

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Magnetic resonance equipment for medical imaging –
Part 2: Classification criteria for pulse sequences**

**Appareils à résonance magnétique utilisés pour l'imagerie médicale –
Partie 2: Critères de classification pour les séquences d'impulsions**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62464-2:2010



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2010 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
Email: inmail@iec.ch
Web: 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.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

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.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Magnetic resonance equipment for medical imaging –
Part 2: Classification criteria for pulse sequences**

**Appareils à résonance magnétique utilisés pour l'imagerie médicale –
Partie 2: Critères de classification pour les séquences d'impulsions**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

M

ICS 11.040.55

ISBN 978-2-88912-239-4

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION	5
1 Scope.....	6
2 Normative references.....	6
3 Terms and definitions.....	6
4 PULSE SEQUENCE classification	7
4.1 General.....	7
4.2 PULSE SEQUENCE type	7
4.2.1 General.....	7
4.2.2 Notation	8
4.3 Magnetisation modification.....	8
4.3.1 General.....	8
4.3.2 Notation	8
4.4 Dimensionality	10
4.4.1 General.....	10
4.4.2 Notation	10
4.5 Echo number	10
4.5.1 General.....	10
4.5.2 Notation	10
Annex A (informative) Examples of use of the PULSE SEQUENCE classification.....	11
Bibliography.....	12
Index of defined terms used in this standard	13
Table 1 – Magnetisation modification techniques	9
Table A.1 – MANUFACTURER-specific classification examples	11

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

MAGNETIC RESONANCE EQUIPMENT FOR MEDICAL IMAGING –**Part 2: Classification criteria for pulse sequences**

FOREWORD

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

International Standard IEC 62464-2 has been prepared by subcommittee 62B: Diagnostic imaging equipment, of IEC technical committee 62: Electrical equipment in medical practice.

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

FDIS	Report on voting
62B/807/FDIS	62B/816/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.

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

In this standard, the following print types are used:

- Requirements and definitions: roman type.
- *Test specifications: italic type.*
- Informative material appearing outside of tables, such as notes, examples and references: in smaller type. Normative text of tables is also in a smaller type.
- TERMS DEFINED IN CAUSE 3 OF THE GENERAL STANDARD, IN THIS PARTICULAR STANDARD OR AS NOTED: SMALL CAPITALS.

The verbal forms used in this standard conform to usage described in Annex H of the ISO/IEC Directives, Part 2. For the purposes of this standard, the auxiliary verb:

- “shall” means that compliance with a requirement or a test is mandatory for compliance with this standard;
- “should” means that compliance with a requirement or a test is recommended but is not mandatory for compliance with this standard;
- “may” is used to describe a permissible way to achieve compliance with a requirement or test.

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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62464-2:2010

INTRODUCTION

Presently the MANUFACTURERS of MR EQUIPMENT use names for PULSE SEQUENCES which are adopted from the literature (e.g. SPIN-ECHO) or are defined by the MANUFACTURER (e.g. FISP: fast imaging with steady state precession). In the absence of a classification standard for PULSE SEQUENCES, the MANUFACTURER-specific terminology complicates comparison of PULSE SEQUENCES.

The DICOM standard allows the inclusion of PULSE SEQUENCE information with digital MAGNETIC RESONANCE (MR) images. This information helps with the interpretation of images. However, the DICOM standard allows MANUFACTURER-specific terminology.

This International Standard specifies a concise MANUFACTURER-independent classification scheme for MR imaging PULSE SEQUENCES.

In terms of MR imaging, the PULSE SEQUENCE is a chronology of RF-pulses, switching of gradient fields and data acquisition with the intention to create one or more images. As the exact chronology determines the image contrast, image artefacts and other properties of the image, it is necessary to define a consistent and accurate PULSE SEQUENCE classification.

The proposed PULSE SEQUENCE classification notation could be implemented as a new DICOM tag in addition to the existing MANUFACTURER-specific PULSE SEQUENCE name. This would facilitate end users' access to this information. Implementation as a new tag would ensure backward compatibility.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62464-2:2010

MAGNETIC RESONANCE EQUIPMENT FOR MEDICAL IMAGING –

Part 2 – Classification criteria for pulse sequences

1 Scope

This International Standard specifies the description of PULSE SEQUENCES of MAGNETIC RESONANCE imaging.

NOTE The classification in this standard is suitable for:

- tender texts;
- image annotation;
- protocol definition;
- technical publications.

This International Standard does not apply to MAGNETIC RESONANCE spectroscopy. The classification does not focus on image contrast (T1, T2, proton density), as this is defined by PULSE SEQUENCE parameters (e.g. repetition time, echo time) and is not a property of the PULSE SEQUENCE alone. The PULSE SEQUENCE classification does not specify the K-SPACE acquisition scheme, reconstruction algorithm or post-processing.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application 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 60601-2-33:2010, *Medical electrical equipment – Part 2-33: Particular requirements for the basic safety and essential performance of magnetic resonance equipment for medical diagnosis*

IEC 60788:2004, *Medical electrical equipment – Glossary of defined terms*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60601-2-33:2010, IEC 60788:2004 and the following apply.

3.1

pulse sequence

chronology of radiofrequency-pulses, switching of magnetic field gradients, and data acquisition for the generation of one or more MAGNETIC RESONANCE images

NOTE The terms “imaging sequence” or “sequence” are sometimes used as synonyms for PULSE SEQUENCE.

3.2

transverse magnetisation

magnetisation component perpendicular to the direction of the static magnetic field

3.3

longitudinal magnetisation

magnetisation component parallel to the direction of the static magnetic field

3.4**k-space**

mathematical space in which the Fourier transform of the image data is represented

NOTE This is partially or totally filled with the sampled measurement data.

3.5**spin-echo****SE**

refocused TRANSVERSE MAGNETISATION arising at time T after an excitation RF pulse and an additional RF-pulse at time $T/2$

NOTE The excitation pulse is typically a 90° RF pulse, and the additional refocusing pulse is typically a 180° RF pulse. SE's can be refocused using a sequence of additional RF pulses.

3.6**gradient-echo****GR**

refocused TRANSVERSE MAGNETISATION after a RF pulse using re-phasing magnetic field gradients

4 PULSE SEQUENCE classification**4.1 General**

In an imaging PULSE SEQUENCE the LONGITUDINAL MAGNETISATION is partially or totally converted into TRANSVERSE MAGNETISATION via a radio-frequency (RF) excitation pulse. The TRANSVERSE MAGNETISATION is precessing with the Larmor frequency. The precessing TRANSVERSE MAGNETISATION induces the MR signal. For spatial encoding the precessing TRANSVERSE MAGNETISATION is phase-encoded with the help of gradients prior to the data acquisition, and frequency encoding is utilised during the data acquisition. The acquired signal is then stored in a so-called K-SPACE line of the raw data matrix.

The K-SPACE can be two- (2D) or three-(3D)-dimensional. There are several algorithms that allow reconstructing images from incomplete K-SPACE data sets (half or partial Fourier, parallel imaging techniques) – for the PULSE SEQUENCE classification these techniques are not considered.

PULSE SEQUENCES are categorised according to the following classifiers:

- a) magnetisation modification (optional): modification(s) of the LONGITUDINAL MAGNETISATION or TRANSVERSE MAGNETISATION;
- b) PULSE SEQUENCE type: SPIN-ECHO or GRADIENT-ECHO with the number repetitions (or shots) and the number of K-SPACE lines per RF excitation;
- c) dimensionality of data acquisition: 2D or 3D;
- d) echo number (optional): number of different echoes that are used to calculate separate images.

These classifiers are used in the following notation (without spaces):

<Magnetisation modification> – <Dimensionality of data acquisition> – <PULSE SEQUENCE type> – <Echo number>

4.2 PULSE SEQUENCE type**4.2.1 General**

PULSE SEQUENCES create MR images whose signal behaviour is primarily determined by either a SPIN-ECHO (SE) or a GRADIENT-ECHO (GR). The PULSE SEQUENCE type is defined at the centre

of the 2D or 3D K-SPACE: If the K-SPACE centre is acquired with a SPIN-ECHO, then the PULSE SEQUENCE is classified as a SPIN-ECHO PULSE SEQUENCE in this International Standard. If the centre of K-SPACE is not acquired with a SPIN-ECHO, then the PULSE SEQUENCE is classified as a GRADIENT-ECHO PULSE SEQUENCE in this International Standard.

A more precise classification the PULSE SEQUENCE type is achieved by providing information about the other K-SPACE lines. Therefore, the number of SPIN-ECHOES and GRADIENT-ECHOES per RF excitation are given.

Some image characteristics are sensitive to whether K-SPACE is totally acquired after a single RF excitation (single shot) or whether multiple RF excitations are required (multi-shot), so the number of RF excitations (shots) is also given.

4.2.2 Notation

For a SPIN-ECHO PULSE SEQUENCE the following notation is used:

<PULSE SEQUENCE type> : (SE_<Index1> GR_<Index2>)_<Index3>

For a GRADIENT-ECHO PULSE SEQUENCE the following notation is used:

<PULSE SEQUENCE type> : (GR_<Index1> SE_<Index2>)_<Index3>

Here, <Index1> and <Index2> denote the number of SPIN-ECHOES and GRADIENT-ECHOES, respectively. The values of <Index1> and <Index2> can be either integer numbers or formulas of the variables N and M using the signs “+”, “-”, “/”, and “x”. Here, N describes the total number of K-SPACE lines, and M is the number of K-SPACE lines per excitation. The part “GR_<Index2>” or “SE_<Index2>” is omitted, if <Index2> is zero.

<Index3> denotes the number of required RF excitations and is given either as an integer number or a formula of the variables N and M using the signs “+”, “-”, “/”, and “x”.

NOTE The sum of <Index1> and <Index2> is typically known as the echo train length, and <Index3> is often written as the number of shots.

4.3 Magnetisation modification

4.3.1 General

Optionally, the imaging characteristics of a PULSE SEQUENCE can be changed by adding gradients and RF pulses or by replacing parts of the PULSE SEQUENCE. These added pulses and gradients are used to prepare the magnetisation.

Different magnetisation modifications can be combined. The magnetisation modification is either acting primarily on the LONGITUDINAL MAGNETISATION or the TRANSVERSE MAGNETISATION, or is done during RF excitation.

For classification of the magnetisation modification, all parts of the PULSE SEQUENCES that have an additional influence on the image characteristics and that are not included in the classification of the PULSE SEQUENCE type are listed.

4.3.2 Notation

The magnetisation modification is written as a series of symbols as given in Table 1:

<Magnetisation modification> : <Symbol1> – <Symbol2> – ... – <SymbolN>

If no magnetisation modification is used, this classifier is omitted.

Table 1 – Magnetisation modification techniques

Symbol	Name	Physical principle
IR	Inversion recovery	Inversion of the LONGITUDINAL MAGNETISATION
SR	Saturation recovery	Saturation of the LONGITUDINAL MAGNETISATION
T2P	T2 preparation	Storage of a T2 contrast in the LONGITUDINAL MAGNETISATION using e.g. the pulses (90°)-(180°)-(-90°)
T2SP	T2* preparation	Storage of a T2* contrast in the LONGITUDINAL MAGNETISATION using e.g. the pulses (90°)-TE-(-90°)
SSAT	Spectral (chemical) saturation	Spectrally selective saturation of spins (e.g. fat, silicone, water)
SIR	Spectral (chemical) inversion	Spectrally selective inversion of spins (e.g. fat, silicone, water)
MTC	Magnetisation transfer contrast	Indirect saturation of the water signal using magnetisation transfer of spins bound to macromolecules
RSAT	(Regional) pre-saturation, tagging	Spatially selective saturation
RLAB	(Regional) labelling, spin labelling	Spatially selective excitation or inversion for tagging of moving spins
DE	Driven equilibrium	RF pulse at the end of the echo train for restoring the LONGITUDINAL MAGNETISATION
NS	Non-spatially selective excitation	RF pulse without slice selection gradient to excite all magnetisation in the volume of the transmitting RF coil
NRRF	Profiled (non-rectangular) RF pulse	RF excitation pulse with a dedicated, non-rectangular slice profile (e.g. to avoid saturation effects in TOF MR angiographies or for simultaneous excitation of two slices)
2DRF	2D selective RF pulse	RF pulse with a spatial selectivity in 2 dimensions
SSRF	Spatial-spectral RF pulse	Simultaneous spatially and spectrally selective excitation
DIFF	Diffusion weighting	Signal attenuation by additional gradients that induce a signal dephasing for diffusing spins
FLOWCn	Flow compensation ^a	Compensation of the n th gradient moment to suppress flow related signal changes, where n is a positive integer
FLOWSn	Flow sensitisation	Amplification of the n th gradient moment to enhance flow related signal changes, where n is a positive integer
T1R	Spin lock	T1ρ contrast by additional RF pulses
SPOIL	TRANSVERSE MAGNETISATION spoiling	Spoiling by gradient and/or radio frequency
AREF	Refocusing of all gradients	Refocusing of all gradients within one TR interval (balanced steady state free precession)
PREF	Partial refocusing of the gradients	Refocusing of some gradients within one TR interval
NREF	Refocusing of the gradients in the next TR interval	Refocusing of the gradients so that an echo is acquired in the next TR interval
OFFSET	Offset echo	Time offset between the SPIN ECHO and acquisition of the centre of K-SPACE
^a If the classifier FLOWCn is not explicitly given, the PULSE SEQUENCE does not utilise flow compensation.		

4.4 Dimensionality

4.4.1 General

With three-dimensional data acquisitions the spatial encoding of the signal from a volume is performed in all three dimensions, and data are sorted into a 3D K-SPACE. In two-dimensional data acquisitions encoding is performed only in the two in-plane dimensions of a selected slice, and a 2D K-SPACE is filled.

4.4.2 Notation

The dimensionality for a two-dimensional data acquisition is given by

<Dimensionality> : 2D

For a three-dimensional data acquisition the following notation is used:

<Dimensionality> : 3D

4.5 Echo number

4.5.1 General

Following an RF excitation, data can be acquired at different echo times, which leads to MR images with different contrasts. The number of reconstructed images with different contrasts is classified by the echo number.

4.5.2 Notation

The following notation is used for the echo number:

<Echo number> : E_ <Index>

<Index> is an integer number. If <Index> has a value of 1, the classifier is omitted.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62464-2:2010

Annex A (informative)

Examples of use of the PULSE SEQUENCE classification

Table A.1 shows examples of the application of this International Standard to MANUFACTURER-specific PULSE SEQUENCE names.

Table A.1 – MANUFACTURER-specific classification examples

GE	Hitachi	Philips	Siemens	Toshiba	This International Standard
EPI	GE EPI	Single shot FFE-EPI	FID-EPI	EPI	2D-(GR_N)_1
EPI	SE EPI	Single shot SE-EPI	SE-EPI	EPI	2D-(SE_1-GR_N-1)_1
FGRE-ET	Multi shot EPI	Multi shot EPI	Segmented EPI	Multi-shot EPI	2D-(GR_M)_N/M
SPIN-ECHO	SPIN-ECHO	SPIN-ECHO	SPIN-ECHO	SPIN-ECHO	2D-(SE_1)_N
SS-FSE	Single shot FSE	Single shot TSE	HASTE/RARE	FASE	2D-(SE_N)_1
fast SPIN-ECHO	fast SPIN-ECHO	turbo SPIN-ECHO	turbo SPIN-ECHO	FSE	2D-(SE_M)_N/M
dual echo fast SPIN ECHO		<td>	<td>		2D-(SE_M)_N/M-E_2
FLAIR/STIR	FLAIR/STIR	FLAIR/STIR	FLAIR/STIR	FLAIR/STIR	IR-2D-(SE_M)_N/M
GRASE	-	GRASE	TGSE	Hybrid EPI	2D-(SE_1-GR_M-1)_N/M
Spoiled GRASS	RSSG	T1-FFE	FLASH	FE	SPOIL-2D-(GR_1)_N
GRASS	SARGE	FFE	FISP	FE	PREF-2D-(GR_1)_N
FIESTA	BASG	Balanced FFE	True FISP	True SSFP	AREF-2D-(GR_1)_N
SSFP	TRSG	T2-FFE	PSIF	SSFP	NREF-2D-(GR_1)_N

Bibliography

DICOM 2008 standard: *Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)* [viewed 2010-07-15]. Available from <ftp://medical.nema.org/medical/dicom/2008/>

RadLex Term Browser [viewed 2010-07-15]. Available from <http://www.radlex.org/viewer>

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62464-2:2010

Index of defined terms used in this standard

NOTE The defined terms used in this International Standard may be looked up at <http://std.iec.ch/glossary>.

GRADIENT-ECHO (GR)	3.6
K-SPACE	3.4
LONGITUDINAL MAGNETISATION	3.3
MAGNETIC RESONANCE (MR)	IEC 60601-2-33:2010, 201.3.217
MANUFACTURER	IEC 60601-1:2005, 3.55
MR EQUIPMENT	IEC 60601-2-33:2010, 201.3.218
PULSE SEQUENCE	3.1
SPIN-ECHO (SE)	3.5
TRANSVERSE MAGNETISATION	3.2

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62464-2:2010

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	15
INTRODUCTION	17
1 Domaine d'application	18
2 Références normatives	18
3 Termes et définitions	18
4 Classification des SEQUENCES D'IMPULSIONS	19
4.1 Généralités	19
4.2 Type de SEQUENCES D'IMPULSIONS	20
4.2.1 Généralités	20
4.2.2 Notation	20
4.3 Modification de la magnétisation	20
4.3.1 Généralités	20
4.3.2 Notation	21
4.4 Dimensionnalité	22
4.4.1 Généralités	22
4.4.2 Notation	22
4.5 Nombre d'échos	23
4.5.1 Généralités	23
4.5.2 Notation	23
Annexe A (informative) Exemples d'utilisation de la classification des SEQUENCES D'IMPULSIONS	24
Bibliographie	25
Index des termes définis utilisés dans la présente norme	26
Tableau 1 – Techniques de modification de la magnétisation	21
Tableau A.1 – Exemples de classifications spécifiques aux FABRICANTS	24

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**APPAREILS À RÉSONANCE MAGNÉTIQUE
UTILISÉS POUR L'IMAGERIE MÉDICALE –****Partie 2: Critères de classification pour
les séquences d'impulsions**

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 62464-2 a été établie par le sous-comité 62B: Appareils d'imagerie de diagnostic, du comité d'études 62 de la CEI: Equipements électriques dans la pratique médicale.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
62B/807/FDIS	62B/816/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.

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

Dans la présente norme, les caractères d'imprimerie suivants sont utilisés:

- Exigences et définitions: caractères romains.
- *Modalités d'essais: caractères italiques.*
- Indications de nature informative apparaissant hors des tableaux, comme les notes, les exemples et les références: petits caractères romains. Le texte normatif à l'intérieur des tableaux est également en petits caractères.
- TERMES DEFINIS A L'ARTICLE 3 DE LA NORME GENERALE, DANS LA PRESENTE NORME PARTICULIERE OU COMME NOTES: PETITES CAPITALES.

Les formes verbales utilisées dans la présente norme sont conformes à l'usage donné à l'Annexe H des Directives ISO/CEI, Partie 2. Pour les besoins de la présente norme:

- “devoir” mis au présent de l'indicatif signifie que la satisfaction à une exigence ou à un essai est obligatoire pour la conformité à la présente norme;
- “il convient/il est recommandé” signifie que la satisfaction à une exigence ou à un essai est recommandée mais n'est pas obligatoire pour la conformité à la présente norme;
- “pouvoir” mis au présent de l'indicatif est utilisé pour décrire un moyen admissible pour satisfaire à une exigence ou à un essai.

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.

IECNORM.COM : Click to view the full text of IEC 62464-2:2010

INTRODUCTION

Les FABRICANTS d'APPAREILS A RM utilisent actuellement des noms pour les SEQUENCES D'IMPULSIONS, qui sont tirés des ouvrages de référence (par exemple ECHO DE SPIN), ou qui sont définis par le FABRICANT (par exemple FISP: imagerie rapide avec précession en régime permanent¹⁾). En l'absence d'une norme de classification pour les SEQUENCES D'IMPULSIONS, la terminologie spécifique au FABRICANT complique la comparaison des SEQUENCES D'IMPULSIONS.

La norme DICOM permet d'inclure des informations relatives aux SEQUENCES D'IMPULSIONS, avec des images numériques par RESONANCE MAGNETIQUE (RM). Ces informations facilitent l'interprétation des images. Néanmoins, la norme DICOM laisse au FABRICANT la possibilité d'utiliser une terminologie spécifique.

La présente Norme internationale spécifie un schéma de classification concis, indépendant du FABRICANT, pour les SEQUENCES D'IMPULSIONS de l'imagerie RM.

En termes d'imagerie RM, la SEQUENCE D'IMPULSIONS est une chronologie des impulsions de fréquence radioélectrique, de la commutation des champs de gradient et de l'acquisition de données, dans le but de créer une ou plusieurs images. Etant donné que la chronologie exacte détermine le contraste de l'image, les artefacts d'image et d'autres propriétés de l'image, il est nécessaire de définir une classification cohérente et précise de la SEQUENCE D'IMPULSIONS.

La notation proposée de classification des SEQUENCES D'IMPULSIONS pourrait être mise en application comme une nouvelle balise DICOM, en plus des noms de SEQUENCES D'IMPULSIONS existants et spécifiques au FABRICANT. Ceci faciliterait l'accès à ces informations par les utilisateurs finaux. La mise en application comme une nouvelle balise permettrait d'assurer une compatibilité rétroactive.

¹⁾ En anglais: *fast imaging with steady state precession*.

APPAREILS À RÉSONANCE MAGNÉTIQUE UTILISÉS POUR L'IMAGERIE MÉDICALE –

Partie 2: Critères de classification pour les séquences d'impulsions

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie la description des SEQUENCES D'IMPULSIONS de l'imagerie par RESONANCE MAGNETIQUE.

NOTE La classification utilisée dans la présente norme convient pour:

- les contenus d'appels d'offres;
- les annotations d'images;
- les définitions de protocoles;
- les publications techniques.

La présente Norme internationale ne s'applique pas à la spectroscopie par RESONANCE MAGNETIQUE. La classification ne se concentre pas sur le contraste de l'image (T1, T2, densité protonique), comme ceci est défini par les paramètres de SEQUENCES D'IMPULSIONS (par exemple temps de répétition, temps d'écho), et n'est pas une propriété de la SEQUENCE D'IMPULSIONS uniquement. La classification des SEQUENCES D'IMPULSIONS ne spécifie pas le schéma d'acquisition, l'algorithme de reconstruction ou le post-traitement de l'ESPACE K.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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).

CEI 60601-2-33:2010, *Appareils électromédicaux – Partie 2-33: Exigences particulières pour la sécurité de base et les performances essentielles des appareils à résonance magnétique utilisés pour le diagnostic médical*

CEI 60788:2004, *Medical electrical equipment – Glossary of defined terms* (disponible en anglais seulement)

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 60601-2-33:2010 et la CEI 60788:2004, ainsi que les suivants, s'appliquent.

3.1

séquence d'impulsions

chronologie des impulsions de fréquence radioélectrique, de la commutation des gradients de champ magnétique et de l'acquisition de données, pour la génération d'une ou plusieurs images de RESONANCE MAGNETIQUE

NOTE Les termes « séquence d'imagerie » ou « séquence » sont parfois utilisés comme synonymes de SEQUENCE D'IMPULSIONS.

3.2

magnétisation transversale

composante de magnétisation perpendiculaire à la direction du champ magnétique statique

3.3

magnétisation longitudinale

composante de magnétisation parallèle à la direction du champ magnétique statique

3.4

espace k

espace mathématique dans lequel la transformée de Fourier des données d'image est représentée

NOTE Cet espace est rempli en partie ou en totalité par les données de mesure échantillonnées.

3.5

écho de spin

SE (en anglais *spin-echo*)

MAGNETISATION TRANSVERSALE refocalisée se produisant au temps T après une impulsion RF d'excitation et une impulsion RF supplémentaire au temps $T/2$

NOTE L'impulsion d'excitation est généralement une impulsion RF à 90° et l'impulsion de refocalisation supplémentaire est généralement une impulsion RF à 180° . Les échos de spin peuvent être refocalisés à l'aide d'une séquence d'impulsions RF supplémentaires.

3.6

écho de gradient

GR

MAGNETISATION TRANSVERSALE refocalisée après une impulsion RF, à l'aide de gradients de champ magnétique de rephasage

4 Classification des SEQUENCES D'IMPULSIONS

4.1 Généralités

Dans une SEQUENCE D'IMPULSIONS d'imagerie, la MAGNETISATION LONGITUDINALE est en partie ou en totalité convertie en MAGNETISATION TRANSVERSALE par l'intermédiaire d'une impulsion d'excitation à fréquence radioélectrique (RF, en anglais *radio-frequency*). La MAGNETISATION TRANSVERSALE est en cours de précession avec la fréquence de Larmor. La MAGNETISATION TRANSVERSALE de précession induit le signal RM. Pour le codage spatial, la MAGNETISATION TRANSVERSALE de précession est codée en phase avec l'aide de gradients, avant l'acquisition des données, et le codage en fréquence est utilisé au cours de l'acquisition des données. Le signal acquis est ensuite stocké dans une ligne appelée d'ESPACE K de la matrice de données brutes.

L'ESPACE K peut être bidimensionnel (2D) ou tridimensionnel (3D). Il existe plusieurs algorithmes qui permettent de reconstituer des images à partir d'ensembles de données incomplets de l'ESPACE K (demi-transformée de Fourier ou transformée de Fourier partielle, techniques d'imagerie parallèle) – pour la classification des SEQUENCES D'IMPULSIONS, ces techniques ne sont pas prises en compte.

Les SEQUENCES D'IMPULSIONS sont classées selon les classificateurs suivants:

- a) Modification de la magnétisation (facultative): modification(s) de la MAGNETISATION LONGITUDINALE ou de la MAGNETISATION TRANSVERSALE;
- b) Type de SEQUENCES D'IMPULSIONS: à ECHO DE SPIN ou à ECHO DE GRADIENT, avec le nombre de répétitions (ou de coups) et le nombre de lignes dans l'ESPACE K par excitation RF;
- c) Dimensionnalité de l'acquisition de données: 2D ou 3D;

- d) Nombre d'échos (facultatif): nombre d'échos différents utilisés pour calculer des images séparées.

Ces classificateurs sont utilisés dans la notation suivante (sans espaces):

<Modification de la magnétisation> – <Dimensionnalité de l'acquisition de données> – <Type de SEQUENCES D'IMPULSIONS> – <Nombre d'échos>

4.2 Type de SEQUENCES D'IMPULSIONS

4.2.1 Généralités

Les SEQUENCES D'IMPULSIONS créent des images RM dont le comportement du signal est déterminé principalement par un ECHO DE SPIN (SE) ou un ECHO DE GRADIENT (GR). Le type de SEQUENCES D'IMPULSIONS est défini au centre de l'ESPACE K en 2D ou en 3D: Si le centre de l'ESPACE K est acquis avec un ECHO DE SPIN, la SEQUENCE D'IMPULSIONS est alors classée comme une SEQUENCE D'IMPULSIONS à ECHO DE SPIN dans la présente Norme internationale. Si le centre de l'ESPACE K n'est pas acquis avec un ECHO DE SPIN, la SEQUENCE D'IMPULSIONS est alors classée comme une SEQUENCE D'IMPULSIONS à ECHO DE GRADIENT dans la présente Norme internationale.

Une classification plus précise du type de SEQUENCES D'IMPULSIONS est obtenue en fournissant des informations sur les autres lignes dans l'ESPACE K. Par conséquent, le nombre d'ECHOS DE SPIN et d'ECHOS DE GRADIENT par excitation RF sont donnés.

Certaines caractéristiques d'image varient selon que l'ESPACE K est acquis en totalité après une seule excitation RF (mono-coup) ou selon que des excitations RF multiples sont exigées (multi-coups), et donc le nombre d'excitations RF (coups) est également donné.

4.2.2 Notation

Pour une SEQUENCE D'IMPULSIONS à ECHO DE SPIN, la notation suivante est utilisée:

<Type de SEQUENCES D'IMPULSIONS>: (SE_<Index1> GR_<Index2>)_<Index3>

Pour une SEQUENCE D'IMPULSIONS à ECHO DE GRADIENT, la notation suivante est utilisée:

<Type de SEQUENCES D'IMPULSIONS>: (GR_<Index1> SE_<Index2>)_<Index3>

Ici, <Index1> et <Index2> indiquent le nombre d'ECHOS DE SPIN et d'ECHOS DE GRADIENT, respectivement. Les valeurs d'<Index1> et d'<Index2> peuvent être des nombres entiers ou des formules des variables N et M utilisant les signes "+", "-", "/", et "x". Ici, N décrit le nombre total de lignes dans l'ESPACE K, et M est le nombre de lignes dans l'ESPACE K par excitation. La partie "GR_<Index2>" ou "SE_<Index2>" est omise, si la valeur d'<Index2> est nulle.

<Index3> indique le nombre d'excitations RF exigées, et est donné sous forme de nombre entier ou de formule des variables N et M utilisant les signes "+", "-", "/", et "x".

NOTE La somme d'<Index1> et d'<Index2> est généralement connue comme la durée du train d'échos, et <Index3> est souvent indiqué comme le nombre de coups.

4.3 Modification de la magnétisation

4.3.1 Généralités

Les caractéristiques d'imagerie d'une SEQUENCE D'IMPULSIONS peuvent éventuellement être modifiées en ajoutant des gradients et des impulsions RF, ou en remplaçant des parties de la SEQUENCE D'IMPULSIONS. Ces impulsions et ces gradients ajoutés sont utilisés pour préparer la magnétisation.

Différentes modifications de magnétisation peuvent être combinées. La modification de la magnétisation agit soit essentiellement sur la MAGNETISATION LONGITUDINALE ou MAGNETISATION TRANSVERSALE, soit elle est effectuée au cours d'une excitation RF.

Pour la classification de la modification de la magnétisation, toutes les parties des SEQUENCES D'IMPULSIONS qui ont une influence supplémentaire sur les caractéristiques d'image et qui ne sont pas comprises dans la classification du type de SEQUENCES D'IMPULSIONS, sont énumérées.

4.3.2 Notation

La modification de la magnétisation est écrite sous forme d'une série de symboles donnés dans le Tableau 1:

<Modification de la magnétisation>: <Symbole1> – <Symbole2> – ... – <SymboleN>

Si aucune modification de la magnétisation n'est utilisée, ce classificateur est omis.

Tableau 1 – Techniques de modification de la magnétisation

Symbole	Nom	Principe physique
IR	Séquence d'inversion-récupération (en anglais <i>Inversion recovery</i>)	Inversion de la MAGNETISATION LONGITUDINALE
SR	Séquence de saturation-récupération (en anglais <i>Saturation recovery</i>)	Saturation de la MAGNETISATION LONGITUDINALE
T2P	Préparation de T2	Stockage d'un contraste T2 dans la MAGNETISATION LONGITUDINALE, en utilisant par exemple les impulsions (90°)-(180°)-(-90°)
T2SP	Préparation de T2*	Stockage d'un contraste T2* dans la MAGNETISATION LONGITUDINALE, en utilisant par exemple les impulsions (90°)-TE-(-90°)
SSAT	Saturation (chimique) spectrale (en anglais <i>Spectral (chemical) saturation</i>)	Saturation spectrale sélective de spins (par exemple matière grasse, silicone, eau)
SIR	Inversion (chimique) spectrale (en anglais <i>Spectral (chemical) inversion</i>)	Inversion spectrale sélective de spins (par exemple matière grasse, silicone, eau)
MTC	Contraste de transfert de la magnétisation (en anglais <i>Magnetisation transfer contrast</i>)	Saturation indirecte du signal d'eau utilisant un transfert de magnétisation de spins liés aux macromolécules
RSAT	Pré-saturation (régionale), marquage (en anglais <i>(Regional) pre-saturation, tagging</i>)	Saturation spatiale sélective
RLAB	Étiquetage (régional), étiquetage de spin (en anglais <i>(Regional) labelling, spin labelling</i>)	Excitation ou inversion spatiale sélective pour le marquage des spins en mouvement
DE	Equilibre en mouvement (en anglais <i>Driven equilibrium</i>)	Impulsion RF à la fin du train d'échos, pour rétablir la MAGNETISATION LONGITUDINALE
NS	Excitation non spatiale sélective (en anglais <i>Non-spatially selective excitation</i>)	Impulsion RF sans gradient de sélection de coupe, pour exciter toute magnétisation dans le volume de la bobine RF de transmission

Symbole	Nom	Principe physique
NRRF	Impulsion RF (non rectangulaire) profilée (en anglais <i>Profiled (non-rectangular) RF pulse</i>)	Impulsion d'excitation RF avec un profil de coupe non rectangulaire spécifique (par exemple pour éviter les effets de saturation dans les angiographies par RM par temps de vol, ou pour l'excitation simultanée de deux coupes)
2DRF	Impulsion RF sélective en 2D	Impulsion RF avec une sélectivité spatiale en 2 dimensions
SSRF	Impulsion RF spatiale-spectrale	Excitation spatiale et spectrale simultanée sélective
DIFF	Pondération de diffusion	Affaiblissement de signal par des gradients supplémentaires qui induisent un déphasage de signal pour les spins diffusés
FLOWCn	Compensation de flux (en anglais <i>Flow compensation</i>) ^a	Compensation du n ^{ième} moment de gradient pour supprimer les variations de signal liées au flux, où n est un nombre entier positif
FLOWSn	Sensibilisation de flux (en anglais <i>Flow sensitisation</i>)	Amplification du n ^{ième} moment de gradient pour accroître les variations de signal liées au flux, où n est un nombre entier positif
T1R	Verrouillage de spin	Contraste T1ρ par des impulsions RF supplémentaires
SPOIL	Perturbation de la MAGNETISATION TRANSVERSALE (en anglais <i>Transverse magnetisation spoiling</i>)	Perturbation par gradient et/ou fréquence radioélectrique
AREF	Refocalisation de tous les gradients (en anglais <i>Refocusing of all gradients</i>)	Refocalisation de tous les gradients à l'intérieur d'un intervalle de temps de répétition (précession libre en régime permanent symétrique)
PREF	Refocalisation partielle des gradients (en anglais <i>Partial refocusing of the gradients</i>)	Refocalisation de certains gradients à l'intérieur d'un intervalle de temps de répétition
NREF	Refocalisation des gradients dans l'intervalle de temps de répétition suivant (en anglais <i>Refocusing of the gradients in the next TR interval</i>)	Refocalisation des gradients, de telle sorte qu'un écho soit acquis dans l'intervalle de temps de répétition suivant
OFFSET	Echo de décalage (en anglais <i>Offset echo</i>)	Décalage dans le temps entre l'ECHO DE SPIN et l'acquisition du centre de l'ESPACE K
^a Si le classificateur FLOWCn n'est pas donné explicitement, la SEQUENCE D'IMPULSIONS n'utilise pas la compensation de flux.		

4.4 Dimensionnalité

4.4.1 Généralités

Avec des acquisitions de données tridimensionnelles, le codage spatial du signal à partir d'un volume est effectué dans chacune des trois dimensions, et les données sont triées dans un ESPACE K en 3D. Dans les acquisitions de données bidimensionnelles, le codage est réalisé uniquement dans les deux dimensions du plan d'une coupe choisie, et un ESPACE K en 2D est rempli.

4.4.2 Notation

La dimensionnalité pour une acquisition de données bidimensionnelles est donnée par

<Dimensionnalité>: 2D

Pour une acquisition de données tridimensionnelles, la notation suivante est utilisée: