur de la couverture sont interdites.

NOTE 2 Il est recommandé de disposer la grille locale (système de coordonnées) à un angle relatif non nul par rapport aux bords (rectilignes) du plan de sol et à un angle relatif non nul par rapport aux jonctions soudées. Un exemple d'une telle implantation est donné à la Figure 33.

Dans les conditions suivantes, l'utilisation de moins de neuf positions d'essai (18 points) doit être autorisée:

1) lorsque la conformité a été démontrée antérieurement:

si la conformité au critère écart type $s \leq 0,3$ dB [voir Equation (30)] a été démontrée pour au moins une paire d'antennes pour chaque sous-gamme de fréquences dans les 24 mois qui précèdent, le nombre minimum suivant de positions d'essai de la paire d'antennes doit être autorisé:

- une position (au centre) pour les antennes biconiques, en polarisation horizontale,
- trois positions (au centre, plus deux autres positions) pour les antennes biconiques, en polarisation verticale,
- une position (au centre) pour les antennes log-périodiques dans les deux polarisations;

2) lorsque la conformité a été démontrée avec un plus petit nombre de points:

- si le critère de conformité est satisfait avec moins de neuf points, il est autorisé d'utiliser ce nombre de points.

NOTE 3 Pour déterminer l' A_{APR} le plus précis, l'utilisation des neuf positions de la paire d'antennes est recommandée.

- Numéroter les positions d'essai choisies de 1 à N (N étant inférieur ou égal à neuf).
- Disposer les antennes dans la position 1.
- Mesurer $A_{APR,1}$ pour toutes les hauteurs et polarisations requises à toutes les fréquences énumérées dans le Tableau 13.
- Répéter l'étape d) pour toutes les autres positions.
- Calculer la moyenne, exprimée en dB, de l' $A_{APR,i}$ mesuré:

$$A_{APR} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N A_{APR,i} \quad (29)$$

- Calculer l'écart type, exprimé en dB, de l' A_{APR} :

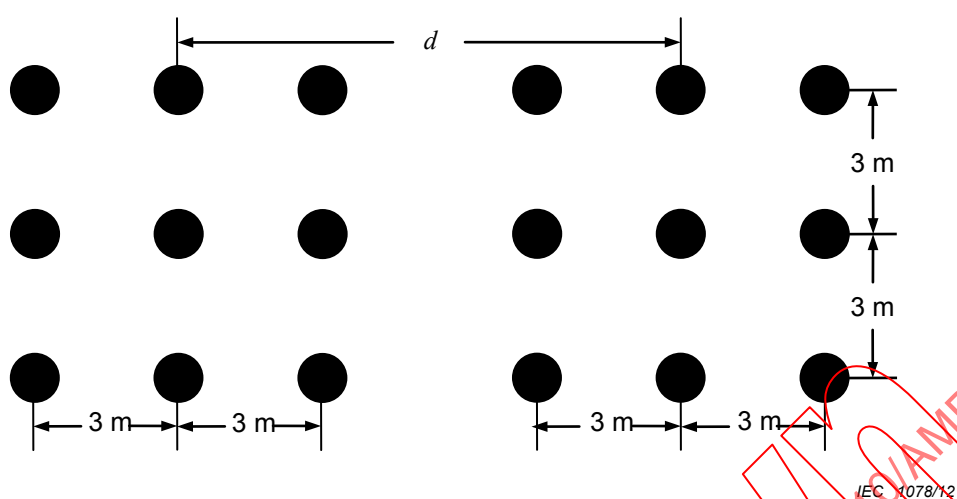
$$s(A_{APR}) = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (A_{APR,i} - A_{APR})^2} \quad (30)$$

On doit considérer que les valeurs A_{APR} étalonnées pourront être utilisées pour une validation ultérieure de COMTS si $s \leq 0,6$ dB pour toutes les fréquences mesurées.

Si $N \geq 2$, l'Equation (30) doit être utilisée pour calculer la précision de $s(A_{APR})$ nécessaire pour un calcul d'incertitude. Si $N = 1$, on doit prendre $s = 0,6$ dB.

Il faut particulièrement veiller à ce qu'aucun décalage commun (effet systématique) ne soit introduit dans les données pour toutes les positions sélectionnées. Un tel effet pourrait être dû à l'influence du mât d'antenne. Pour certains mâts d'antenne, un couplage significatif entre la couverture métallique du boîtier du moteur et l'antenne peut se produire. L'amplitude de cette influence doit être étudiée en modifiant la distance entre l'antenne et la couverture du moteur, d_{Ant} , (voir Figure 34), et en répétant les mesures A_{APR} avec ces nouvelles configurations. Cette influence doit être incluse dans le calcul d'incertitude.

Un décalage commun peut également être causé par des réflexions du câble d'antenne. Pour minimiser cette influence, le câble doit être tendu horizontalement sur une longueur d'au moins 2 m derrière l'antenne avant d'être abaissé jusqu'au sol. Des ferrites à pince doivent être utilisées sur les câbles pour réduire les courants de surface. Ce facteur d'influence doit également être inclus dans le calcul d'incertitude.



d est la distance entre les projections des deux points de référence d'antenne

Figure 32 – Position des points d'essai appariés pour toutes les distances d'essai

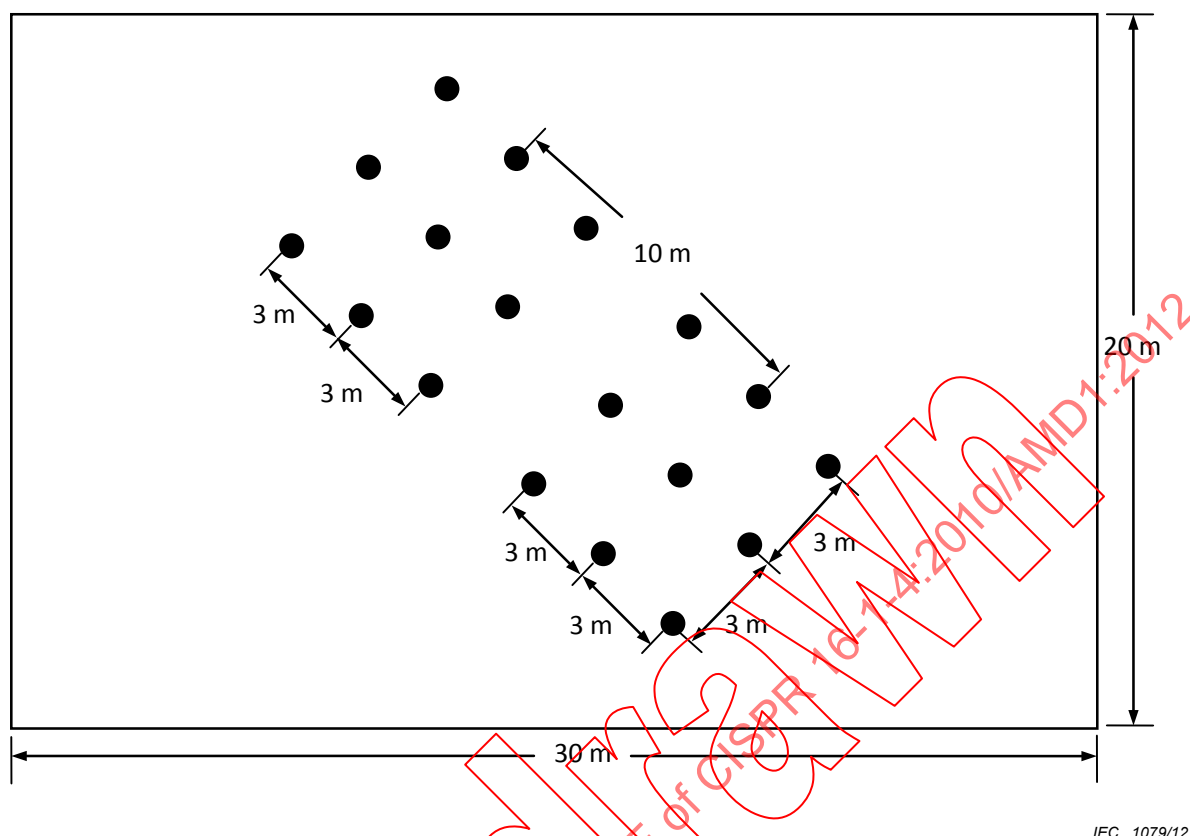


Figure 33 – Exemple de sélection de points d'essai appariés pour un essai à une distance de 10 m

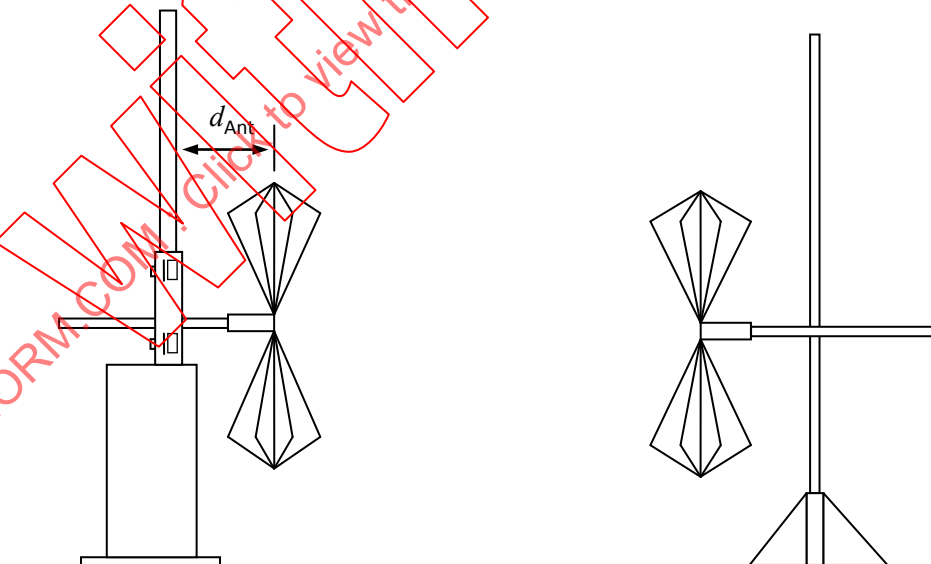


Figure 34 – Illustration d'une étude de l'influence du mât d'antenne sur A_{APR}

5.4.5 Validation d'un OATS par la méthode du NSA

5.4.5.1 Méthode de la fréquence discrète

5.4.5.1.1 Montage de mesure

Se référer aux Figures 29 et 30 du 5.4.3 pour obtenir des détails spécifiques concernant le montage d'essai. Le générateur de signaux est raccordé à l'antenne d'émission par une longueur de ligne de transmission appropriée. L'antenne d'émission est placée dans la position souhaitée. La hauteur de l'antenne d'émission est fixée à h_1 (voir Tableaux 8, 9 et 10 pour connaître les valeurs de h_1) et on choisit la polarisation souhaitée. Si l'on utilise un doublet accordable, sa longueur est réglée pour la fréquence requise. Pour les antennes à large bande, les hauteurs d'antenne doivent être $h_1 = h_{2\min} = 1 \text{ m}$.

L'antenne de réception est montée sur un mât qui permet le balayage de toute la plage de hauteurs, de $h_{2,\min}$ à $h_{2,\max}$, placé à une distance d de l'antenne d'émission, elle est raccordée au récepteur de mesure ou à l'analyseur de spectre par l'intermédiaire d'une longueur de câble appropriée. On choisit la même polarisation que pour l'antenne d'émission; si un doublet accordable est utilisé, l'antenne est réglée à la fréquence requise. La distance de 25 cm par rapport au sol est maintenue pour les doublets accordés orientés verticalement (voir Tableau 9).

Pour toutes les mesures de NSA à l'aide de doublets accordables, ces antennes doivent être accordées sur chaque fréquence, y compris les fréquences comprises entre 30 MHz et 80 MHz.

5.4.5.1.2 Procédure de mesure

Les étapes suivantes doivent être exécutées pour chaque fréquence indiquée dans les Tableaux 8, 9 et 10. On effectue d'abord les mesures sur les antennes alignées horizontalement, puis sur les antennes alignées verticalement, la hauteur de l'antenne d'émission étant fixée à h_1 .

- (1) Régler le niveau de sortie du générateur de signaux pour obtenir un affichage de la tension reçue largement supérieur au bruit ambiant, et au bruit du récepteur de mesure ou de l'analyseur de spectre.
- (2) Elever l'antenne de réception sur le mât dans la plage de balayage h_2 comme spécifié dans les Tableaux 8, 9 et 10, selon le cas.
- (3) Noter le niveau maximum du signal. Cette valeur correspond à V_{SITE} dans l'Equation (26) (voir 5.4.3).
- (4) Déconnecter les câbles d'émission et de réception de leurs antennes. Raccorder directement ces câbles entre eux au moyen d'un adaptateur intermédiaire.
- (5) Noter le niveau du signal, câbles d'émission et de réception connectés. Cette valeur correspond à V_{DIRECT} dans l'Equation (26).
- (6) A chaque fréquence et pour chaque polarisation, introduire les valeurs des étapes (3) et (5) dans l'Equation (26).
- (7) Introduire les facteurs d'antenne d'émission et de réception à la fréquence de mesure dans l'Equation (26).
- (8) Introduire le facteur de correction d'impédance mutuelle ΔA_{TOT} du Tableau 11, qui s'applique uniquement à la géométrie spécifique des polarisations verticale et horizontale, avec des doublets accordables espacés de 3 m. Pour toutes les autres géométries, $\Delta A_{\text{TOT}} = 0$.
- (9) Résoudre l'Equation (38) pour A_N , qui est le NSA associé à la fréquence de mesure et à la polarisation utilisées.
- (10) Soustraire la valeur de l'étape (9) du NSA approprié figurant dans les Tableaux 8, 9 et 10, selon le cas, pour obtenir ΔA_S .

- (11) Si les résultats ΔA_S de l'étape (10) sont inférieurs à ± 4 dB, le site est considéré comme acceptable à cette fréquence et cette polarisation.
- (12) Répéter les étapes (1) à (11) pour la combinaison de fréquence et de polarisation suivante.

NOTE Pour les deux méthodes de mesure de NSA, par fréquence discrète et par balayage de fréquence, une désadaptation d'impédance à la sortie de la source de signal ou à l'entrée du récepteur de mesure ou de l'analyseur de spectre peut entraîner des réflexions sources d'erreurs. Il convient d'éviter ceci en utilisant des atténuateurs de 10 dB, à savoir un à la sortie de chaque câble d'antenne d'émission et de réception. Il convient que ces atténuateurs restent connectés aux câbles pendant tout le processus de mesure de NSA.

5.4.5.2 Méthode par balayage de fréquence

5.4.5.2.1 Montage de mesure

Le montage est similaire à celui de 5.4.5.1, à l'exception du fait que seules des antennes à large bande sont utilisées. Aucune restriction du balayage en hauteur des antennes à polarisation verticale n'est nécessaire en raison de la taille réduite de ces antennes à large bande. Les hauteurs d'antenne doivent être $h_1 = h_{2\min} = 1$ m.

5.4.5.2.2 Procédure de mesure

Il convient d'exécuter les étapes suivantes en utilisant des appareils de mesure automatiques dotés d'une capacité de maintien des valeurs de crête ("maintien de la valeur maximale"), d'une capacité de mémorisation et d'un générateur de poursuite. Dans cette méthode, la hauteur de l'antenne de réception, h_2 , et la fréquence sont toutes deux balayées sur les plages de hauteurs et les gammes de fréquences requises. Les gammes de fréquences sont habituellement déterminées par le type d'antenne à large bande utilisé. La vitesse de balayage en fréquence doit être beaucoup plus grande que la vitesse de balayage en hauteur de l'antenne. Régler la hauteur de l'antenne d'émission à h_1 .

- (1) Régler le niveau de sortie du générateur de poursuite pour obtenir un affichage de la tension reçue largement supérieur au bruit ambiant, et au bruit du récepteur à balayage ou de l'analyseur de spectre.
- (2) Elever l'antenne de réception sur le mât jusqu'à la hauteur maximum de la plage de balayage, comme spécifié dans le Tableau 10.
- (3) Régler l'analyseur de spectre pour balayer la gamme de fréquences souhaitée. S'assurer que l'analyseur de spectre est réglé de telle façon qu'un signal similaire, d'une amplitude jusqu'à 60 dB supérieure, puisse être affiché sur la même échelle d'amplitude. Cela permet l'enregistrement des niveaux à l'étape (5).
- (4) Abaisser lentement l'antenne de réception jusqu'à la hauteur minimum de la plage de balayage, comme spécifié dans le Tableau 10 pour la géométrie de site appropriée. Mémoriser ou enregistrer l'affichage de la tension maximum reçue V_{SITE} en dB(μ V). (Il convient que le temps d'abaissement de l'antenne soit beaucoup plus long que la durée de balayage en fréquence.)
- (5) Déconnecter les câbles d'émission et de réception, et les raccorder directement entre eux au moyen d'un adaptateur intermédiaire. Mémoriser ou enregistrer l'affichage de la tension résultante V_{DIRECT} en dB(μ V).
- (6) A chaque fréquence, soustraire la tension mesurée à l'étape (4) de la tension mesurée à l'étape (5). Soustraire également les facteurs d'antenne des antennes d'émission et de réception, respectivement F_{aT} en dB(m^{-1}) et F_{aR} en dB(m^{-1}). (On peut obtenir les facteurs d'antenne sous la forme d'une fonction continue de la fréquence par simple ajustement linéaire de courbe sur un ensemble de valeurs discrètes du facteur d'antenne.) Le résultat est la valeur A_N mesurée sur la gamme des fréquences utilisées, qu'il convient de tracer. Tracer également le NSA théorique d'un site idéal (voir Tableau 10).
- (7) Les différences ΔA_S trouvées doivent être conformes au critère des ± 4 dB.

NOTE Pour les méthodes de mesure de NSA, une désadaptation d'impédance à la sortie de la source de signal ou à l'entrée du récepteur de mesure ou de l'analyseur de spectre peut entraîner des réflexions sources d'erreurs.

Il convient d'éviter ceci en utilisant des atténuateurs de 10 dB, à savoir un entre chaque connecteur d'antenne d'émission et de réception, et les câbles d'antenne correspondants. Il convient que ces atténuateurs restent connectés aux câbles pendant tout le processus de mesure de NSA.

5.4.5.3 Causes possibles de dépassement des limites d'acceptabilité de site

Si l'écart ΔA_S selon l'Equation (26) [ou l'Equation (27) si la RSM est utilisée] dépasse le critère des ± 4 dB, effectuer les vérifications suivantes.

Contrôler d'abord l'étalonnage du système de mesure. Si le générateur de signaux et les instruments de mesure ne dérivent pas pendant les mesures, les facteurs d'antenne sont à mettre en cause en premier lieu. Les antennes peuvent également être défectueuses. Si ces facteurs sont acceptables, répéter la mesure. Si les différences sont toujours supérieures à ± 4 dB, le site et la zone environnante sont à mettre en cause. En règle générale, le SA en polarisation verticale est le plus sensible aux anomalies de site. Si tel est le cas, utiliser cette mesure comme base de recherche des causes du problème. Parmi les causes possibles figurent l'inadéquation de la construction et des dimensions du plan de sol, la trop grande proximité d'objets réfléchissants (barrières, bâtiments, lampadaires, etc.), la dégradation des performances des enceintes tout temps du fait de techniques de construction et de maintenance inappropriées, et des effets à long terme, tels que la pénétration de résidus polluants conducteurs transportés par l'air.

5.4.5.4 Etalonnage de l'antenne

Il convient que les facteurs d'antenne des antennes à large bande utilisées pour effectuer les mesures de SA présentent une traçabilité vis-à-vis d'une norme nationale. Les facteurs d'antenne donnés par le fabricant peuvent ne pas être suffisamment précis pour permettre d'obtenir un accord correct entre les NSA mesurés et calculés.

NOTE 1 Une norme distincte concernant l'étalonnage des antennes (à savoir, la CISPR 16-1-6 proposée) est à l'étude par le CISPR/A/WG1.

Les facteurs d'antenne prennent généralement en compte les pertes dues au symétriseur. Si un symétriseur distinct est utilisé, ses effets doivent être pris en compte. L'expérience a montré que les variations des facteurs d'antenne en fonction de la géométrie et de la polarisation sont en général négligeables pour les types d'antenne à large bande couramment utilisées pour les mesures de CEM en dessous de 1 GHz (par exemple, antennes biconiques, doublets épais et log-périodiques) à condition que l'antenne d'émission se situe à au moins 1 m au-dessus du plan de sol. Si l'on suspecte des variations de facteur d'antenne, du fait de l'utilisation d'antennes ou de géométries de mesure inhabituelles, ou en raison d'effets tels qu'un couplage mutuel ou la dispersion par les lignes de transmission dans le cas des antennes à polarisation verticale, en particulier à une distance de mesure de 3 m, il convient de mesurer d'abord les facteurs d'antenne en utilisant ces géométries.

Normalement, le SA est mesuré dans un système d'impédance 50 Ω , c'est-à-dire que le générateur de signaux et le récepteur de mesure ont une impédance de 50 Ω et les impédances de rayonnement des antennes d'émission et de réception sont symétrisées et adaptées au moyen d'un symétriseur.

Les facteurs d'antenne donnés par le fabricant sont normalement également spécifiés pour une impédance de 50 Ω , c'est-à-dire que le facteur de conversion est défini pour une adaptation sans perte de l'impédance de 50 Ω à l'impédance de rayonnement de l'antenne et, le cas échéant, les pertes du symétriseur utilisé sont également comprises dans le facteur d'antenne communiqué.

Si l'on utilise des doublets demi-onde accordés, leurs facteurs d'antenne en espace libre peuvent être calculés à l'aide de l'équation suivante:

$$F_a = 20 \lg \left(\frac{2\pi}{\lambda} \right) + 10 \lg \left(\frac{73}{50} \right) = 20 \lg(f) - 31,9 \text{ en dB(m}^{-1}\text{)} \quad (31)$$

où f est en MHz.

NOTE 2 En pratique, le facteur d'antenne est modifié en fonction de la hauteur de l'antenne à doublet par rapport au sol à cause de l'impédance mutuelle du doublet et de son image au sol.

La perte moyenne du symétriseur pour un doublet demi-onde accordé bien conçu est d'environ 0,5 dB. L'Equation (31) devient donc:

$$F_a = 20 \lg(f) - 31,4 \text{ en dB(m}^{-1}\text{)} \quad (32)$$

Cette perte du symétriseur doit être mesurée en raccordant dos à dos les parties d'émission et de réception du symétriseur du doublet avant de les installer dans leurs logements. La perte de chaque symétriseur correspond à la moitié de la perte totale mesurée, en supposant que les deux symétriseurs sont équivalents.

Il est important de vérifier que les valeurs calculées de F_a sont représentatives des valeurs des doublets accordés effectivement utilisés pour les mesures de NSA. La vérification la plus simple consiste à assembler les antennes de telle manière que les éléments des doublets soient en résonance, et à en mesurer le VSWR. L'antenne doit être placée à au moins 4 m au-dessus du sol, plus haut si possible, de façon à minimiser le couplage de l'antenne avec le sol. Ses éléments doivent être accordés à la résonance en utilisant les mesures figurant dans le Tableau 9. Il suffit de mesurer le VSWR des antennes en bas, au milieu et en haut de leurs gammes de fréquences.

En dessous de 100 MHz, on peut aussi vérifier le fonctionnement des symétriseurs en retirant les éléments, en branchant une résistance de 70 Ω aux bornes du bloc de montage de l'élément, et en mesurant le VSWR du symétriseur chargé. Il convient que la valeur du VSWR soit inférieure à 1,5 sur 1.

5.4.6 Validation d'un OATS protégé contre les intempéries par une enceinte ou d'une SAC

Pour un OATS avec enceinte de protection contre les intempéries ou pour une SAC, une mesure unique de l'affaiblissement de site est insuffisante pour mettre en évidence les réflexions possibles dues aux matériaux de construction et/ou aux matériaux absorbants RF constituant les parois et le plafond de l'installation. Pour ces sites, un "volume d'essai" est défini comme le volume délimité par le plus gros EUT ou système à soumettre à essai, lorsqu'il tourne de 360° autour de sa position centrale, par exemple sur une table tournante. Pour évaluer les polarisations horizontale et verticale, comme illustré aux Figures 35 et 36, il peut être nécessaire d'effectuer au maximum 20 mesures distinctes de SA, à savoir cinq positions dans le plan horizontal (centre, droite, gauche, devant, derrière, mesurées par rapport au centre et à une ligne tracée du centre à la position de l'antenne de mesure), pour deux polarisations (horizontale et verticale) et pour deux hauteurs (1 m et 2 m en polarisation horizontale, 1 m et 1,5 m en polarisation verticale).

Ces mesures sont effectuées avec une antenne à large bande et les distances sont mesurées par rapport au centre de l'antenne. Les antennes d'émission et de réception doivent être alignées, les éléments des antennes étant parallèles les uns par rapport aux autres et perpendiculaires à l'axe de mesure.

Pour la polarisation verticale, les positions excentrées de l'antenne d'émission sont placées à la périphérie du volume d'essai. De plus, l'extrémité la plus basse de l'antenne doit se situer à plus de 25 cm du sol, ce qui peut nécessiter de placer le centre de l'antenne à une hauteur légèrement supérieure à 1 m lors de la mesure à la plus faible hauteur.