



IEEE

IEC/IEEE 62704-2

Edition 1.0 2017-06

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Determining the peak spatial-average specific absorption rate (SAR) in the human body from wireless communications devices, 30 MHz to 6 GHz – Part 2: Specific requirements for finite difference time domain (FDTD) modelling of exposure from vehicle mounted antennas

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 2: Exigences spécifiques relatives à la modélisation de l'exposition des antennes sur véhicule, à l'aide de la méthode des différences finies dans le domaine temporel (FDTD)

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 17.220.20

ISBN 978-2-8322-4259-9

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

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	8
4 Abbreviated terms	9
5 Exposure configuration modelling	10
5.1 General considerations	10
5.2 Vehicle modelling.....	10
5.3 Communications device modelling	11
5.4 Exposed subject modelling.....	14
5.5 Exposure conditions.....	15
5.6 Accounting for variations in population relative to the standard human body model.....	18
5.6.1 Whole-body average SAR adjustment factors	18
5.6.2 Peak spatial-average SAR adjustment factors	20
6 Validation of the numerical models	22
6.1 Validation of antenna model.....	22
6.1.1 General	22
6.1.2 Experimental antenna model validation.....	22
6.1.3 Numerical antenna model validation	23
6.2 Validation of the human body model	24
6.3 Validation of the vehicle numerical model	26
6.3.1 General	26
6.3.2 Vehicle model validation for bystander exposure simulations	27
6.3.3 Vehicle model validation for passenger exposure simulations	28
7 Computational uncertainty	30
7.1 General considerations	30
7.2 Contributors to overall numerical uncertainty in standard test configurations.....	31
7.2.1 General	31
7.2.2 Uncertainty of the numerical algorithm.....	31
7.2.3 Uncertainty of the numerical representation of the vehicle and pavement.....	31
7.2.4 Uncertainty of the antenna model	32
7.2.5 Uncertainty of SAR evaluation in the standard bystander and passenger models.....	33
7.3 Uncertainty budget.....	33
8 Benchmark simulation models	34
8.1 General.....	34
8.2 Benchmark for bystander exposure simulations	35
8.3 Benchmark for passenger exposure simulations.....	36
9 Documenting SAR simulation results	38
9.1 General.....	38
9.2 Test device	38
9.3 Simulated configurations.....	38
9.4 Software and standard model validation.....	38

9.5	Antenna numerical model validation.....	38
9.6	Results of the benchmark simulation models.....	38
9.7	Simulation uncertainty.....	39
9.8	SAR results.....	39
Annex A (normative)	File format and description of the standard human body models	40
A.1	File format	40
A.2	Tissue parameters	42
Annex B (informative)	Population coverage.....	47
Annex C (informative)	Peak spatial-average SAR locations for the validation and the benchmark simulation models.....	51
Bibliography.....		52
Figure 1 –	Antenna feed model	12
Figure 2 –	Voltage and current at the matched antenna feed-point.....	13
Figure 3 –	Bystander model (left) and passenger/driver model (right) for the SAR simulations	15
Figure 4 –	Passenger and driver positions in the vehicle for the SAR simulations	17
Figure 5 –	Bystander positions relative to the vehicle for the SAR simulations	17
Figure 6 –	Experimental setup for antenna model validation	23
Figure 7 –	Benchmark configuration for bystander model exposed to a front or back plane wave	25
Figure 8 –	Benchmark configuration for passenger model exposed to a front or back plane wave	26
Figure 9 –	Configuration for vehicle numerical model validation	27
Figure 10 –	Side view (top) and rear view (bottom) benchmark validation configuration for bystander and trunk mount antenna.....	35
Figure 11 –	Benchmark validation configuration for passenger and trunk mount antenna	37
Table 1 –	Pavement model parameters	14
Table 2 –	Whole-body average SAR adjustment factors for the bystander and trunk mount antennas	19
Table 3 –	Whole-body average SAR adjustment factors for the bystander and roof mount antennas	19
Table 4 –	Whole-body average SAR adjustment factors for the passenger and trunk mount antennas	19
Table 5 –	Whole-body average SAR adjustment factors for the passenger and roof mount antennas	20
Table 6 –	Peak spatial-average SAR adjustment factors for the bystander model and trunk mount antennas	21
Table 7 –	Peak spatial-average SAR adjustment factors for the bystander model and roof mount antennas	21
Table 8 –	Peak spatial-average SAR adjustment factors for the passenger model and trunk mount antennas	21
Table 9 –	Peak spatial-average SAR adjustment factors for the passenger model and roof mount antennas	22
Table 10 –	Peak spatial-average SAR for 1 g and 10 g and whole-body average SAR for the front and back plane wave exposure of the 3-mm resolution bystander model.....	25

Table 11 – Peak spatial-average SAR for 1 g and 10 g and whole-body average SAR for the front and back plane wave exposure of the 3-mm resolution passenger model.....	26
Table 12 – Antenna length for the vehicle model validation configurations	27
Table 13 – The reference electric field (top) and magnetic field (bottom) values for the numerical validation of the vehicle model for bystander exposure	28
Table 14 – Coordinates of the test points for the standard vehicle validation simulations for the passenger	29
Table 15 – The reference electric field (top) and magnetic field (bottom) values for the numerical validation of the vehicle model for passenger exposure	30
Table 16 – Numerical uncertainty budget for exposure simulations with vehicle mounted antennas and bystander and/or passenger models	34
Table 17 – Reference SAR values for the bystander benchmark validation model.....	36
Table 18 – Reference SAR values for the passenger benchmark validation model	37
Table A.1 – Voxel counts in each data file	41
Table A.2 – Tissues and the associated RGB colours in the binary data file.....	41
Table A.3 – Cole–Cole parameters and density for the standard human body model tissues	43
Table A.4 – Relative dielectric constant and conductivity for the standard human body model at selected reference frequencies.....	45
Table B.1 – Whole-body average SAR adjustment factors for the bystander model and trunk mount antenna	47
Table B.2 – Whole-body average SAR adjustment factors for the bystander model and roof mount antenna.....	48
Table B.3 – Whole-body average SAR adjustment factors for the passenger model and trunk mount antenna	48
Table B.4 – Whole-body average SAR adjustment factors for the passenger model and roof mount antenna.....	48
Table B.5 – Peak spatial-average SAR adjustment factors for the bystander model and trunk mount antenna	49
Table B.6 – Peak spatial-average SAR adjustment factors for the bystander model and roof mount antenna.....	49
Table B.7 – Peak spatial-average SAR adjustment factors for the passenger model and trunk mount antenna	49
Table B.8 – Peak spatial-average SAR adjustment factors for the passenger model and roof mount antenna	50
Table C.1 – Location of the peak spatial-average SAR for the front and back plane wave exposure of the standard human body models	51
Table C.2 – Location of the peak spatial-average SAR for the vehicle mounted antenna benchmark simulation models	51

DETERMINING THE PEAK SPATIAL-AVERAGE SPECIFIC ABSORPTION RATE (SAR) IN THE HUMAN BODY FROM WIRELESS COMMUNICATIONS DEVICES, 30 MHz TO 6 GHz –

Part 2: Specific requirements for finite difference time domain (FDTD) modelling of exposure from vehicle mounted antennas

FOREWORD

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

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, approved by the American National Standards Institute, 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. This Dual Logo International Standard was jointly developed by the IEC and IEEE under the terms of that agreement.

- 2) The formal decisions 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 or IEEE 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 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 or 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 implementation 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 62704-2 has been prepared by IEC technical committee 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 Association¹, 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
106/391/FDIS	106/392/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.

This standard contains attached files in the form of CAD model datasets described in Annex A. These files are available at:

http://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:227:0:::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:1303,25

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 website 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.

¹ A list of IEEE participants can be found at the following URL: http://standards.ieee.org/downloads/24748-5/24748-5-2017/24748-5-2017_wg-participants.pdf

INTRODUCTION

Computational techniques have reached a level of maturity which allows their use in compliance assessments of wireless communication devices with vehicle mounted antennas. The increasing complexity of assessing product compliance with exposure standards according to specific absorption rate (SAR) limits calls for new compliance techniques. This technique should be time efficient and cost effective. Experimental compliance assessments for wireless communication devices used in combination with vehicles are extremely complex to perform or even not possible at all. National regulatory bodies (e.g. US Federal Communications Commission) encouraged the development of consensus standards as well as the establishment of the related IEEE TC34 SC2 subcommittee and IEC PT62704-2 working group. The benefits to the user include standardized and accepted protocols, standardized anatomical models, validation techniques, benchmark data, reporting format, means for estimating the overall uncertainty in order to produce valid, accurate, repeatable, and reproducible results.

The results obtained by following the protocols specified in this document represent a conservative estimate of the peak spatial-average and whole-body average SAR induced in the standard human body models and exposure conditions established for this document inside or nearby the vehicles representing typical use cases with transmitting mobile radios. The protocols set forth in this document produce results subject to modelling, simulations and other uncertainties that are defined in this document.

The standardized vehicle and human models, test configurations, and related results are representative of the typical exposure conditions expected by the passengers and bystanders near the vehicle with vehicle mounted antennas. It is not the intent of this document to provide a result representative of the absolute maximum SAR value possible under every conceivable combination of body size, posture, vehicle model, and distance from the vehicle and antenna. The following items are described in detail: simulation concepts, simulation techniques, finite difference time domain (FDTD) numerical method, benchmarking techniques, standardized anatomically correct human body models of the passenger and bystander, exposure conditions, reference exposure configurations for validation of the SAR simulation software, and the limitations of these models and tools when used for simulating the peak spatial-average and whole-body average SAR. Procedures for validating the numerical tools used for SAR simulations and assessing the SAR simulation uncertainties are provided. This document is intended primarily for use by engineers and other specialists who are familiar with electromagnetic (EM) theory, numerical methods, and, in particular, FDTD techniques. This document does not recommend specific SAR limit values since these are found in other documents.

DETERMINING THE PEAK SPATIAL-AVERAGE SPECIFIC ABSORPTION RATE (SAR) IN THE HUMAN BODY FROM WIRELESS COMMUNICATIONS DEVICES, 30 MHz TO 6 GHz –

Part 2: Specific requirements for finite difference time domain (FDTD) modelling of exposure from vehicle mounted antennas

1 Scope

This part of IEC/IEEE 62704 establishes the concepts, techniques, validation procedures, uncertainties and limitations of the finite difference time domain technique (FDTD) when used for determining the peak spatial-average and whole-body average specific absorption rate (SAR) in a standardized human anatomical model exposed to the electromagnetic field emitted by vehicle mounted antennas in the frequency range from 30 MHz to 1 GHz, which covers typical high power mobile radio products and applications. This document specifies and provides the test vehicle, human body models and the general benchmark data for those models. It defines antenna locations, operating configurations, exposure conditions, and positions that are typical of persons exposed to the fields generated by vehicle mounted antennas. The extended frequency range up to 6 GHz will be considered in future revisions of this document. This document does not recommend specific peak spatial-average and whole-body average SAR limits since these are found in other documents, e.g. IEEE C95.1-2005, ICNIRP (1998).

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 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)* (available at: <http://www.electropedia.org>)

IEC/IEEE 62704-1:—2, *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 Standards Dictionary Online (subscription available at: <http://ieeexplore.ieee.org/xpls/dictionary.jsp>)

² Under preparation. Stage at time of publication: IEC/IEEE FDIS 62704-1:2016.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	57
INTRODUCTION.....	59
1 Domaine d'application	60
2 Références normatives	60
3 Termes et définitions	60
4 Abréviations	62
5 Modélisation de configuration d'exposition.....	62
5.1 Considérations générales	62
5.2 Modélisation du véhicule.....	63
5.3 Modélisation des dispositifs de communication	63
5.4 Modélisation du sujet exposé	66
5.5 Conditions d'exposition	68
5.6 Prise en compte des variations dans la population par rapport au modèle normalisé de corps humain	71
5.6.1 Facteurs d'ajustement du DAS global moyen	71
5.6.2 Facteurs d'ajustement du DAS maximal moyenné.....	73
6 Validation des modèles numériques.....	76
6.1 Validation du modèle d'antenne	76
6.1.1 Généralités	76
6.1.2 Validation du modèle expérimental d'antenne	76
6.1.3 Validation du modèle numérique d'antenne.....	77
6.2 Validation du modèle du corps humain.....	78
6.3 Validation du modèle numérique du véhicule	80
6.3.1 Généralités	80
6.3.2 Validation du modèle du véhicule pour les simulations d'exposition du passant.....	81
6.3.3 Validation du modèle du véhicule pour les simulations d'exposition du passager	82
7 Incertitude informatique	84
7.1 Considérations générales	84
7.2 Contributions à l'incertitude numérique globale dans les configurations normalisées d'essai	85
7.2.1 Généralités	85
7.2.2 Incertitude de l'algorithme numérique	85
7.2.3 Incertitude de la représentation numérique du véhicule et de la chaussée	85
7.2.4 Incertitude du modèle de l'antenne	86
7.2.5 Incertitude de l'évaluation du DAS dans les modèles normalisés du passant et du passager	87
7.3 Bilan d'incertitude	88
8 Modèles de simulation de référence	89
8.1 Généralités	89
8.2 Référence pour les simulations d'exposition du passant.....	89
8.3 Référence pour les simulations d'exposition du passager	91
9 Documentation des résultats de simulation du DAS	93
9.1 Généralités	93
9.2 Dispositif en essai.....	93

9.3	Configurations simulées.....	93
9.4	Validation du logiciel et du modèle normalisé.....	93
9.5	Validation du modèle numérique de l'antenne.....	93
9.6	Résultats des modèles de simulation de référence.....	94
9.7	Incertitude de simulation.....	94
9.8	Résultats du DAS.....	94
Annexe A (normative) Format de fichier et description des modèles normalisés de corps humains.....		95
A.1	Format de fichier.....	95
A.2	Paramètres des tissus.....	97
Annexe B (informative) Couverture de la population.....		102
Annexe C (informative) Emplacements de DAS maximal moyenné pour les modèles de validation et de simulation de référence.....		106
Bibliographie.....		108
Figure 1 – Modèle d'alimentation de l'antenne.....		65
Figure 2 – Tension et courant au point d'alimentation de l'antenne adaptée.....		66
Figure 3 – Modèle du passant (à gauche) et modèle du passager/conducteur (à droite) pour les simulations de DAS.....		68
Figure 4 – Positions du passager et du conducteur dans le véhicule pour les simulations de DAS.....		70
Figure 5 – Positions du passant par rapport au véhicule pour les simulations de DAS.....		71
Figure 6 – Montage expérimental pour validation du modèle d'antenne.....		77
Figure 7 – Configuration de référence pour l'exposition avant ou arrière du modèle de passant à une onde plane.....		79
Figure 8 – Configuration de référence pour l'exposition avant ou arrière du modèle de passager à une onde plane.....		80
Figure 9 – Configuration pour la validation du modèle numérique du véhicule.....		81
Figure 10 – Configuration de validation de référence, vue de côté (en haut) et vue arrière (en bas) pour configuration avec passant et antenne sur coffre.....		90
Figure 11 – Configuration de validation de référence pour configuration avec passager et antenne sur coffre.....		92
Tableau 1 – Paramètres du modèle de chaussée.....		67
Tableau 2 – Facteurs d'ajustement du DAS global moyen pour configuration avec passant et antennes sur coffre.....		72
Tableau 3 – Facteurs d'ajustement du DAS global moyen pour configuration avec passant et antennes sur toit.....		73
Tableau 4 – Facteurs d'ajustement du DAS global moyen pour configuration avec passager et antennes sur coffre.....		73
Tableau 5 – Facteurs d'ajustement du DAS global moyen pour configuration avec passager et antennes sur toit.....		73
Tableau 6 – Facteurs d'ajustement du DAS maximal moyenné pour configuration avec passant et antennes sur coffre.....		74
Tableau 7 – Facteurs d'ajustement du DAS maximal moyenné pour configuration avec modèle de passant et antennes sur toit.....		75
Tableau 8 – Facteurs d'ajustement du DAS maximal moyenné pour configuration avec modèle de passager et antennes sur coffre.....		75

Tableau 9 – Facteurs d’ajustement du DAS maximal moyenné pour configuration avec modèle de passager et antennes sur toit.....	75
Tableau 10 – DAS maximal moyenné pour 1 g et pour 10 g et DAS global moyen pour l’exposition avant et arrière à l’onde plane du modèle de passant d’une résolution de 3 mm	79
Tableau 11 – DAS maximal moyenné pour 1 g et pour 10 g et DAS global moyen pour l’exposition avant et arrière à l’onde plane du modèle de passager avec résolution de 3 mm	80
Tableau 12 – Longueur d’antenne pour les configurations de validation du modèle de véhicule	81
Tableau 13 – Valeurs de référence du champ électrique (en haut) et du champ magnétique (en bas) pour la validation numérique du modèle du véhicule, pour l’exposition du passant	82
Tableau 14 – Coordonnées des points d’essai pour les simulations de validation avec véhicule normalisé, pour passager.....	83
Tableau 15 – Valeurs de référence du champ électrique (en haut) et du champ magnétique (en bas) pour la validation numérique du modèle du véhicule, pour l’exposition du passager	84
Tableau 16 – Bilan numérique d’incertitude pour les simulations d’exposition avec antennes sur véhicule et modèles de passant et/ou de passager	88
Tableau 17 – Valeurs de référence du DAS pour le modèle de validation de référence du passant.....	91
Tableau 18 – Valeurs de référence du DAS pour le modèle de validation de référence du passager.....	92
Tableau A.1 – Nombre de voxels dans chaque fichier de données	96
Tableau A.2 – Tissus et couleurs RVB associées dans le fichier de données binaire	97
Tableau A.3 – Paramètres de Cole–Cole et densité pour les tissus du modèle normalisé de corps humain	98
Tableau A.4 – Constante diélectrique relative et conductivité pour le modèle normalisé de corps humain aux fréquences de référence sélectionnées.....	100
Tableau B.1 – Facteurs d’ajustement du DAS global moyen pour configuration avec modèle de passant et antenne sur coffre	103
Tableau B.2 – Facteurs d’ajustement du DAS global moyen pour configuration avec modèle de passant et antenne sur toit	103
Tableau B.3 – Facteurs d’ajustement du DAS global moyen pour configuration avec modèle de passager et antenne sur coffre	103
Tableau B.4 – Facteurs d’ajustement du DAS global moyen pour configuration avec modèle de passager et antenne sur toit	104
Tableau B.5 – Facteurs d’ajustement du DAS maximal moyenné pour configuration avec modèle de passant et antenne sur coffre	104
Tableau B.6 – Facteurs d’ajustement du DAS maximal moyenné pour configuration avec modèle de passant et antenne sur toit	104
Tableau B.7 – Facteurs d’ajustement du DAS maximal moyenné pour configuration avec modèle de passager et antenne sur coffre	105
Tableau B.8 – Facteurs d’ajustement du DAS maximal moyenné pour configuration avec modèle de passager et antenne sur toit	105
Tableau C.1 – Emplacement du DAS maximal moyenné pour l’exposition avant et arrière à l’onde plane des modèles normalisés de corps humains	106
Tableau C.2 –Emplacement du DAS maximal moyenné pour les modèles de référence de simulation d’antenne sur véhicule	107

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 2: Exigences spécifiques relatives à la modélisation de l'exposition des antennes sur véhicule, à l'aide de la méthode des différences finies dans le domaine temporel (FDTD)

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique 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. A 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 officielles 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 ou l'IEEE ne peuvent pas être tenus responsables 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 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 la mise en application de cette Publication IEC/IEEE peut 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'impliquent la violation de ces droits, relèvent entièrement de leur seule responsabilité.

La Norme internationale IEC/IEEE 62704-2 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 Electromagnétique de l'IEEE Standards Association¹, selon l'accord double logo IEC/IEEE.

La présente publication est une norme double logo IEC/IEEE.

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

FDIS	Rapport de vote
106/391/FDIS	106/392/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.

Le présent document contient des fichiers joints sous la forme d'ensembles de données de modèle CAO décrits à l'Annexe A. Ces fichiers sont disponibles sous:

http://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:227:0:::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:1303,25

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 ce document 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 au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

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.

¹ Une liste des participants IEEE est disponible à l'adresse suivante: http://standards.ieee.org/downloads/24748-5/24748-5-2017/24748-5-2017_wg-participants.pdf.

INTRODUCTION

Les techniques de calcul ont atteint un degré de maturité qui permet de les utiliser dans les évaluations de conformité des dispositifs de communications sans fil avec antennes sur véhicule. Cependant, compte tenu de l'évaluation toujours plus complexe de la conformité des produits aux normes d'exposition conformément aux limites du débit d'absorption spécifique (DAS), il est nécessaire d'appliquer de nouvelles techniques de conformité. Il convient que cette technique soit rentable en termes de temps et de coûts. Il est extrêmement difficile, voire tout à fait impossible, d'effectuer des évaluations expérimentales de conformité pour les dispositifs de communications sans fil utilisés avec des véhicules. Les organismes de réglementation nationaux (par exemple, la Commission fédérale des communications des États-Unis) ont encouragé l'élaboration de normes consensuelles, et ont soutenu la création de structures associées telles que le sous-comité 2 du comité d'études 34 de l'IEEE et le groupe de travail PT62704-2 de l'IEC. Les avantages que cela représente pour l'utilisateur sont notamment l'existence de protocoles normalisés et acceptés, de modèles anatomiques normalisés, de techniques de validation, de données de référence, d'un format de rapport, de moyens permettant d'estimer l'incertitude globale, afin d'obtenir des résultats valides, exacts, répétables et reproductibles.

Les résultats obtenus en appliquant les protocoles spécifiés dans le présent document constituent une estimation prudente du DAS maximal moyenné et du DAS global moyen, induits dans les modèles normalisés de corps humains et dans les conditions d'exposition établies pour le présent document à l'intérieur ou à proximité des véhicules représentant les cas typiques d'utilisation avec radios mobiles d'émission. Les protocoles mis en œuvre dans le présent document donnent des résultats subordonnés à la modélisation, aux simulations et autres incertitudes définies dans le présent document.

Les modèles normalisés de véhicules et de corps humains, les configurations d'essai et les résultats associés sont représentatifs des conditions typiques d'exposition attendues par les passagers et les passants se tenant près des véhicules avec antennes sur véhicule. L'objectif du présent document n'est pas de fournir un résultat représentatif de la valeur du DAS maximal absolu, pour toutes les combinaisons imaginables de taille et de position du corps, de modèle de véhicule, et de distance entre le corps et le véhicule et l'antenne. Seuls les éléments suivants sont détaillés: les concepts de simulation, les techniques de simulation, la méthode numérique des différences finies dans le domaine temporel (FDTD²), les techniques d'intercomparaison, les modèles de corps humains normalisés et corrects sur le plan anatomique représentant le passager et le passant, les conditions d'exposition, les configurations d'exposition de référence pour la validation du logiciel de simulation du DAS, et les limitations de ces modèles et outils utilisés pour simuler le DAS maximal moyenné et le DAS global moyen. Le présent document spécifie les procédures de validation des outils numériques utilisés pour les simulations de DAS et les procédures d'évaluation des incertitudes de simulation du DAS. Le présent document est principalement destinée à être utilisée par les ingénieurs et autres spécialistes ayant une bonne connaissance de la théorie électromagnétique (EM), des méthodes numériques, et en particulier, des techniques FDTD. Le présent document ne recommande pas de valeurs limites spécifiques de DAS, celles-ci étant disponibles dans d'autres documents.

² FDTD = *finite difference time domain*.

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 2: Exigences spécifiques relatives à la modélisation de l'exposition des antennes sur véhicule, à l'aide de la méthode des différences finies dans le domaine temporel (FDTD)

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC/IEEE 62704 définit les concepts, les techniques, les procédures de validation, les incertitudes et les limitations de la technique des différences finies dans le domaine temporel (FDTD) appliqués pour déterminer le débit d'absorption spécifique (DAS) maximal moyenné et le débit d'absorption spécifique global moyen. Cette détermination est réalisée au moyen d'un modèle normalisé de corps humain, exposé au champ électromagnétique émis par des antennes sur véhicule, dans la plage de fréquences de 30 MHz à 1 GHz, qui concerne les produits et les applications typiques de radio mobile haute puissance. La présente partie de l'IEC/IEEE 62704 définit et fournit les données relatives aux véhicules d'essai, aux modèles de corps humains et les données générales de référence pour ces modèles. Elle définit les emplacements des antennes, les configurations de fonctionnement, les conditions d'exposition et les positions typiques des personnes exposées aux champs générés par des antennes sur véhicule. La plage de fréquences étendue jusqu'à 6 GHz sera prise en compte dans les futures révisions du présent document. Le présent document ne recommande pas de limites spécifiques de DAS maximal moyenné et de DAS global moyen, celles-ci étant disponibles dans d'autres documents, par exemple, l'IEEE C95.1-2005, ICNIRP (1998).

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 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire Electrotechnique International (IEV)* (disponible sous: <http://www.electropedia.org>)

IEC/IEEE 62704-1:—3, *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 1: Exigences générales pour l'utilisation de la méthode des différences finies dans le domaine temporel (FDTD) pour les calculs de DAS*

IEEE Standards Dictionary Online (l'abonnement est disponible sous: <http://ieeexplore.ieee.org/xpls/dictionary.jsp>)

³ En préparation. Stade au moment de la publication: IEC/IEEE FDIS 62704-1:2016.