

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



**Semiconductor devices – Semiconductor interface for automotive vehicles –  
Part 2: Efficiency evaluation methods of wireless power transmission using  
resonance for automotive vehicles sensors**

**Dispositifs à semiconducteurs – Interface à semiconducteurs pour les véhicules  
automobiles –  
Partie 2: Méthodes d'évaluation du rendement de la transmission d'énergie sans  
fil par résonance pour les capteurs de véhicules automobiles**



**THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED**  
**Copyright © 2018 IEC, Geneva, Switzerland**

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

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

Tel.: +41 22 919 02 11  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)

### About the IEC

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

### About IEC publications

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

#### IEC Catalogue - [webstore.iec.ch/catalogue](http://webstore.iec.ch/catalogue)

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

#### IEC publications search - [webstore.iec.ch/advsearchform](http://webstore.iec.ch/advsearchform)

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

#### IEC Just Published - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)

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

#### Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 21 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

#### IEC Glossary - [std.iec.ch/glossary](http://std.iec.ch/glossary)

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

#### IEC Customer Service Centre - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: [sales@iec.ch](mailto:sales@iec.ch).

### A propos de l'IEC

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

### A propos des publications IEC

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

#### Catalogue IEC - [webstore.iec.ch/catalogue](http://webstore.iec.ch/catalogue)

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

#### Recherche de publications IEC - [webstore.iec.ch/advsearchform](http://webstore.iec.ch/advsearchform)

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

#### IEC Just Published - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)

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

#### Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 21 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

#### Glossaire IEC - [std.iec.ch/glossary](http://std.iec.ch/glossary)

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

#### Service Clients - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: [sales@iec.ch](mailto:sales@iec.ch).

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



---

**Semiconductor devices – Semiconductor interface for automotive vehicles –  
Part 2: Efficiency evaluation methods of wireless power transmission using  
resonance for automotive vehicles sensors**

**Dispositifs à semiconducteurs – Interface à semiconducteurs pour les véhicules  
automobiles –  
Partie 2: Méthodes d'évaluation du rendement de la transmission d'énergie sans  
fil par résonance pour les capteurs de véhicules automobiles**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

---

ICS 31.080.99

ISBN 978-2-8322-5442-4

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

## CONTENTS

FOREWORD.....	3
1 Scope.....	5
2 Normative references .....	5
3 Terms and definitions .....	5
4 Testing methods .....	6
4.1 General.....	6
4.2 RF power generation efficiency.....	7
4.3 RF coupling efficiency.....	8
4.4 RF rectifying efficiency.....	9
4.5 DC-DC converting efficiency .....	10
4.6 System efficiency.....	11
Figure 1 – Schematic diagram of wireless power transmission system .....	7
Figure 2 – Measurement schematics for RF power generation efficiency.....	8
Figure 3 – Measurement schematics for RF coupling efficiency .....	9
Figure 4 – Measurement schematics for RF rectifying efficiency .....	10
Figure 5 – Measurement schematics for DC-DC converting efficiency.....	10

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SEMICONDUCTOR DEVICES –  
SEMICONDUCTOR INTERFACE FOR AUTOMOTIVE VEHICLES –

**Part 2: Efficiency evaluation methods of wireless power transmission  
using resonance for automotive vehicles sensors**

## 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 62969-2 has been prepared by IEC technical committee 47: Semiconductor devices.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
47/2450/FDIS	47/2460/RVD

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

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

A list of all the parts in the IEC 62969 series, published under the general title *Semiconductor devices – Semiconductor interface for automotive vehicles*, can be found on the IEC website.

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

# SEMICONDUCTOR DEVICES – SEMICONDUCTOR INTERFACE FOR AUTOMOTIVE VEHICLES –

## Part 2: Efficiency evaluation methods of wireless power transmission using resonance for automotive vehicles sensors

### 1 Scope

This part of IEC 62969 specifies procedures and definitions for measuring the efficiency of the wireless power transmission system for the automotive vehicles sensors. This document deals with the power range below 500 mW.

### 2 Normative references

There are no normative references in this document.

### 3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

#### 3.1

##### **wireless power transfer**

technology of power transmission/receiving without power line

#### 3.2

##### **resonance frequency**

*f*

special frequency which is determined by inductance and capacitance of the coil

#### 3.3

##### **resonant wireless power transfer**

energy transfer maximizing method using the concord of resonance frequency between the two coils which make magnetic inductive coupling

#### 3.4

##### **power driving coil**

coil which receives RF power directly

Note 1 to entry: The power driving coil is part of the basic elements of the resonant wireless power transmission system.

#### 3.5

##### **transmitting resonator coil**

coil which transfers power using magnetic resonance

Note 1 to entry: The transmitting resonator coil is part of the basic elements of the resonant wireless power transmission system.

### 3.6

#### **receiving resonator coil**

coil which is receiving wireless power

Note 1 to entry: The receiving resonator coil is part of the basic elements of the resonant wireless power transmission system.

### 3.7

#### **load coil**

coil which supplies power to the devices

Note 1 to entry: The load coil is part of the basic elements of the resonant wireless power transmission system.

### 3.8

#### **resonator coil**

coil, the inductance and capacitance of which have been determined according to its geometry

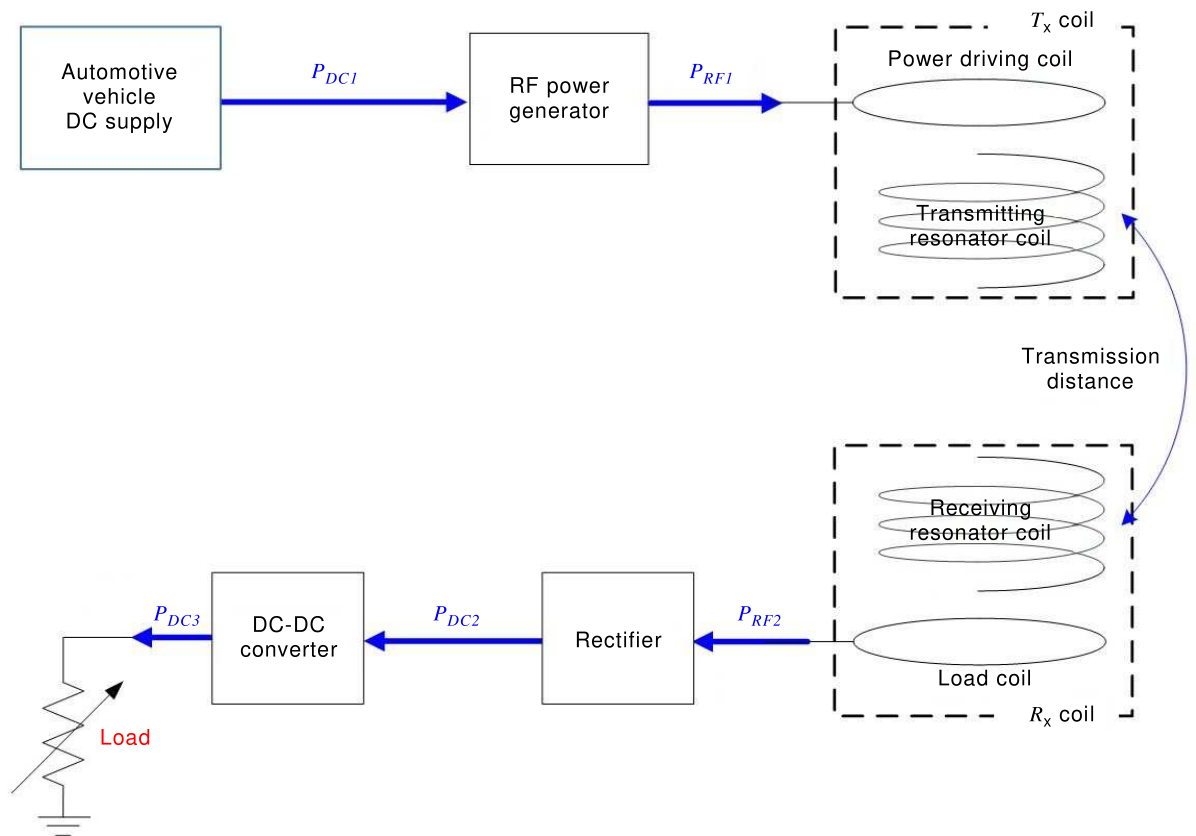
## 4 Testing methods

### 4.1 General

The concept of resonant wireless power transfer system is shown in Figure 1 and efficiency is a function of the loading conditions (e.g. light load, medium load, and full load) as well as the degree of coupling between the transmission and receiver coils (e.g. weak coupling or perfect coupling). The system comprises six main functional units which are an automotive vehicle DC supply unit, a RF power generator unit, a  $T_x$  coil unit, an  $R_x$  coil unit, a rectifier unit and a DC-DC converter unit. The  $T_x$  coil unit includes a power driving coil and a transmitting resonator coil. The  $R_x$  coil unit includes a receiving resonator coil and a load coil.

The automotive vehicle DC supply means that the supplied electric power which is provided by vehicle, which voltage can be +12V or +24V. The RF power generator unit is the circuit which can convert DC power to RF power. At this time, the frequency of RF power can be hundreds of kHz to tens of MHz. The  $T_x$  coil unit and the  $R_x$  coil unit are actually delivering power wirelessly. The rectifier unit is the electric circuit which can convert RF power to DC power. The DC-DC converter unit converts the level of DC voltage. The rectified voltage is different from the voltage for driving a load. Therefore, the DC-DC converter is required. Finally a load can be connected to the output of DC-DC converter. The value of characteristic impedance ( $Z_0$ ) should be specified when designing a high frequency circuit and measuring the high frequency characteristics. Usually the value of  $Z_0$  is 50  $\Omega$ .





IEC

**Key**

- $P_{DC1}$  DC power from automotive vehicle DC supply
- $P_{RF1}$  RF power from RF power generator
- $P_{RF2}$  RF power from  $R_x$  coil
- $P_{DC2}$  DC power from rectifier
- $P_{DC3}$  DC power from DC-DC converter

**Figure 1 – Schematic diagram of wireless power transmission system****4.2 RF power generation efficiency**

The RF power generation efficiency is defined as the conversion efficiency when the power is converted from DC power to RF power which is shown in Figure 2. The efficiency is represented by the ratio of RF output power to the used power for DC input. The efficiency can be affected by the efficiency of inverter circuit when the used frequency is lower than 1 MHz and the efficiency of power amplifier when the used frequency is higher than 1 MHz. The efficiency can be calculated by measuring the power calculated from the voltage and current of  $P_{DC1}$  and by measuring the RF power of  $P_{RF1}$  using RF power sensor. During the efficiency measurement, the RF output power is adjusted to sufficient. The RF power generation efficiency shall be given as shown by Formula (1) below:

$$\eta_{RF} = \frac{P_{RF1}}{P_{DC1}} \quad (1)$$

where

- $\eta_{RF}$  is RF power generation efficiency;
- $P_{RF1}$  is RF power from RF power generator;
- $P_{DC1}$  is DC power from automotive vehicle DC supply.

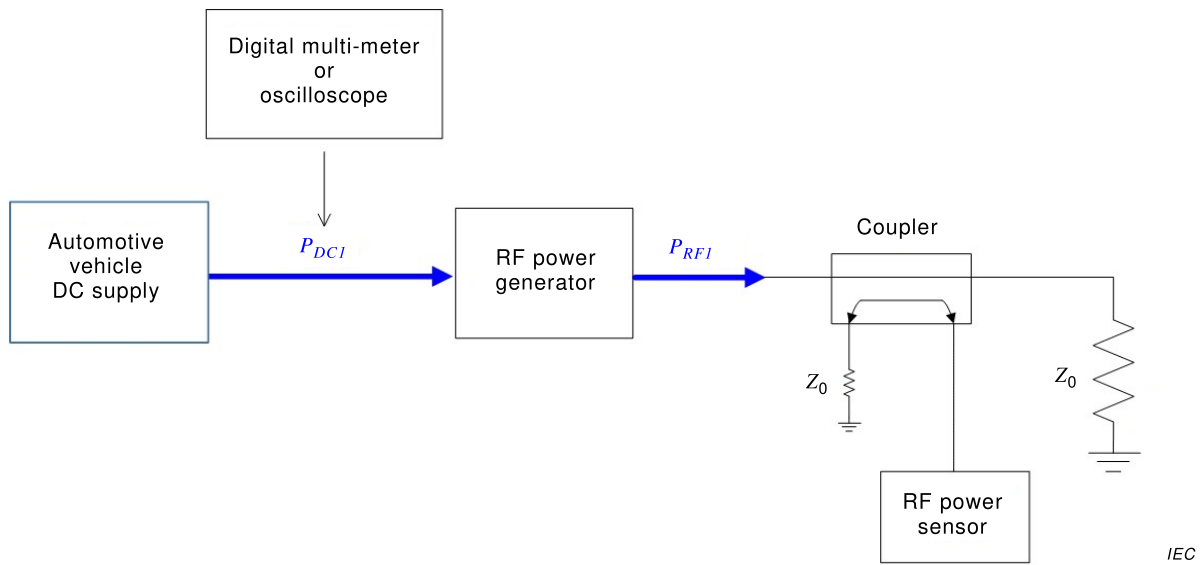


Figure 2 – Measurement schematics for RF power generation efficiency

### 4.3 RF coupling efficiency

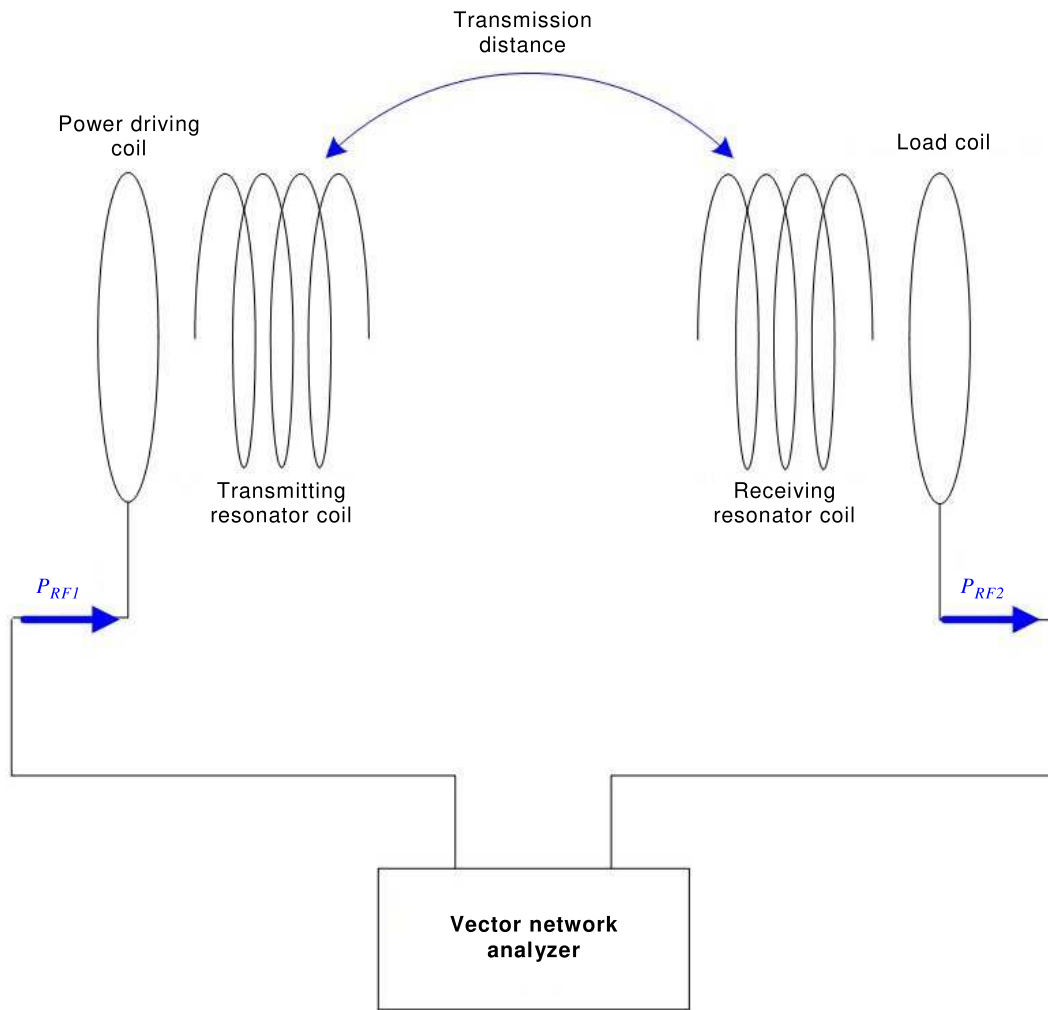
The RF coupling efficiency is defined as the transmission efficiency when the signal is transferred wirelessly which is shown in Figure 3. The efficiency is represented by the ratio of RF output power to the RF input power. The efficiency can be affected by the coupling of between transfer and receiver part, the resistance loss between transfer and receiver part, radiation. The RF coupling efficiency is major efficiency of the wireless power transmission system.

The RF coupling efficiency can be measured by s-parameter using Vector Network Analyser (VNA). The RF coupling efficiency shall be given as shown by Formula (2) below:

$$\eta_{Coupling} = |S_{21}|^2 = \frac{P_{RF2}}{P_{RF1}} \tag{2}$$

where

- $\eta_{Coupling}$  is RF coupling efficiency;
- $P_{RF1}$  is RF power from RF power generator;
- $P_{RF2}$  is RF power from  $R_x$  coil.



IEC

Figure 3 – Measurement schematics for RF coupling efficiency

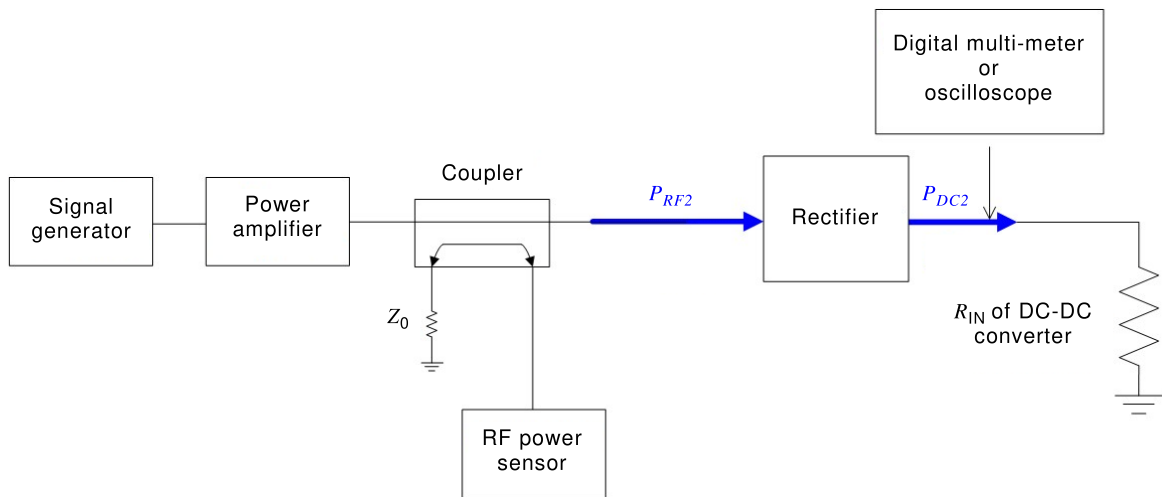
#### 4.4 RF rectifying efficiency

The RF rectifying efficiency is defined as the efficiency when the power is transferred from  $P_{RF2}$  to  $P_{DC2}$  which is shown in Figure 4. The RF rectifying efficiency is represented by the power ratio of DC output power by rectifying circuit to received RF input power. The RF rectifying efficiency can be affected by the diodes efficiency. The RF rectifying efficiency shall be given as shown by Formula (3) below:

$$\eta_{Rect} = \frac{P_{DC2}}{P_{RF2}} \quad (3)$$

where

- $\eta_{Rect}$  is RF rectifying efficiency;
- $P_{DC2}$  is DC power from rectifier;
- $P_{RF2}$  is RF power from  $R_x$  coil.



IEC

Figure 4 – Measurement schematics for RF rectifying efficiency

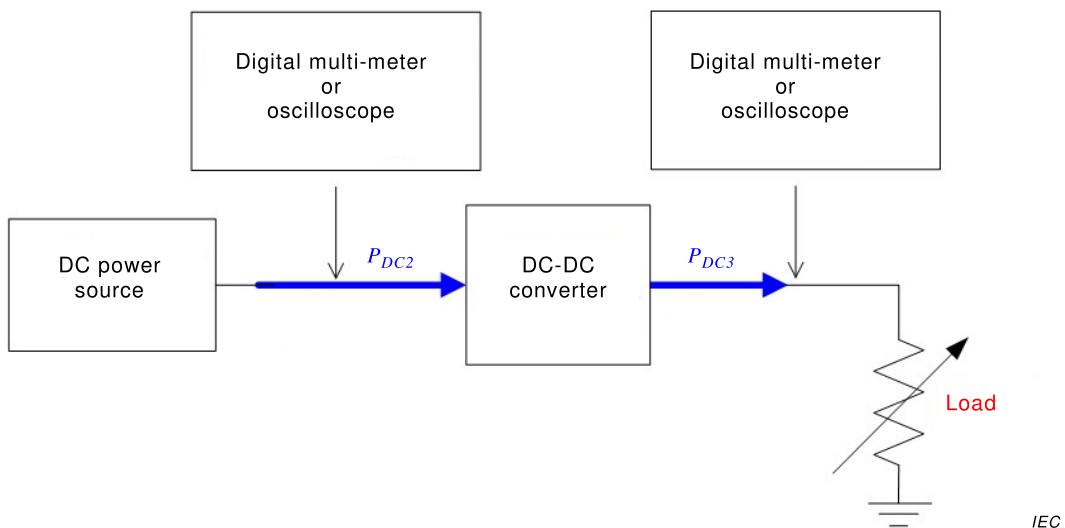
#### 4.5 DC-DC converting efficiency

The DC-DC converting efficiency is defined as the efficiency when the signal is transferred from  $P_{DC2}$  to  $P_{DC3}$  which is shown in Figure 5. The efficiency is represented by the power ratio of DC output power from rectifier to DC output power from DC-DC converting circuit. The rectified voltage is different from the voltage for driving a load. Therefore, the DC-DC converter is required. The DC-DC converting efficiency shall be given as shown by Formula (4) below:

$$\eta_{DC} = \frac{P_{DC3}}{P_{DC2}} \tag{4}$$

where

- $\eta_{DC}$  is DC-DC converting efficiency;
- $P_{DC2}$  is DC power from rectifier;
- $P_{DC3}$  is DC power from DC-DC converter.



IEC

Figure 5 – Measurement schematics for DC-DC converting efficiency

#### 4.6 System efficiency

The system efficiency is defined as the efficiency when the power is transferred from the automotive vehicle DC power unit to the load. The system efficiency is represented by the power ratio of DC output power of the receiving part to the power used in the RF power generator unit. The system efficiency can be affected by the efficiency of inverter circuit, oscillator and amp, coupling of transfer/receiver part, resistance loss of transfer/receiver part, radiation loss, and the RF rectifying efficiency. The system efficiency shall be given as shown by Equation (5) below:

$$\begin{aligned}\eta_{System} &= \eta_{RF} \times \eta_{Coupling} \times \eta_{Rect} \times \eta_{DC} \\ &= \frac{P_{RF1}}{P_{DC1}} \times \frac{P_{RF2}}{P_{RF1}} \times \frac{P_{DC2}}{P_{RF2}} \times \frac{P_{DC3}}{P_{DC2}} = \frac{P_{DC3}}{P_{DC1}}\end{aligned}\quad (5)$$

where

- $\eta_{RF}$  is RF power generation efficiency;
- $\eta_{Coupling}$  is RF coupling efficiency;
- $\eta_{Rect}$  is RF rectifying efficiency;
- $\eta_{DC}$  is DC-DC converting efficiency;
- $P_{RF1}$  is RF power from RF power generator;
- $P_{RF2}$  is RF power from  $R_x$  coil;
- $P_{DC1}$  is DC power from automotive vehicle DC supply;
- $P_{DC2}$  is DC power from rectifier;
- $P_{DC3}$  is DC power from DC-DC converter.

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	13
1 Domaine d'application .....	15
2 Références normatives .....	15
3 Termes et définitions .....	15
4 Méthodes d'essai .....	16
4.1 Généralités .....	16
4.2 Rendement de la génération de puissance RF .....	17
4.3 Rendement du couplage RF .....	18
4.4 Rendement du redressement RF .....	19
4.5 Rendement de la stabilisation CC-CC .....	20
4.6 Rendement du système .....	21
Figure 1 – Schéma de principe du système de transmission d'énergie sans fil .....	17
Figure 2 – Schéma de principe pour la mesure du rendement de la génération de puissance RF .....	18
Figure 3 – Schéma de principe pour la mesure du rendement du couplage RF .....	19
Figure 4 – Schéma de principe pour la mesure du rendement du redressement RF .....	20
Figure 5 – Schéma de principe pour la mesure du rendement de la stabilisation CC-CC .....	20

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS –  
INTERFACE À SEMICONDUCTEURS  
POUR LES VÉHICULES AUTOMOBILES –****Partie 2: Méthodes d'évaluation du rendement de la transmission  
d'énergie sans fil par résonance pour les capteurs  
de véhicules automobiles**

## 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. L'IEC 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 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.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC 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 l'IEC. L'IEC 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 l'IEC, 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, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 62969-2 a été établie par le sous-comité 47: Dispositifs à semiconducteurs.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
47/2450/FDIS	47/2460/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 internationale.

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62969, publiées sous le titre général *Dispositifs à semiconducteurs – Interface à semiconducteurs pour les véhicules automobiles*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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 l'IEC 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.

**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. Il est par conséquent recommandé aux utilisateurs d'imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.**



# DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS – INTERFACE À SEMICONDUCTEURS POUR LES VÉHICULES AUTOMOBILES –

## Partie 2: Méthodes d'évaluation du rendement de la transmission d'énergie sans fil par résonance pour les capteurs de véhicules automobiles

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62969 spécifie les modes opératoires et les définitions permettant de mesurer le rendement du système de transmission d'énergie sans fil pour les capteurs de véhicules automobiles. Le présent document couvre la plage de puissance située au-dessous de 500 mW.

### 2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

#### 3.1

##### **transfert d'énergie sans fil**

technologie d'émission/réception d'énergie s'affranchissant de câblage d'alimentation

#### 3.2

##### **fréquence de résonance**

*f*

fréquence spéciale, déterminée par l'inductance et la capacité de la bobine

#### 3.3

##### **transfert d'énergie sans fil par résonance**

méthode d'optimisation du transfert d'énergie exploitant l'alignement de fréquence de résonance entre les deux bobines, permettant le couplage par induction électromagnétique

#### 3.4

##### **bobine d'entraînement électrique de puissance**

bobine qui reçoit directement la puissance RF

Note 1 à l'article: La bobine d'entraînement électrique de puissance fait partie des éléments de base du système de transmission d'énergie sans fil par résonance.

#### 3.5

##### **bobine émettrice de résonateur**

bobine qui transfère de l'énergie par résonance magnétique

Note 1 à l'article: La bobine émettrice de résonateur fait partie des éléments de base du système de transmission d'énergie sans fil par résonance.

### 3.6

#### **bobine réceptrice de résonateur**

bobine qui reçoit l'énergie transférée sans fil

Note 1 à l'article: La bobine réceptrice de résonateur fait partie des éléments de base du système de transmission d'énergie sans fil par résonance.

### 3.7

#### **bobine de charge**

bobine qui alimente les dispositifs en énergie

Note 1 à l'article: La bobine de charge fait partie des éléments de base du système de transmission d'énergie sans fil par résonance.

### 3.8

#### **bobine de résonateur**

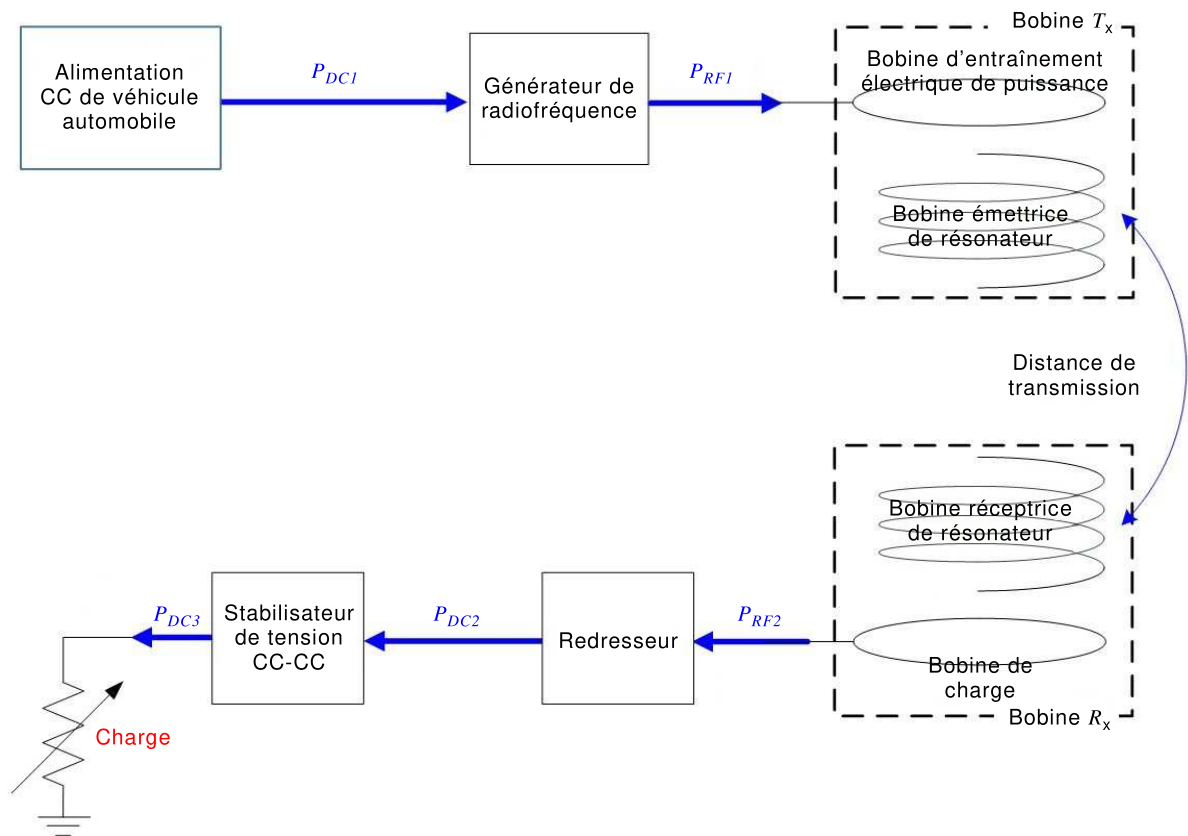
bobine dont l'inductance et la capacité ont été déterminées en fonction de sa géométrie

## 4 Méthodes d'essai

### 4.1 Généralités

Le concept de système de transfert d'énergie sans fil par résonance est représenté à la Figure 1; le rendement dépend des conditions de charge (*par exemple* charge légère, charge moyenne et charge pleine) ainsi que du degré de couplage entre les bobines émettrice et réceptrice (*par exemple* couplage faible et couplage parfait). Le système comprend six unités fonctionnelles principales: une alimentation CC de véhicule automobile, un générateur de radiofréquence, une bobine  $T_x$ , une bobine  $R_x$ , un redresseur et un stabilisateur de tension CC-CC. La bobine  $T_x$  comprend une bobine d'entraînement électrique de puissance et une bobine émettrice de résonateur. La bobine  $R_x$  comprend une bobine réceptrice de résonateur et une bobine de charge.

L'alimentation CC de véhicule automobile désigne l'alimentation électrique fournie par le véhicule, dont la tension peut être de +12 V ou +24 V. Le générateur de radiofréquence est le circuit qui peut convertir un courant continu en puissance RF. À l'heure actuelle, la fréquence de puissance RF peut se chiffrer aussi bien en centaines de kHz qu'en dizaines de MHz. La bobine  $T_x$  et la bobine  $R_x$  sont les dispositifs fournissant effectivement de l'énergie sans fil. Le redresseur est le circuit électrique qui peut convertir la puissance RF en courant continu. Le stabilisateur de tension CC-CC convertit le niveau de la tension continue. La tension redressée diffère de la tension permettant d'entraîner une charge. Le stabilisateur de tension CC-CC est donc exigé. Enfin, la charge peut être reliée à la sortie du stabilisateur de tension CC-CC. Il convient de spécifier la valeur de l'impédance caractéristique ( $Z_0$ ) lorsqu'un circuit haute fréquence est conçu et que les caractéristiques de haute fréquence sont mesurées. La valeur de  $Z_0$  est généralement de 50  $\Omega$ .



IEC

### Légendes

$P_{DC1}$  courant continu provenant de l'alimentation CC de véhicule automobile

$P_{RF1}$  puissance RF provenant du générateur de radiofréquence

$P_{RF2}$  puissance RF provenant de la bobine  $R_x$

$P_{DC2}$  courant continu provenant du redresseur

$P_{DC3}$  courant continu provenant du stabilisateur de tension CC-CC

**Figure 1 – Schéma de principe du système de transmission d'énergie sans fil**

### 4.2 Rendement de la génération de puissance RF

Le rendement de la génération de puissance RF désigne le rendement de la conversion du courant continu en puissance RF, qui est représentée à la Figure 2. Le rendement est exprimé par le rapport de la puissance de sortie RF sur la puissance utilisée pour le courant continu en entrée. Le rendement peut être affecté par le rendement du circuit onduleur lorsque la fréquence utilisée est inférieure à 1 MHz, et par le rendement de l'amplificateur de puissance lorsque la fréquence utilisée est supérieure à 1 MHz. Le rendement peut être calculé en mesurant la puissance calculée à partir de la tension et de l'intensité de  $P_{DC1}$ , et en mesurant la puissance RF de  $P_{RF1}$  en utilisant un détecteur de puissance RF. Lors de la mesure du rendement, la puissance de sortie RF est ajustée afin d'obtenir une valeur suffisante. Le rendement de la génération de puissance RF doit être obtenu en appliquant la Formule (1) ci-après

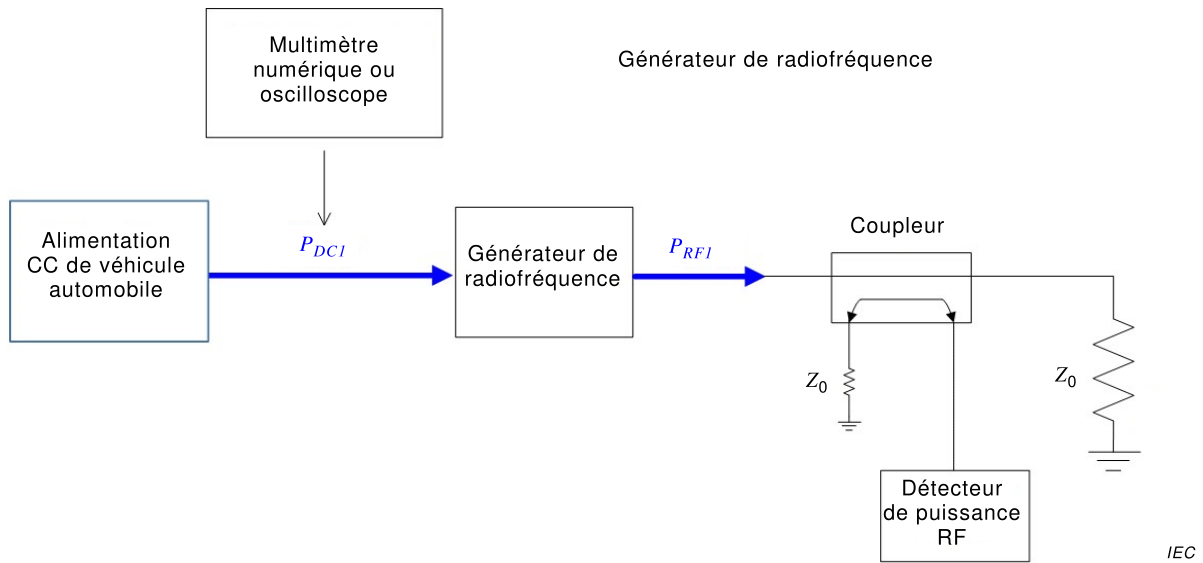
$$\eta_{RF} = \frac{P_{RF1}}{P_{DC1}} \quad (1)$$

où

$\eta_{RF}$  est le rendement de la génération de puissance RF;

$P_{RF1}$  est la puissance RF du générateur de radiofréquence;

$P_{DC1}$  est le courant continu provenant de l'alimentation CC de véhicule automobile.



**Figure 2 – Schéma de principe pour la mesure du rendement de la génération de puissance RF**

### 4.3 Rendement du couplage RF

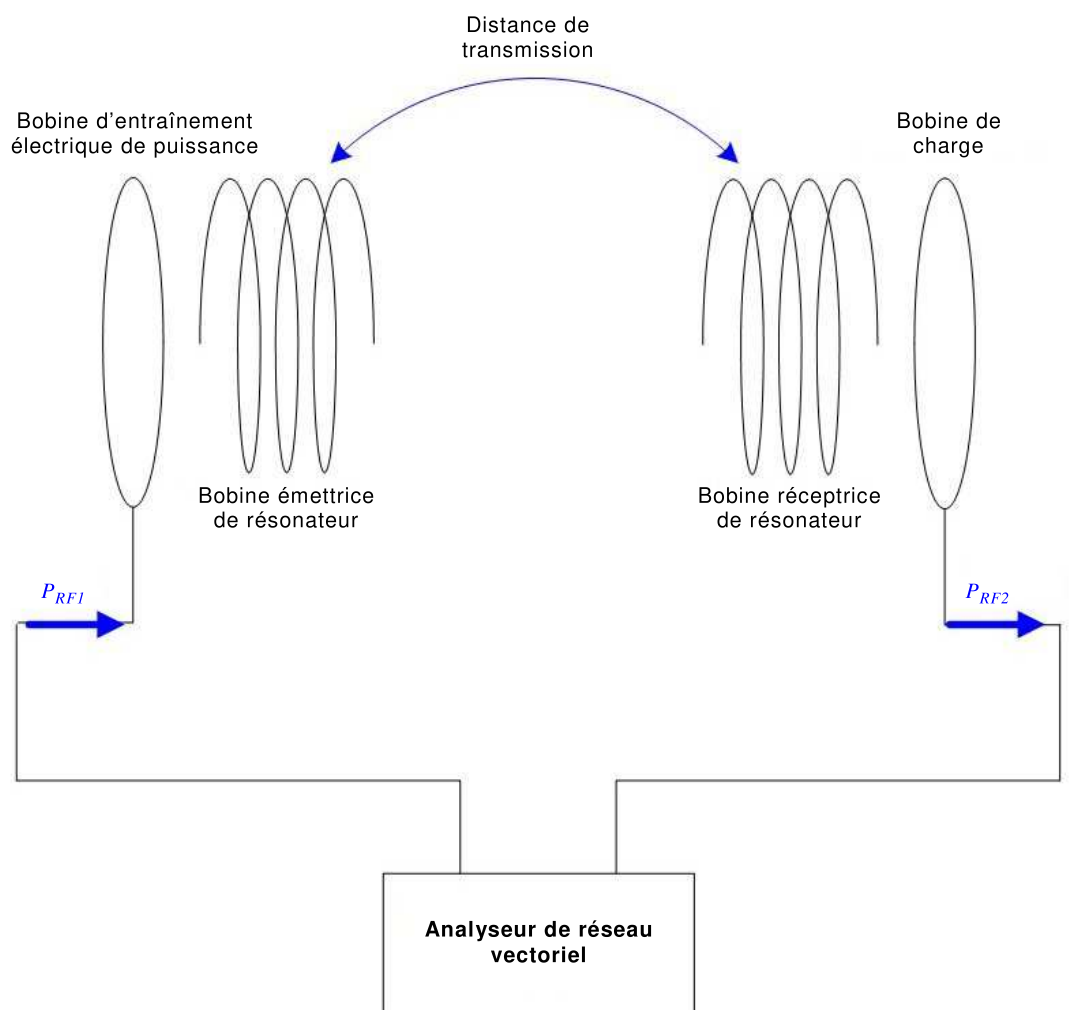
Le rendement du couplage RF désigne le rendement de transmission lorsque le signal est transféré sans fil, comme représenté à la Figure 3. Le rendement est exprimé par le rapport de la puissance de sortie RF sur la puissance d'entrée RF. Le rendement peut être affecté par le couplage entre la partie émettrice et la partie réceptrice, l'affaiblissement de la résistance entre la partie émettrice et la partie réceptrice, ou bien le rayonnement. Le rendement du couplage RF constitue le principal élément caractérisant le rendement du système de transmission d'énergie sans fil.

Le rendement du couplage RF peut être mesuré en exploitant le paramètre «S» via l'analyseur de réseau vectoriel (VNA, Vector Network Analyzer). Le rendement du couplage RF doit être obtenu en appliquant la Formule (2) ci-après:

$$\eta_{Coupling} = |S_{21}|^2 = \frac{P_{RF2}}{P_{RF1}} \tag{2}$$

où

- $\eta_{Coupling}$  est le rendement du couplage RF;
- $P_{RF1}$  est la puissance RF provenant du générateur de radiofréquence;
- $P_{RF2}$  est la puissance RF provenant de la bobine  $R_x$ .



IEC

Figure 3 – Schéma de principe pour la mesure du rendement du couplage RF

#### 4.4 Rendement du redressement RF

Le rendement du redressement RF désigne le rendement de la conversion de  $P_{RF2}$  en  $P_{DC2}$ , représentée à la Figure 4. Le rendement du redressement RF est exprimé par le rapport d'alimentation du courant continu en sortie du circuit redresseur sur la puissance d'entrée RF. Le rendement du redressement RF peut être affecté par le rendement des diodes de redressement. Le rendement du redressement RF doit être obtenu en appliquant la Formule (3) ci-après:

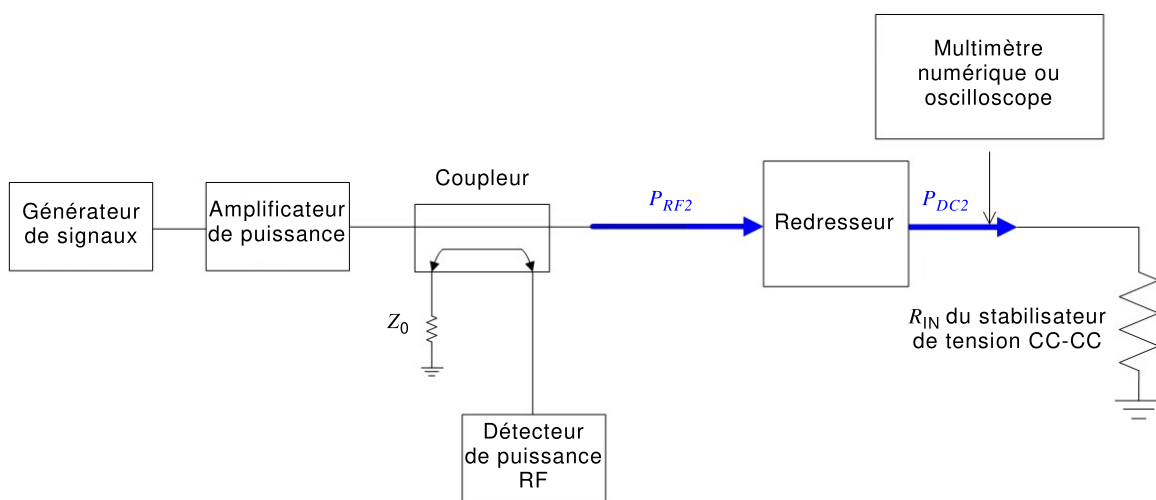
$$\eta_{Rect} = \frac{P_{DC2}}{P_{RF2}} \quad (3)$$

où

$\eta_{Rect}$  est le rendement du redressement RF;

$P_{DC2}$  est le courant continu du redresseur;

$P_{RF2}$  est la puissance RF provenant de la bobine  $R_x$ .



IEC

Figure 4 – Schéma de principe pour la mesure du rendement du redressement RF

#### 4.5 Rendement de la stabilisation CC-CC

Le rendement de la stabilisation CC-CC désigne le rendement de la conversion de  $P_{DC2}$  en  $P_{DC3}$ , représentée à la Figure 5. Le rendement est exprimé par le rapport d'alimentation du courant continu en sortie du redresseur sur le courant continu en sortie de stabilisation CC-CC. La tension redressée diffère de la tension permettant d'entraîner une charge. Le stabilisateur de tension CC-CC est donc exigé. Le rendement de la stabilisation CC-CC doit être obtenus en appliquant la Formule (4) ci-après:

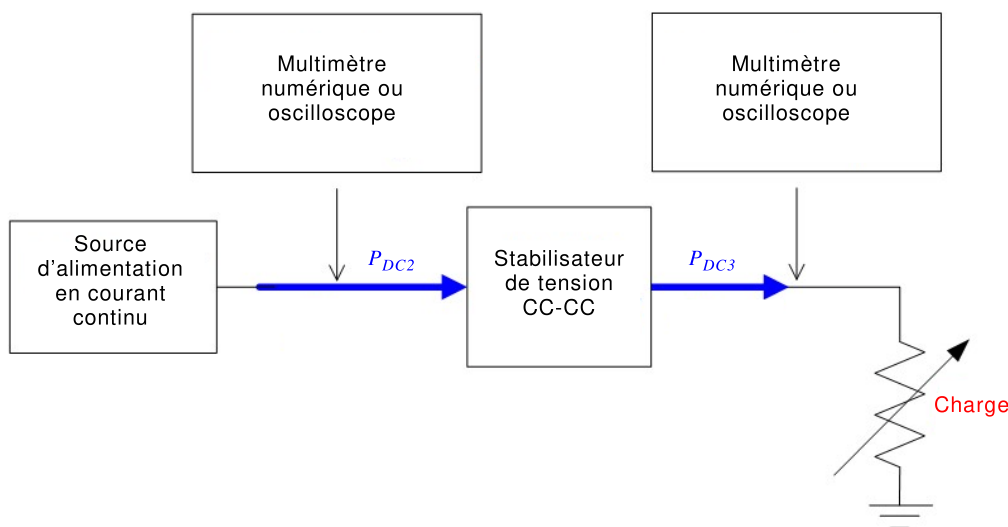
$$\eta_{DC} = \frac{P_{DC3}}{P_{DC2}} \quad (4)$$

où

$\eta_{DC}$  est le rendement de la stabilisation CC-CC;

$P_{DC2}$  est le courant continu du redresseur;

$P_{DC3}$  est le courant continu du stabilisateur de tension CC-CC.



IEC

Figure 5 – Schéma de principe pour la mesure du rendement de la stabilisation CC-CC

#### 4.6 Rendement du système

Le rendement du système désigne le rendement du transfert d'énergie depuis l'alimentation CC de véhicule automobile, jusqu'à la charge. Le rendement du système est exprimé par le rapport d'alimentation du courant continu en sortie de la partie réceptrice sur le courant continu en entrée du générateur de radiofréquence. Le rendement du système peut être affecté par le rendement du circuit onduleur, l'oscillateur et l'amplificateur, le couplage des parties émettrice/réceptrice, l'affaiblissement de la résistance entre la partie émettrice et la partie réceptrice, l'affaiblissement du rayonnement ou bien le rendement du redressement RF. Le rendement du système est donné par la Formule (5) ci-après:

$$\begin{aligned} \eta_{System} &= \eta_{RF} \times \eta_{Coupling} \times \eta_{Rect} \times \eta_{DC} \\ &= \frac{P_{RF1}}{P_{DC1}} \times \frac{P_{RF2}}{P_{RF1}} \times \frac{P_{DC2}}{P_{RF2}} \times \frac{P_{DC3}}{P_{DC2}} = \frac{P_{DC3}}{P_{DC1}} \end{aligned} \quad (5)$$

où

- $\eta_{RF}$  est le rendement de la génération de puissance RF;
- $\eta_{Coupling}$  est le rendement du couplage RF;
- $\eta_{Rect}$  est le rendement du redressement RF;
- $\eta_{DC}$  est le rendement de la stabilisation CC-CC;
- $P_{RF1}$  est la puissance RF provenant du générateur de radiofréquence;
- $P_{RF2}$  est la puissance RF provenant de la bobine  $R_x$ ;
- $P_{DC1}$  est le courant continu provenant de l'alimentation CC de véhicule automobile;
- $P_{DC2}$  est le courant continu du redresseur;
- $P_{DC3}$  est le courant continu du stabilisateur de tension CC-CC.







INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

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

Tel: + 41 22 919 02 11  
Fax: + 41 22 919 03 00  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)