

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Utility-interconnected photovoltaic inverters – Test procedure of islanding prevention measures

Onduleurs photovoltaïques interconnectés au réseau public – Procédure d'essai des mesures de prévention contre l'îlotage

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

U

ICS 27.160

ISBN 978-2-8322-1442-8

**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.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	7
4 Testing circuit.....	9
5 Testing equipment.....	11
5.1 Measuring instruments.....	11
5.2 DC power source	11
5.2.1 General	11
5.2.2 PV array simulator	12
5.2.3 Current and voltage limited DC power supply with series resistance.....	12
5.2.4 PV array	12
5.3 AC power source	13
5.4 AC loads.....	13
6 Test for single or multi-phase inverter.....	13
6.1 Test procedure.....	13
6.2 Pass/fail criteria	17
7 Documentation	17
Annex A (informative) Islanding as it applies to PV systems	20
A.1 General.....	20
A.2 Impact of distortion on islanding.....	21
Annex B (informative) Test for independent islanding detection device (relay)	22
B.1 General.....	22
B.2 Testing circuit	22
B.3 Testing equipment	22
B.3.1 General	22
B.3.2 AC input source	22
B.4 Testing procedure.....	23
B.5 Documentation.....	23
Annex C (informative) Gate blocking signal.....	24
C.1 General.....	24
C.2 Gate blocking signal used in photovoltaic systems	24
C.3 Monitoring the gate blocking signal	24
Bibliography.....	25
Figure 1 – Test circuit for islanding detection function in a power conditioner (inverter)	11
Figure B.1 – Test circuit for independent islanding detection device (relay)	22
Table 1 – Parameters to be measured in real time	10
Table 2 – Specification of array simulator (test conditions).....	12
Table 3 – PV array test conditions	13
Table 4 – AC power source requirements	13
Table 5 – Test conditions.....	14

Table 6 – Load imbalance (real, reactive load) for test condition A (EUT output = 100 %)	16
Table 7 – Load imbalance (reactive load) for test condition B (EUT output = 50 % to 66 %) and test condition C (EUT output = 25 % to 33 %)	16
Table 8 – Specification of the EUT provided by the manufacturer (example)	17
Table 9 – List of tested condition and run on time (example).....	18
Table 10 – Specification of testing equipment (example).....	19

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**UTILITY-INTERCONNECTED PHOTOVOLTAIC INVERTERS – TEST
PROCEDURE OF ISLANDING PREVENTION MEASURES**

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 62116 has been prepared by IEC technical committee 82: Solar photovoltaic energy systems.

This second edition cancels and replaces the first edition issued in 2008 and constitutes a technical revision.

The main technical changes with regard to the previous edition are as follows:

Previous edition		Present edition
Clause	Real power	Active power
3.7		
5.1		
5.4		
6.1 b)		
6.1 d)		
6.1 e)		
6.1 g)		
Table 1		
Table 6		
Table 7		
Table 9		
5.2	A PV array or PV array simulator (preferred) may be used. If the EUT can operate in utility-interconnected mode from a storage battery, a DC power source may be used in lieu of a battery as long as the DC power source is not the limiting device as far as the maximum EUT input current is concerned.	A DC power source, such as a PV array simulator, a PV array, or a current and voltage limited DC power supply with series resistance may be used. If the EUT can operate in utility-interconnected mode from a storage battery, a DC power source may be used in lieu of a battery as long as the DC power source shall not be the limiting device as far as the maximum EUT input current is concerned.
Table 5	EUT input voltage 90 %	EUT input voltage 75 %
	EUT input voltage 10 %	EUT input voltage 20 %
	EUT Trip Settings Manufacturer specified voltage and frequency trip settings	Voltage and frequency trip settings according to National standards and/or local code
Tables 6 & 7 (Heading)	Percent change in real load, reactive load from nominal	Percent change in active load, reactive load from nominal output power

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

FDIS	Report on voting
82/813/FDIS	82/827/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.

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.

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

INTRODUCTION

Islanding is a condition in which a portion of an electric power grid, containing both load and generation, is isolated from the remainder of the electric power grid. This situation is one which electric power providers (utilities) regularly contend with. When an island is created purposely by the controlling utility – to isolate large sections of the utility grid, for example – it is called an intentional island. Conversely, an unintentional island can be created when a segment of the utility grid containing only customer-owned generation and load is isolated from the utility control.

Normally, the customer-owned generation is required to sense the absence of utility-controlled generation and cease energizing the grid. However, when the generation and load within the segment are well balanced prior to the isolation event, the utility is providing little power to the grid segment, thus making it difficult to detect when the isolation occurs. Damage can occur to customer equipment if the generation in the island, no longer under utility control, operates outside of normal voltage and frequency conditions. Customer and utility equipment can be damaged if the main grid recloses into the island out of synchronization. Energized lines within the island present a shock hazard to unsuspecting utility lineworkers who think the lines are dead.

The PV industry has pioneered the development of islanding detection and prevention measures. To satisfy the concerns of electric power providers, commercially-available utility-interconnected PV inverters have implemented a variety of islanding detection and prevention (also called anti-islanding) techniques. The industry has also developed a test procedure to demonstrate the efficacy of these anti-islanding techniques; that procedure is the subject of this document.

This standard provides a consensus test procedure to evaluate the efficacy of islanding prevention measures used by the power conditioner of utility-interconnected PV systems. Note that while this document specifically addresses inverters for photovoltaic systems, with some modifications the setup and procedure may also be used to evaluate inverters used with other generation sources or to evaluate separate anti-islanding devices intended for use in conjunction with PV inverters or other generation sources acting as or supplementing the anti-islanding feature of those sources.

Inverters and other devices meeting the requirements of this document can be considered non-islanding, meaning that under reasonable conditions, the device will detect island conditions and cease to energize the public electric power grid.

UTILITY-INTERCONNECTED PHOTOVOLTAIC INVERTERS – TEST PROCEDURE OF ISLANDING PREVENTION MEASURES

1 Scope

The purpose of this International Standard is to provide a test procedure to evaluate the performance of islanding prevention measures used with utility-interconnected PV systems.

This standard describes a guideline for testing the performance of automatic islanding prevention measures installed in or with single or multi-phase utility interactive PV inverters connected to the utility grid. The test procedure and criteria described are minimum requirements that will allow repeatability. Additional requirements or more stringent criteria may be specified if demonstrable risk can be shown. Inverters and other devices meeting the requirements of this standard are considered non-islanding as defined in IEC 61727.

This standard may be applied to other types of utility-interconnected systems (e.g. inverter-based microturbine and fuel cells, induction and synchronous machines). However, technical review may be necessary for other than inverter-based PV systems.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC/TS 61836, *Solar photovoltaic energy systems – Terms, definitions and symbols*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	28
INTRODUCTION.....	30
1 Domaine d'application	31
2 Références normatives	31
3 Termes et définitions	31
4 Circuit d'essai.....	33
5 Equipements d'essais	35
5.1 Appareils de mesure	35
5.2 Source d'énergie en courant continu	35
5.2.1 Généralités	35
5.2.2 Simulateur de générateur PV	36
5.2.3 Alimentation électrique en courant et tension continus limités avec résistance en série	36
5.2.4 Générateur PV.....	36
5.3 Source d'énergie en courant alternatif.....	37
5.4 Charges en courant alternatif.....	37
6 Essai pour les onduleurs monophasés ou multiphasés	38
6.1 Procédure d'essai	38
6.2 Critères d'acceptation/de rejet	42
7 Documentation	42
Annexe A (informative) Ilotage tel qu'il s'applique aux systèmes PV	45
A.1 Généralités	45
A.2 Incidence des distorsions sur l'ilotage.....	46
Annexe B (informative) Essai pour un dispositif de détection d'ilotage indépendant (relais).....	47
B.1 Généralités	47
B.2 Circuit d'essai	47
B.3 Matériel d'essai.....	47
B.3.1 Généralités	47
B.3.2 Source d'entrée en courant alternatif	47
B.4 Procédure d'essai	48
B.5 Documentation.....	48
Annexe C (informative) Signal de blocage d'alimentation	49
C.1 Généralités	49
C.2 Signal de blocage d'alimentation utilisé dans des systèmes photovoltaïques	49
C.3 Surveillance du signal de blocage de l'alimentation.....	49
Bibliographie.....	51
Figure 1 – Circuit d'essai pour la fonction de détection d'ilotage dans un conditionneur de puissance (onduleur)	35
Figure B.1 – Circuit d'essai pour un dispositif de détection d'ilotage indépendant (relais).....	47
Tableau 1 – Paramètres à mesurer en temps réel	34
Tableau 2 – Spécification du simulateur de générateur (conditions d'essai)	36

Tableau 3 – Conditions d'essai du générateur PV	37
Tableau 4 – Exigences de la source d'énergie en courant alternatif	37
Tableau 5 – Conditions d'essai	39
Tableau 6 – Déséquilibre de la charge (charge active, réactive) pour la condition d'essai A (sortie de l'EUT = 100 %).....	41
Tableau 7 – Déséquilibre de la charge (charge réactive) pour la condition d'essai B (sortie de l'EUT = 50 % à 66 %) et la condition d'essai C (sortie de l'EUT = 25 % à 33 %).....	41
Tableau 8 – Spécification de l'EUT fournie par le fabricant (exemple).....	42
Tableau 9 – Liste des conditions essayées et du temps de maintien de l'alimentation (exemple)	43
Tableau 10 – Spécification de l'équipement d'essai (exemple).....	44

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ONDULEURS PHOTOVOLTAÏQUES INTERCONNECTÉS AU RÉSEAU PUBLIC – PROCÉDURE D'ESSAI DES MESURES DE PRÉVENTION CONTRE L'ÎLOTAGE

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 brevet. La CEI 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 CEI 62116 a été établie par le comité d'études 82 de la CEI: Systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition, parue en 2008, dont elle constitue une révision technique.

Les principales modifications techniques par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

Edition précédente		Présente édition
Article	Puissance réelle	Puissance active
3.7		
5.1		
5.4		
6.1 b)		
6.1 d)		
6.1 e)		
6.1 g)		
Table 1		
Table 6		
Table 7		
Table 9		
5.2	Un générateur photovoltaïque ou un simulateur de générateur PV (privilégié) peut être utilisé. Si l'EUT peut fonctionner en mode interconnecté au réseau public à partir d'une batterie d'accumulateur, une source d'énergie en courant continu peut être utilisée à la place d'un accumulateur à condition que la source d'énergie en courant continu ne soit pas le dispositif de limitation pour ce qui concerne le courant d'entrée maximal de l'EUT.	Une source d'énergie en courant continu, telle qu'un simulateur de générateur PV, un générateur PV ou une alimentation continue limitée en courant et en tension avec une résistance en série, peut être utilisée. Si l'EUT peut fonctionner en mode interconnecté au réseau public à partir d'une batterie d'accumulateur, une source d'énergie en courant continu peut être utilisée à la place d'un accumulateur à la condition que la source d'énergie en courant continu ne doive pas être le dispositif de limitation pour ce qui concerne le courant d'entrée maximal de l'EUT.
Tableau 5	Tension d'entrée de l'EUT 90%	Tension d'entrée de l'EUT 75%
	Tension d'entrée de l'EUT 10%	Tension d'entrée de l'EUT 20%
	Réglages de déclenchement de la tension et de la fréquence spécifiées par le fabricant	Réglages de déclenchement de la tension et de la fréquence selon les normes nationales et/ou le code local
Tableaux 6 & 7 (En-tête)	Variation en % de la charge active, de la charge réactive par rapport aux valeurs nominales	Variation en % de la charge active, de la charge réactive par rapport à la puissance de sortie nominale

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
82/813/FDIS	82/827/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.

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.

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

INTRODUCTION

L'îlotage est un état dans lequel une partie d'un réseau électrique, contenant tant la charge que la production, est isolée du reste du réseau électrique. Cette situation est l'une de celles auxquelles les fournisseurs d'électricité (le réseau public) régulièrement font face. Lorsqu'un îlot est créé délibérément par l'entreprise publique de contrôle—pour isoler de grandes sections du réseau public, par exemple—il est appelé îlot intentionnel. Inversement, un îlot involontaire peut être provoqué lorsqu'un segment du réseau public d'électricité contenant uniquement une charge et une production privées de clients est isolé par rapport à la commande du réseau public.

Normalement, il est exigé que la production privée du client détecte l'absence de production contrôlée par le réseau public et cesse d'alimenter le réseau. Cependant, lorsque la production et la charge à l'intérieur du segment sont bien équilibrées avant l'évènement de l'isolation, le réseau public fournit peu de puissance au segment du réseau, rendant ainsi difficile la détection au moment où l'isolation se produit. Des dommages peuvent se produire au niveau de l'équipement du client si la production dans l'îlot, n'étant plus sous le contrôle du réseau public, fonctionne en dehors des conditions normales de tension et de fréquence. L'équipement du client et celui du réseau public peuvent être endommagés si le réseau principal se réenclenche dans l'îlot hors synchronisation. Les lignes sous tension à l'intérieur de l'îlot présentent un danger de choc électrique pour les travailleurs sans méfiance des lignes du réseau public qui pensent que les lignes ne sont pas alimentées.

L'industrie photovoltaïque a ouvert la voie du développement de la détection d'îlotage et des mesures de prévention. Pour répondre aux préoccupations des fournisseurs d'électricité, des onduleurs PV disponibles sur le marché interconnectés au réseau public ont mis en œuvre une variété de techniques de détection d'îlotage et de prévention contre ce dernier (également désignées sous le nom d'anti-îlotage). L'industrie a également développé une méthode d'essai pour démontrer l'efficacité de ces techniques d'anti-îlotage; cette méthode est l'objet du présent document.

Cette norme fournit une méthode d'essai de consensus pour évaluer l'efficacité des mesures de prévention contre l'îlotage utilisées par le conditionneur de puissance des systèmes photovoltaïques (PV) interconnectés au réseau public. A noter que, tandis que ce document aborde spécifiquement les onduleurs pour les systèmes photovoltaïques, le montage et la procédure peuvent, avec certaines modifications, être utilisés pour évaluer les onduleurs utilisés avec d'autres sources de production ou pour évaluer des dispositifs d'anti-îlotage séparés destinés à être utilisés conjointement avec des onduleurs PV ou d'autres sources de production, en servant de système anti-îlotage de ces sources ou bien en le complétant.

Les onduleurs et autres dispositifs satisfaisant aux exigences de ce document peuvent être considérés comme étant sans îlotage, ce qui signifie que dans des conditions raisonnables, le dispositif détectera des conditions d'îlot et cessera d'alimenter le réseau électrique public.

ONDULEURS PHOTOVOLTAÏQUES INTERCONNECTÉS AU RÉSEAU PUBLIC – PROCÉDURE D'ESSAI DES MESURES DE PRÉVENTION CONTRE L'ÎLOTAGE

1 Domaine d'application

L'objet de cette Norme internationale est de fournir une méthode d'essai pour évaluer la performance des mesures de prévention contre l'îlotage utilisées avec des systèmes PV interconnectés au réseau public.

Cette norme décrit des lignes directrices pour les essais de performance des mesures de prévention contre l'îlotage automatique installées dans ou avec des onduleurs PV interactifs avec le réseau public monophasés ou multiphasés, connectés au réseau public d'électricité. La procédure et les critères d'essai décrits sont les exigences minimales qui permettent la répétabilité. Des exigences supplémentaires ou des critères plus sévères peuvent être spécifiés si l'on peut démontrer l'existence de risque. Les onduleurs et autres dispositifs satisfaisant aux exigences de cette norme sont considérés comme étant sans îlotage, comme cela est défini dans la CEI 61727.

Cette norme peut être appliquée à d'autres types de systèmes interconnectés au réseau public (comme les microturbines à onduleur et les piles à combustibles, les machines à induction et synchrones). Toutefois, une révision technique peut être nécessaire pour des systèmes autres que ceux PV à onduleur.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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/TS 61836, *Systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire – Termes, définitions et symboles*