IEC/IEEE 62704-4

Edition 1.0 2020-10

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Determining the peak spatial-average specific absorption rate (SAR) in the human body from wireless communication devices, 30 MHz to 6 GHz – Part 4: General requirements for using the finite element method for SAR calculations

Détermination du débit d'absorption spécifique (DAS) maximal moyenné dans le corps humain, produit par les dispositifs de communications sans fil, 30 MHz à 6 GHz – Partie 4: Exigences générales d'utilisation de la méthode des éléments finis pour les calculs du DAS

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ICS 17.220.20

ISBN 978-2-8322-8535-0

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.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD 5
INTRODUCTION 7
1 Scope 8
2 Normative references 8
3 Terms and definitions 8
4 Abbreviated terms 9
5 Finite element method – basic description 9
6 SAR calculation and averaging 10
6.1 General 10
6.2 SAR averaging 11
6.2.1 General 11
6.2.2 Evaluation of psSAR with an FEM mesh 11
6.3 Power scaling 12
7 Considerations for the uncertainty evaluation 12
7.1 General 12
7.2 Uncertainty due to device positioning, mesh density, and simulation parameters 13
7.2.1 General 13
7.2.2 Mesh convergence 14
7.2.3 Open boundary conditions 14
7.2.4 Power budget 14
7.2.5 Convergence of psSAR sampling 14
7.2.6 Dielectric parameters of the phantom or body model 15
7.3 Uncertainty and validation of the developed numerical model of the DUT 15
7.3.1 General 15
7.3.2 Uncertainty of the DUT model ($d \geq \lambda/2$ or $d \geq 200$ mm) 16
7.3.3 Uncertainty of the DUT model ($d < \lambda/2$ and $d < 200$ mm) 17
7.3.4 Phantom uncertainty ($d < \lambda/2$ and $d < 200$ mm) 18
7.3.5 Model validation 19
7.4 Uncertainty budget 19
8 Code verification 20
8.1 General 20
8.1.1 Rationale 20
8.1.2 Code performance verification 21
8.1.3 Canonical benchmarks 21
8.2 Code performance verification 21
8.2.1 Propagation in a rectangular waveguide 21
8.2.2 Planar dielectric boundaries 26
8.2.3 Open boundary conditions 28
8.3 Weak patch test 28
8.3.1 General 28
8.3.2 Free-space weak patch test 29
8.3.3 Dielectric-layer weak patch test 33
8.4 Verification of the psSAR calculation 36
8.5 Canonical benchmarks 36
8.5.1 Mie sphere 36

8.5.2 Generic dipole 37
8.5.3 Microstrip terminated with open boundary conditions 38
8.5.4 psSAR calculation SAM phantom / generic phone 39
8.5.5 Setup for system performance check 39
Annex A (informative) Fundamentals of the finite element method 41
A.1 General 41
A.2 Model boundary value problem 41
A.3 Galerkin weak form 42
A.4 Finite element approximation 42
A.5 Considerations for using FEM 43
Annex B (informative) File format for field and SAR data 44
Annex C (informative) Analytical solution for error calculation in weak patch-test problems 45
C.1 Generation of control mesh and FEM field values 45
C.2 Free-space weak patch test 45
C.3 Dielectric-layer weak patch test 45
Bibliography 48

Figure 1 – Waveguide filled half with free-space (green) and half with dielectric (blue) 24
Figure 2 – Aligned rectangular waveguide and locations of the sample points E_{01}, E_{10}, E_{11}, E_{12} and E_{21} at which the E_x components are recorded 25
Figure 3 – Weak patch test arrangement: a free-space cube with edge length L illuminated by a plane wave 29
Figure 4 – Dielectric-layer weak patch test arrangement 33
Figure 5 – Geometry of the microstrip line 38
Figure 6 – Geometry of the setup for the system performance check according to [21] 40

Table 1 – Budget of the uncertainty contributions of the numerical algorithm and of the rendering of the test-setup or simulation-setup 13
Table 2 – Budget of the uncertainty of the developed model of the DUT 17
Table 3 – Overall assessment uncertainty budget for the numerical simulation results 20
Table 4 – Results of the evaluation of the numerical dispersion characteristics to be reported for each mesh axis and each orientation of the waveguide for at least three increasing numbers of DoF 25
Table 5 – Results of the evaluation of the numerical reflection coefficient to be reported; frequency range is indicated for each value to be reported 27
Table 6 – Guiding parameters for coarse and fine mesh generation for the weak patch test 30
Table 7 – Results of the evaluation of the error measures on the control mesh for the weak patch test for the lowest order 32
Table 8 – Results of the evaluation of the error measures on the control mesh for the weak patch test for the second lowest order 32
Table 9 – Results of the evaluation of the error measures on the control mesh for the weak patch test for the third lowest order 33
Table 10 – Guiding parameters for coarse and fine mesh generation for the dielectric-layered weak patch test 34
Table 11 – Results of the evaluation of error measures on the control mesh for the dielectric-layered weak patch test for the lowest order 35

Table 12 – Results of the evaluation of error measures on the control mesh for the dielectric-layered weak patch test for the second lowest order 35
Table 13 – Results of the evaluation of error measures on the control mesh for the dielectric-layered weak patch test for the third lowest order 36
Table 14 – Results of the SAR evaluation of the Mie sphere 37
Table 15 – Results of the dipole evaluation 38
Table 16 – Results of the microstrip evaluation 39
Table 17 – 1 g and 10 g psSAR for the SAM phantom exposed to the generic phone for 1 W accepted power as specified in [19] 39
Table 18 – Dielectric parameters of the setup (Table 1 of [21]) 40
Table 19 – Mechanical parameters of the setup (Tables 1 and 2 of [21]) 40
Table 20 – 1 g and 10 g psSAR normalized to 1 W accepted power and feed-point impedance (Table 3 and Table 4 of [21]) 40

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

DETERMINING THE PEAK SPATIAL-AVERAGE SPECIFIC ABSORPTION RATE (SAR) IN THE HUMAN BODY FROM WIRELESS COMMUNICATION DEVICES, 30 MHZ TO 6 GHZ –

Part 4: General requirements for using the finite element method for SAR calculations

FOREWORD

1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation.

   IEEE Standards documents are developed within IEEE Societies and Standards Coordinating Committees of the IEEE Standards Association (IEEE SA) Standards Board. IEEE develops its standards through a consensus development process, which brings together volunteers representing varied viewpoints and interests to achieve the final product. Volunteers are not necessarily members of IEEE and serve without compensation. While IEEE administers the process and establishes rules to promote fairness in the consensus development process, IEEE does not independently evaluate, test, or verify the accuracy of any of the information contained in its standards. Use of IEEE Standards documents is wholly voluntary. IEEE documents are made available for use subject to important notices and legal disclaimers (see http://standards.ieee.org/IPR/disclaimers.html for more information).

   IEC collaborates closely with IEEE in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.

2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees. The formal decisions of IEEE on technical matters, once consensus within IEEE Societies and Standards Coordinating Committees has been reached, is determined by a balanced ballot of materially interested parties who indicate interest in reviewing the proposed standard. Final approval of the IEEE standards document is given by the IEEE Standards Association (IEEE-SA) Standards Board.

3) IEC/IEEE Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees/IEEE Societies in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC/IEEE Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.

4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications (including IEC/IEEE Publications) transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC/IEEE Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.

5) IEC and IEEE do not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC and IEEE are not responsible for any services carried out by independent certification bodies.

6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.

7) No liability shall attach to IEC or IEEE or their directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees, or volunteers of IEEE Societies and the Standards Coordinating Committees of the IEEE Standards Association (IEEE-SA) Standards Board, for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC/IEEE Publication or any other IEC of IEEE Publications.

8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.

9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC/IEEE Publication may require use of material covered by patent rights. By publication of this standard, no position is taken with respect to the existence or validity of any patent rights in connection therewith. IEC or IEEE shall not be held responsible for identifying Essential Patent Claims for which a license may be required, for conducting inquiries into the legal validity or scope of Patent Claims or determining whether any licensing terms or conditions provided in connection with submission of a Letter of Assurance, if any, or in any licensing agreements are reasonable or non-discriminatory. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any patent rights, and the risk of infringement of such rights, is entirely their own responsibility.

International Standard IEC/IEEE 62704-4 has been prepared by IEC technical committee TC 106: Methods for the assessment of electric, magnetic and electromagnetic fields associated with human exposure, in cooperation with International Committee on Electromagnetic Safety of the IEEE Standards Association, under the IEC/IEEE Dual Logo Agreement.

This publication is published as an IEC/IEEE Dual Logo standard.

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

FDIS	Report on voting
106/515/FDIS	106/521/RVD

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

International Standards are drafted in accordance with the rules given in the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts in the IEC/IEEE 62704 series, published under the general title *Determining the peak spatial-average specific absorption rate (SAR) in the human body from wireless communications devices, 30 MHz to 6 GHz*, can be found on the IEC website.

The IEC technical committee and IEEE technical committee have 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.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

Finite element methods have reached a level of maturity that allows their application in specific absorption rate (SAR) assessments of professional-use and consumer-use wireless communication devices. In the recent past, SAR compliance assessments for small transmitters were performed almost exclusively using measurements. Some wireless communication devices are used in situations where experimental SAR assessment is extremely complex or not possible at all. National regulatory bodies (e.g. US Federal Communications Commission) encourage the development of consensus standards and encouraged the establishment of the ICES Technical Committee 34 Subcommittee 2. The benefits to the users and the regulators include standardized and accepted protocols, verification and validation techniques, benchmark data, reporting format and means for estimating the overall assessment uncertainty in order to produce valid, repeatable, and reproducible data.

The purpose of this document is to specify numerical techniques and models to determine peak spatial-average specific absorption rates (SAR). SAR will be determined by applying finite element method simulations of the electromagnetic field conditions produced by wireless communication devices in models of the human anatomy. Intended users of this document are (but are not limited to) wireless communication device manufacturers, service providers for wireless communication that are required to certify that their products comply with the applicable SAR limits, and government agencies.

Several methods described in this document are based on techniques specified in IEC/IEEE 62704-1:2017.

DETERMINING THE PEAK SPATIAL-AVERAGE SPECIFIC ABSORPTION RATE (SAR) IN THE HUMAN BODY FROM WIRELESS COMMUNICATION DEVICES, 30 MHZ TO 6 GHZ –

Part 4: General requirements for using the finite element method for SAR calculations

1 Scope

This part of IEC/IEEE 62704 describes the concepts, techniques, and limitations of the finite element method (FEM) and specifies models and procedures for verification, validation and uncertainty assessment for the FEM when used for determining the peak spatial-average specific absorption rate (psSAR) in phantoms or anatomical models. It recommends and provides guidance on the modelling of wireless communication devices, and provides benchmark data for simulating the SAR in such phantoms or models.

This document does not recommend specific SAR limits because these are found elsewhere (e.g. in IEEE Std C95.1 [1][1] or in the guidelines published by the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) [2]).

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 62209-1*, Measurement procedure for the assessment of specific absorption rate of human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted wireless communication devices – Part 1: Devices used next to the ear (Frequency range of 300 MHz to 6 GHz)*

IEC/IEEE 62704-1:2017, *Determining the peak spatial-average specific absorption rate (SAR) in the human body from wireless communications devices, 30 MHz to 6 GHz – Part 1: General requirements for using the finite-difference time-domain (FDTD) method for SAR calculations*

IEEE Std 1528, *IEEE Recommended Practice for Determining the Peak Spatial-Average Specific Absorption Rate (SAR) in the Human Head From Wireless Communications Devices: Measurement Techniques*

[1] Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 53
INTRODUCTION 55
1 Domaine d'application 56
2 Références normatives 56
3 Termes et définitions 57
4 Termes abrégés 57
5 Méthode des éléments finis – description de base 58
6 Calcul du DAS et intégration 59
6.1 Généralités 59
6.2 Intégration du DAS 59
6.2.1 Généralités 59
6.2.2 Évaluation du psSAR avec une maille FEM 59
6.3 Mise à l'échelle de la puissance 60
7 Considérations relatives à l'évaluation d'incertitude 61
7.1 Généralités 61
7.2 Incertitude due à la position du dispositif, à la densité de maille et aux paramètres de simulation 62
7.2.1 Généralités 62
7.2.2 Convergence de maille 62
7.2.3 Conditions aux limites ouvertes 63
7.2.4 Bilan de puissance 63
7.2.5 Convergence de l'échantillonnage psSAR 63
7.2.6 Paramètres diélectriques du modèle de fantôme ou de corps humain 64
7.3 Incertitude et validation du modèle numérique développé du DUT 64
7.3.1 Généralités 64
7.3.2 Incertitude du modèle de DUT ($d \geq \lambda/2$ ou $d \geq 200$ mm) 65
7.3.3 Incertitude du modèle de DUT ($d < \lambda/2$ et $d < 200$ mm) 66
7.3.4 Incertitude du fantôme ($d < \lambda/2$ et $d < 200$ mm) 68
7.3.5 Validation du modèle 68
7.4 Bilan d'incertitude 68
8 Vérification du code 69
8.1 Généralités 69
8.1.1 Justifications 69
8.1.2 Vérification des performances du code 70
8.1.3 Références canoniques 70
8.2 Vérification des performances du code 71
8.2.1 Propagation dans un guide d'ondes rectangulaire 71
8.2.2 Frontières diélectriques planaires 75
8.2.3 Conditions aux limites ouvertes 77
8.3 Essai épicutané (patch test) faible 77
8.3.1 Généralités 77
8.3.2 Essai épicutané faible en espace libre 78
8.3.3 Essai épicutané faible de couche diélectrique 82
8.4 Vérification du calcul du psSAR 85
8.5 Références canoniques 85
8.5.1 Sphère de Mie 85

8.5.2 Doublet générique 86
8.5.3 Microruban terminé par des conditions aux limites ouvertes 87
8.5.4 Téléphone générique/fantôme SAM pour le calcul du psSAR 88
8.5.5 Montage pour le contrôle de performances du système 88
Annexe A (informative) Principes essentiels de la méthode des éléments finis 90
A.1 Généralités 90
A.2 Problème de valeur aux limites du modèle 90
A.3 Forme faible de Galerkine 91
A.4 Approximation d'éléments finis 91
A.5 Considérations relatives à l'utilisation de la FEM 92
Annexe B (informative) Format de fichier pour les données de terrain et les données DAS 93
Annexe C (informative) Solution analytique pour le calcul d'erreur dans les problèmes d'essai épicutané faible 95
C.1 Génération d'une maille de commande et de valeurs de champ FEM 95
C.2 Essai épicutané faible en espace libre 95
C.3 Essai épicutané faible de couche diélectrique 95
Bibliographie 98

Figure 1 – Guide d'ondes rempli à moitié d'espace libre (vert) et à moitié de diélectrique (bleu) 73
Figure 2 – Guide d'ondes rectangulaire aligné et emplacements des points d'échantillonnage E_{01}, E_{10}, E_{11}, E_{12} et E_{21} auxquels les composantes E_x sont consignées 74
Figure 3 – Disposition d'essai épicutané faible: un cube en espace libre de longueur de bord L et éclairé par une onde plane 78
Figure 4 – Disposition de l'essai épicutané faible de couche diélectrique 82
Figure 5 – Configuration de la ligne à microruban 87
Figure 6 – Configuration du montage pour le contrôle de performances du système selon [21] 89

Tableau 1 – Bilan des contributions à l'incertitude de l'algorithme numérique et du rendu du montage d'essai ou de simulation 62
Tableau 2 – Bilan d'incertitude du modèle développé du DUT 66
Tableau 3 – Bilan d'incertitude global de l'évaluation pour les résultats de la simulation numérique 69
Tableau 4 – Résultats de l'évaluation des caractéristiques de dispersion numérique à consigner pour chaque axe de maille et chaque orientation du guide d'ondes pour au moins trois nombres croissants de DoF 74
Tableau 5 – Résultats de l'évaluation du coefficient de réflexion numérique à consigner. La plage de fréquences est indiquée pour chaque valeur à consigner 76
Tableau 6 – Paramètres de guidage pour la génération de maille grossière et de maille fine pour l'essai épicutané faible 79
Tableau 7 – Résultats de l'évaluation des mesures d'erreur sur la maille de commande pour l'essai épicutané faible pour l'ordre le plus faible 81
Tableau 8 – Résultats de l'évaluation des mesures d'erreur sur la maille de commande pour l'essai épicutané faible pour le deuxième ordre le plus faible 81
Tableau 9 – Résultats de l'évaluation des mesures d'erreur sur la maille de commande pour l'essai épicutané faible pour le troisième ordre le plus faible 82

Tableau 10 – Paramètres de guidage pour la génération de maille grossière et de maille fine pour l'essai épicutané faible de couche diélectrique 83
Tableau 11 – Résultats de l'évaluation des mesures d'erreur sur la maille de commande pour l'essai épicutané faible en couches diélectriques pour l'ordre le plus faible 84
Tableau 12 – Résultats de l'évaluation des mesures d'erreur sur la maille de commande pour l'essai épicutané faible en couches diélectriques pour le deuxième ordre le plus faible 84
Tableau 13 – Résultats de l'évaluation des mesures d'erreur sur la maille de commande pour l'essai épicutané faible en couches diélectriques pour le troisième ordre le plus faible 85
Tableau 14 – Résultats de l'évaluation du DAS de la sphère de Mie 86
Tableau 15 – Résultats de l'évaluation du doublet 87
Tableau 16 – Résultats de l'évaluation du microruban 88
Tableau 17 – psSAR 1 g et 10 g pour le fantôme SAM exposé au téléphone générique pour une puissance acceptée de 1 W comme spécifié dans [19] 88
Tableau 18 – Paramètres diélectriques du montage (Tableau 1 de [21]) 89
Tableau 19 – Paramètres mécaniques du montage (Tableau 1 et Tableau 2 de [21]) 89
Tableau 20 – psSAR 1 g et 10 g normalisé par rapport à une puissance acceptée de 1 W et à l'impédance au point d'alimentation (Tableau 3 et Tableau 4 de [21]) 89

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

DÉTERMINATION DU DÉBIT D'ABSORPTION SPÉCIFIQUE (DAS) MAXIMAL MOYENNÉ DANS LE CORPS HUMAIN, PRODUIT PAR LES DISPOSITIFS DE COMMUNICATIONS SANS FIL, 30 MHZ À 6 GHZ –

Partie 4: Exigences générales d'utilisation de la méthode des éléments finis pour les calculs du DAS

AVANT-PROPOS

1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés " Publication(s) de l'IEC "). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux.

   Les normes de l'IEEE sont élaborées par les Sociétés de l'IEEE, ainsi que par les Comités de coordination des normes du Conseil de normalisation de l'IEEE Standards Association (IEEE SA). Ces normes sont l'aboutissement d'un consensus qui rassemble des bénévoles représentant divers points de vue et intérêts. Les participants bénévoles ne sont pas nécessairement membres de l'IEEE et leur intervention n'est pas rétribuée. Si l'IEEE administre le déroulement de cette procédure et définit les règles destinées à favoriser l'équité du consensus, l'IEEE lui-même n'évalue pas, ne teste pas et ne vérifie pas l'exactitude de toute information contenue dans ses normes. L'utilisation de normes de l'IEEE est entièrement volontaire. Les documents de l'IEEE sont disponibles à des fins d'utilisation, à condition d'être assortis d'avis importants et de clauses de non-responsabilité (voir http://standards.ieee.org/IPR/disclaimers.html pour de plus amples informations).

   L'IEC travaille en étroite collaboration avec l'IEEE, selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.

2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études. Une fois le consensus établi entre les Sociétés de l'IEEE et les Comités de coordination des normes, les décisions officielles de l'IEEE relatives aux questions techniques sont déterminées en fonction du vote exprimé par un groupe à la composition équilibrée, composé de parties intéressées qui manifestent leur intérêt pour la révision des normes proposées. L'approbation finale de la norme de l'IEEE est soumise au Conseil de normalisation de l'IEEE Standards Association (IEEE SA).

3) Les Publications IEC/IEEE se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC/Sociétés de l'IEEE. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin de s'assurer de l'exactitude du contenu technique des Publications IEC/IEEE; l'IEC ne peut pas être tenu responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.

4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC (y compris les Publications IEC/IEEE) dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications IEC/IEEE et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.

5) L'IEC et l'IEEE eux-mêmes ne fournissent aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC et l'IEEE ne sont responsables d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.

6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.

7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC ou à l'IEEE, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, ou les bénévoles des Sociétés de l'IEEE et des Comités de coordination des normes du Conseil de normalisation de l'IEEE Standards Association (IEEE SA), pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication IEC/IEEE ou de toute autre publication de l'IEC ou de l'IEEE, ou au crédit qui lui est accordé.

8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.

9) L'attention est attirée sur fait que certains des éléments de cette Publication IEC/IEEE peuvent requérir l'utilisation de matériels protégés par des droits de brevet. En publiant cette norme, aucun parti n'est pris concernant l'existence ou la validité de droits de brevet y afférents. Ni l'IEC ni l'IEEE ne peuvent être tenus d'identifier les revendications de brevet essentielles pour lesquelles une autorisation peut s'avérer nécessaire, d'effectuer des recherches sur la validité juridique ou l'étendue des revendications des brevets, ou de déterminer le caractère raisonnable ou non discriminatoire des termes ou conditions d'autorisation énoncés dans le cadre d'un Certificat d'assurance, lorsque la demande d'un tel certificat a été formulée, ou contenus dans tout accord d'autorisation. Les utilisateurs de cette norme sont expressément informés du fait que la détermination de la validité de tous droits de propriété industrielle, ainsi que les risques qu'implique la violation de ces droits, relèvent entièrement de leur seule responsabilité.

La Norme internationale IEC/IEEE 62704-4 a été établie par le comité d'études 106 de l'IEC: Méthodes d'évaluation des champs électriques, magnétiques et électromagnétiques en relation avec l'exposition humaine, en coopération avec le Comité international sur la sécurité électromagnétique de l'IEEE Standards Association, selon l'accord double logo IEC/IEEE.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants de l'IEC:

FDIS	Rapport de vote
106/515/FDIS	106/521/RVD

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

Les Normes internationales sont rédigées selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC/IEEE 62704, publiées sous le titre général *Détermination du débit d'absorption spécifique (DAS) maximal moyenné dans le corps humain, produit par les dispositifs de communications sans fil, 30 MHz à 6 GHz*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité d'études de l'IEC et le comité d'études de l'IEEE ont décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "http://webstore.iec.ch" dans les données relatives à la publication recherchée. À cette date, la publication sera

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

IMPORTANT – Le logo *"colour inside"* qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

Les méthodes des éléments finis ont atteint un niveau de maturité permettant leur application pour évaluer le débit d'absorption spécifique (DAS) des dispositifs de communications sans fil à usage professionnel et grand public. Récemment, la conformité DAS des petits émetteurs était presque exclusivement évaluée par des mesurages. Certains dispositifs de communications sans fil sont utilisés dans des situations dans lesquelles l'évaluation expérimentale du DAS est extrêmement complexe ou pas du tout possible. Les organismes de réglementation nationaux (U.S. Federal Communications Commission, par exemple) encouragent le développement de normes de consensus, et sont également à l'origine de l'établissement du sous-comité 2 du comité d'études 34 de l'ICES. Les avantages pour les utilisateurs et les régulateurs incluent des protocoles normalisés et acceptés, des techniques de vérification et de validation, des données de référence, un format de consignation et des moyens d'estimation de l'incertitude globale d'évaluation afin de produire des données valables, répétables et reproductibles.

Le présent document a pour objet de spécifier les techniques et modèles numériques visant à déterminer les débits d'absorption spécifiques (DAS) moyennés. Le DAS est déterminé en appliquant des simulations de méthode des éléments finis des conditions de champ électromagnétique générées par des dispositifs de communications sans fil dans les modèles de l'anatomie humaine. Les utilisateurs concernés par cette pratique sont (entre autres) les fabricants de dispositifs de communications sans fil, les fournisseurs de services de communication sans fil qui doivent certifier que leurs produits sont conformes aux limites DAS applicables et les organismes gouvernementaux.

Plusieurs méthodes décrites dans le présent document s'appuient sur les techniques spécifiées dans l'IEC/IEEE 62704-1:2017.

DÉTERMINATION DU DÉBIT D'ABSORPTION SPÉCIFIQUE (DAS) MAXIMAL MOYENNÉ DANS LE CORPS HUMAIN, PRODUIT PAR LES DISPOSITIFS DE COMMUNICATIONS SANS FIL, 30 MHz À 6 GHZ –

Partie 4: Exigences générales d'utilisation de la méthode des éléments finis pour les calculs du DAS

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC/IEEE 62704 décrit les concepts, techniques et limitations de la méthode des éléments finis (FEM – *finite-element method*) et spécifie les modèles et procédures de vérification, de validation et d'évaluation de l'incertitude de cette méthode FEM lorsqu'elle est utilisée pour déterminer le débit d'absorption spécifique maximal moyenné (psSAR) dans les fantômes ou les modèles anatomiques. Le présent document recommande et donne des recommandations en matière de modélisation des dispositifs de communications sans fil, et fournit les données de référence pour la simulation du DAS dans ce type de fantômes ou de modèles.

Le présent document ne recommande aucune limite de DAS particulière étant donné qu'elles sont définies dans d'autres normes (dans la norme IEEE C95.1 [1][1] ou dans les lignes directrices publiées par l'ICNIRP (*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection* – Commission internationale sur la protection contre les rayonnements non ionisants) [2], par exemple).

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 62209-1, *Procédure de mesure pour l'évaluation du débit d'absorption spécifique de l'exposition humaine aux champs radiofréquences produits par les dispositifs de communications sans fil tenus à la main ou portés près du corps – Partie 1: Dispositifs utilisés à proximité de l'oreille (Plage de fréquences de 300 MHz à 6 GHz)*

IEC/IEEE 62704-1:2017, *Determining the peak spatial-average specific absorption rate (SAR) in the human body from wireless communications devices, 30 MHz to 6 GHz – Part 1: General requirements for using the finite-difference time-domain (FDTD) method for SAR calculations* (disponible en anglais seulement)

IEEE Std 1528, *IEEE Recommended Practice for Determining the Peak Spatial-Average Specific Absorption Rate (SAR) in the Human Head From Wireless Communications Devices: Measurement Techniques* (disponible en anglais seulement)

---

1 Les chiffres entre crochets se réfèrent à la Bibliographie.