

NORME INTERNATIONALE

Communication de ligne électrique pour les équipements d'arrêt du courant continu - Signaux de communication, couche physique

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED
Copyright © 2026 IEC, Geneva, Switzerland

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 Secretariat
3, rue de Varembé
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.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.

Recherche de publications IEC -

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

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

Service Clients - 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.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications, symboles graphiques et le glossaire. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 500 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 25 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
1 Domaine d'application	7
2 Références normatives.....	7
3 Termes, définitions et abréviations	7
3.1 Termes et définitions.....	7
3.2 Abréviations	9
4 Systèmes de communication de ligne électrique	9
4.1 Historique général de la communication de ligne électrique	9
4.2 Considérations d'ordre opérationnel de la communication de ligne électrique.....	9
5 Configuration du système d'arrêt du courant continu	10
5.1 Généralités	10
5.2 Montage de système.....	10
5.3 Considérations d'ordre opérationnel	10
6 Modes de fonctionnement.....	10
6.1 Généralités	10
6.2 Mode actif.....	10
6.3 Mode arrêt	11
6.4 Signal en mode veille.....	11
6.5 Transitions de mode	11
7 Exigences relatives à la communication de ligne électrique.....	12
7.1 Diaphonie	12
7.2 Atténuation de la diaphonie	13
7.2.1 Généralités	13
7.2.2 Atténuation de la diaphonie physique.....	13
7.3 Aspects des couches physiques.....	14
7.4 Émetteur.....	14
7.4.1 Généralités	14
7.4.2 Exigences relatives à l'émetteur:	14
7.4.3 Exigences relatives aux émissions hors bande de l'émetteur	15
7.4.4 Exigences relatives aux émissions "dans la bande" de l'émetteur	16
7.5 Récepteur.....	16
7.5.1 Généralités	16
7.5.2 Exigences relatives au récepteur	17
7.6 Protocole	19
8 Résumé.....	21
Annexe A (informative) Signal en mode veille.....	22
A.1 Généralités	22
A.2 Consommation en énergie réduite nocturne.....	22
A.3 Facilité d'installation	22
Annexe B (informative) Compatibilité du détecteur de défaut d'arc.....	23
Annexe C (normative) Dispositif d'arrêt multimodule	24
Annexe D (informative) Limites de configuration du système photovoltaïque pour les valeurs fournies de communication de ligne électrique	25
Annexe E (informative) Bonnes pratiques d'installation des systèmes photovoltaïques	26

Annexe F (normative) Spécification d'essai	29
F.1 Généralités	29
F.2 Spécification d'essai électrique de l'émetteur	29
F.2.1 Principe de l'essai électrique de l'émetteur	29
F.2.2 Essai de performance électrique de l'émetteur	30
F.3 Spécification d'essai électrique du récepteur	35
F.3.1 Principe de l'essai du récepteur	35
F.3.2 Essais de performance électrique du récepteur	38
F.4 Spécification de l'essai d'interopérabilité de l'équipement	49
F.4.1 Définition de l'interopérabilité technique	49
F.4.2 Conditions préalables aux essais d'interopérabilité:	50
F.4.3 Symptômes d'interopérabilité et de non-interopérabilité	50
F.4.4 Cadre général de l'essai d'interopérabilité	52
F.5 Séquences d'essai d'interopérabilité	53
F.5.1 Essai d'interopérabilité du processus de démarrage: récepteur unique	53
F.5.2 Essai d'interopérabilité du processus d'arrêt: récepteur unique	54
F.5.3 Essai d'interopérabilité de démarrage et d'arrêt répété: récepteur unique	55
F.5.4 Essai d'interopérabilité avec plusieurs récepteurs:	57
Bibliographie	58
Figure 1 – Exemple de système d'arrêt du courant continu	10
Figure 2 – Minutage du processus d'arrêt	12
Figure 3 – Minutage du processus de démarrage	12
Figure 4 – Couplages capacitif et inductif	13
Figure 5 – Exemple de câblage de chaîne	13
Figure 6 – Masque de spectre hors bande	15
Figure 7 – Masque de spectre "dans la bande"	16
Figure 8 – Graphe du rapport de réjection	18
Figure 9 – Graphe de réjection "dans la bande"	18
Figure 10 – Diagramme de minutage du cycle de service d'entretien	19
Figure E.1 – Boîtier de raccordement de chaînes	26
Figure E.2 – Exemple de câblage correct de raccordement de chaînes	27
Figure E.3 – Exemple d'installation sur toiture	28
Figure F.1 – Configuration d'essai de l'émetteur	30
Figure F.2 – Essai de l'exactitude de la fréquence	30
Figure F.3 – Essai de l'exactitude de minutage de signal	31
Figure F.4 – Essai du niveau de sortie de l'émetteur	33
Figure F.5 – Masque d'émission parasite "dans la bande" de l'émetteur	34
Figure F.6 – Schéma des essais "dans la bande" et hors bande	34
Figure F.7 – Masque d'émission parasite hors bande de l'émetteur	35
Figure F.8 – Configuration d'essai du récepteur dans le cas d'un SD à module unique	36
Figure F.9 – Configuration d'essai du récepteur dans le cas d'un SD multimodule	37
Figure F.10 – Utilisation facultative de R_M et L_1	37
Figure F.11 – Signal de PLC du SD défini dans l'IEC	40

Figure F.12 – Niveaux d’essai de réjection "dans la bande" du brouilleur (en valeur efficace)	42
Figure F.13 – Niveaux d’essais de la réjection du brouilleur hors bande.....	44
Figure F.14 – Communication de ligne électrique avec un signal d’ondes entretenues (CW) superposé	48
Figure F.15 – Montage d’essai.....	49
Figure F.16 – Principe du cadre de l’essai d’interopérabilité de communication.....	53
Figure F.17 – Minutage de l’essai d’interopérabilité du processus de démarrage.....	54
Figure F.18 – Minutage de l’essai d’interopérabilité du processus d’arrêt	55
Figure F.19 – Minutage de l’essai d’interopérabilité du processus de démarrage et d’arrêt répété	56
Figure F.20 – Diagramme d’essai d’interopérabilité avec plusieurs récepteurs	57
Tableau 1 – Exigences de minutage pour les transitions de mode	11
Tableau 2 – Paramètres de masque de spectre hors bande	15
Tableau 3 – Paramètres de masque de spectre "dans la bande".....	16
Tableau 4 – Valeurs du rapport de réjection	17
Tableau 5 – Valeurs de réjection "dans la bande"	18
Tableau 6 – Paramètres de couche physique	19
Tableau A.1 – Signal en mode veille.....	22
Tableau F.1 – Exactitude de la fréquence	30
Tableau F.2 – Essai du niveau de sortie de l’émetteur et de l’impédance de sortie	33
Tableau F.3 – Composants des équipements d’essai du récepteur	38
Tableau F.4 – Niveaux de signaux et de fréquences "dans la bande" du brouilleur	42
Tableau F.5 – Niveaux de signaux de fréquences hors bande du brouilleur	44
Tableau F.6 – Exemple de liste d’équipements interopérables compatibles avec la spécification IEC relative à l’arrêt du courant continu	50
Tableau F.7 – Étapes d’essai d’interopérabilité du processus de démarrage.....	53
Tableau F.8 – Étapes d’essai d’interopérabilité du processus d’arrêt	54
Tableau F.9 – Étapes d’essai d’interopérabilité du processus de démarrage et d’arrêt répété	56

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**Communication de ligne électrique pour les équipements
d'arrêt du courant continu -
Signaux de communication, couche physique**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. 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 du présent document de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à la portée de ces droits de propriété. À la date de publication du présent document, l'IEC n'a reçu aucune déclaration relative à des droits de brevets, qui pourraient être exigés pour la mise en œuvre du présent document. Toutefois, il est rappelé aux responsables de cette mise en œuvre qu'il ne s'agit peut-être pas des informations les plus récentes, qui peuvent être obtenues dans la base de données disponible à l'adresse <https://patents.iec.ch>. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 63257 a été établie par le comité d'études 82 de l'IEC: Systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire. Il s'agit d'une Norme internationale.

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

Projet	Rapport de vote
82/2189/FDIS	82/2593/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Le présent document a été rédigé selon les directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les directives ISO/IEC, Partie 1 et les directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai

INTRODUCTION

Le présent document définit les exigences de communication qui permettent de réduire la tension des câbles de courant continu en sortie d'un groupe photovoltaïque. Pendant les opérations de lutte contre l'incendie, cette fonction de réduction de la tension de sortie peut servir aux intervenants d'urgence. Pour que cette fonction soit effective, une communication est nécessaire entre l'onduleur/initiateur et les modules photovoltaïques. Aujourd'hui, il existe de nombreuses manières de réaliser cette tâche de communication et il est possible d'utiliser des solutions câblées ou sans fil. Avec des solutions sans fil, des problèmes de robustesse de plage et/ou de communication peuvent survenir. Bien que la robustesse puisse être améliorée par l'application de protocoles et schémas de modulation, il est parfois difficile d'atteindre la plage nécessaire en raison des limites physiques et des réglementations normatives. Avec la communication câblée, un fil supplémentaire doit être installé avec le câblage en courant continu, ce qui constitue souvent un obstacle. Une solution consiste à utiliser la communication de ligne électrique de telle sorte que la puissance en courant continu et les signaux d'information soient sur le même câble. Par conséquent, les exigences et les coûts d'installation sont faibles, car il n'est plus nécessaire de poser un câble de communication supplémentaire. Le présent document a été développé pour établir les règles relatives à cette communication de ligne électrique.

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai

1 Domaine d'application

Le présent document s'applique aux composants d'un système photovoltaïque (PV) et aux réseaux de communication qui soutiennent la communication de l'équipement d'arrêt du courant continu au moyen d'une communication de ligne électrique.

Le présent document définit comment diffuser l'état de fonctionnement de tout le système photovoltaïque (normal/arrêt) vers chacun de ses composants de production de puissance. Il décrit également les exigences et les contraintes associées aux réseaux de communication de ligne électrique utilisés pour soutenir cette application.

NOTE 1 Il est possible que des systèmes communiquent d'une manière différente par rapport à la méthode couverte dans le présent document. Il s'agit, par exemple, des systèmes dans lesquels tous les composants de la communication de ligne électrique proviennent du même fabricant. Le présent document ne s'applique pas à ces systèmes.

NOTE 2 Les exigences relatives au mécanisme initiateur d'arrêt du courant continu, à la déconnexion et à la mise hors tension ne relèvent pas du domaine d'application du présent document.

NOTE 3 Le présent document ne traite pas du fait que l'arrêt du courant continu soit exigé ou non.

NOTE 4 Les exigences CEM ne sont pas incluses dans le présent document.

2 Références normatives

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

IEC TS 61836, *Solar photovoltaic energy systems - Terms, definitions and symbols* (disponible en anglais seulement)

IEC 62548:2016, *Groupes photovoltaïques (PV) - Exigences de conception*

CISPR 11:2015, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux - Caractéristiques de perturbations radioélectriques - Limites et méthodes de mesure*

CISPR 11:2015/AMD1:2016

CISPR 11:2015/AMD2:2019

3 Termes, définitions et abréviations

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC TS 61836 ainsi que les 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 <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

3.1 Termes et définitions

3.1.1

composants

équipement destiné à être utilisé dans le système d'arrêt du courant continu afin d'initier, de déconnecter ou d'isoler les conducteurs contrôlés d'un système photovoltaïque

3.1.2

protocole de communication

descriptions formelles des règles et formats de message numériques

3.1.3

dispositif d'initiation initiateur

dispositif de coupure manuel ou automatique, port d'entrée ou signal qui résulte en l'activation de la ou des fonctions du système d'arrêt

3.1.4

source de courant photovoltaïque

groupe de courant continu ou ensemble de groupes qui génère une puissance en courant continu

3.1.5

récepteur

équipement chargé d'accepter le signal de communication envoyé par un émetteur, et capable d'initier un changement d'état des composants de la source de courant photovoltaïque sur la base du signal reçu (voir 5.2)

3.1.6

fonction d'arrêt

fonction qui réduit la tension des câbles de courant continu en sortie d'un groupe photovoltaïque dans un certain laps de temps

3.1.7

système d'arrêt du courant continu

composants et protocoles de communication utilisés pour exécuter la fonction d'arrêt. Les composants d'un système de communication d'arrêt sont l'initiateur ou les initiateurs, l'émetteur ou les émetteurs et le ou les récepteurs

3.1.8

émetteur

équipement chargé d'envoyer un signal de communication qui reflète l'état actuel du dispositif d'initiation (voir 5.2)

3.1.9

code invitation

séquence finie de valeurs numériques dont les propriétés d'autocorrélation sont idéales, et qui est utilisée pour la synchronisation en communication numérique

3.1.10

modulation par saut de fréquence étalée

S-FSK

schéma de modulation de fréquence qui utilise les modifications de fréquences discrètes d'un signal porteur pour émettre des informations numériques

Note 1 à l'article: Le principal avantage par rapport à la modulation par saut de fréquence normale est que les fréquences du porteur sont espacées d'au moins 10 kHz et que le récepteur ne nécessite qu'un seul porteur pour décoder l'ensemble du message.

Note 2 à l'article: L'abréviation "S-FSK" est dérivée du terme anglais développé correspondant "spread frequency shift keying".

3.2 Abréviations

AFD	(Arc Fault Detector) détecteur de défaut d'arc
AFPE	(Arc Fault Protection Equipment) équipement de protection contre les défauts d'arc
MLE	(Module Level Electronics) électronique au niveau du module
MLPE	(Module Level Power Electronics) électronique de puissance au niveau du module
MLSD	(Module Level Shutdown Device) dispositif d'arrêt au niveau du module
NRZ	(Non-Return to Zero) non-retour à zéro
PLC	(Power line Communication) communication de ligne électrique
PPM	(Parts per Million) parties par million
PS	(Power Supply) alimentation électrique
PV	Photovoltaïque
RCMU	(Residual Current Monitoring Unit) unité de contrôle de courant différentiel résiduel
RMS	(Root Mean Square) valeur efficace
SD	(Shutdown Device) dispositif d'arrêt
S-FSK	(Spread Frequency Shift Keying) modulation par saut de fréquence étalée
SS	(Shutdown System) système d'arrêt

4 Systèmes de communication de ligne électrique

4.1 Historique général de la communication de ligne électrique

Dès ses débuts, l'électrification des ménages et de l'industrie a également vu apparaître les besoins en communication de données. Ainsi, l'histoire de la communication de ligne électrique remonte à plus d'une centaine d'années. Cette communication a commencé avec la télécommande centralisée à des fréquences ≤ 2 kHz au début des années 1900 pour allumer et éteindre les lampadaires. De nos jours, il est possible de réaliser des transmissions en Gbit/s avec des adaptateurs enfichables bon marché qui utilisent des fréquences comprises entre 2 MHz et 300 MHz pour un usage domestique.

Étant donné que la puissance de calcul des microprocesseurs ou microcontrôleurs atteint désormais des niveaux qui étaient inimaginables au début de l'ère informatique, il peut désormais y avoir une myriade de porteurs avec différents schémas de modulation complexes et codes de correction d'erreurs. Il devient alors possible d'atteindre l'objectif d'un système de transmission qui fonctionne presque à la limite de Shannon (le débit maximal théorique des données sans erreur qui peuvent être transférées vers une voie de transmission de bruit donnée) avec des débits de données très élevés ou des transmissions de données très robustes.

4.2 Considérations d'ordre opérationnel de la communication de ligne électrique

L'interopérabilité et la sécurité constituent les objectifs principaux du présent document. De plus, dans la mesure du possible, toute interaction humaine et complexité inutiles doivent être évitées.

Pour cette raison, une technique de modulation très courante, robuste et facile est utilisée, à savoir la modulation par saut de fréquence étalée (S-FSK). En outre, les codes invitations assurent la robustesse contre le bruit et la détection de faux signaux.

5 Configuration du système d'arrêt du courant continu

5.1 Généralités

Un système d'arrêt du courant continu comprend les composants et les protocoles de communication afin d'exécuter la fonction d'arrêt. Voir la Figure 1. Les interrupteurs représentés dans le diagramme ne sont qu'un exemple de la manière dont les modules peuvent être déconnectés.

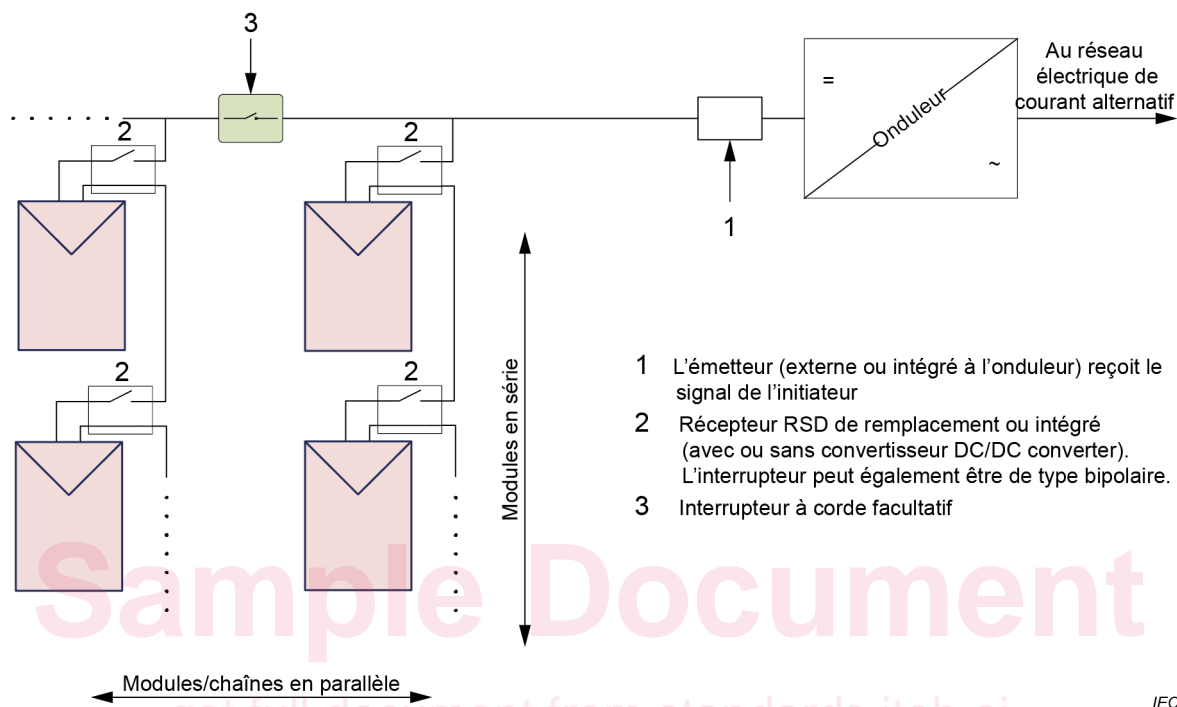


Figure 1 – Exemple de système d'arrêt du courant continu

5.2 Montage de système

Un système doit avoir au moins un initiateur et un émetteur, ainsi que plusieurs récepteurs pour le signal d'arrêt. Les récepteurs peuvent aussi incorporer un émetteur pour renvoyer les informations d'état à l'onduleur/émetteur d'arrêt. Voir l'Annexe D pour les limites du système qui constituent la base de toutes les valeurs des paramètres dans le présent document.

5.3 Considérations d'ordre opérationnel

Les systèmes d'arrêt doivent fournir un mécanisme afin de remettre en ligne le ou les systèmes photovoltaïques après un cas d'arrêt.

6 Modes de fonctionnement

6.1 Généralités

Deux modes de fonctionnement sont définis pour un système d'arrêt: mode actif et mode arrêt.

6.2 Mode actif

En mode actif, le système génère de l'énergie et fonctionne sans être gêné par le système d'arrêt. Ce mode est actif aussi longtemps que l'initiateur est réglé sur "marche". Le système doit surveiller le changement d'état de fonctionnement de l'initiateur. Il est activé par l'envoi périodique d'un signal de permission de fonctionner (d'entretien).

6.3 Mode arrêt

L'initiateur étant réglé sur "arrêt", le système doit passer en mode arrêt dans un certain laps de temps comme cela est spécifié dans le Tableau 1. En mode arrêt, il est nécessaire que le système limite la puissance et la tension du système en courant continu. Le passage du mode arrêt en mode actif doit être effectué dans un certain laps de temps, spécifié sous la forme T_{Start} dans le Tableau 1.

6.4 Signal en mode veille

En mode arrêt, chaque récepteur de module photovoltaïque peut émettre un signal en mode veille. Si un signal en mode veille est utilisé, il doit être à basse tension et à faible courant comme cela est défini à l'Annexe A.

6.5 Transitions de mode

Étant donné que le système photovoltaïque doit être mis hors tension pendant un certain laps de temps (30 s, par exemple), chaque sous-système doit obtenir une part du temps total pour simplifier les étapes de processus nécessaires pour y parvenir.

Un processus type peut se dérouler comme suit:

- T_1 : l'initiateur signale le mode arrêt à l'émetteur d'arrêt;
- T_2 : l'émetteur d'arrêt cesse d'envoyer le signal périodique de "permission de fonctionner";
- T_3 : le récepteur/MLE déconnecte/met hors tension toutes les sources de courant photovoltaïques;
- T_4 : l'énergie stockée par l'équipement connecté aux lignes de courant continu (par exemple, un onduleur) est réduite de manière à atteindre un niveau de tension sûr (V_{Off}).

Les exigences de minutage peuvent être consultées dans le Tableau 1. Elles sont représentées à la Figure 2 et à la Figure 3.

Tableau 1 – Exigences de minutage pour les transitions de mode

Symbole	Spécification du mode	Max.	Unité
T_1	Temps nécessaire à l'initiateur pour transmettre à l'émetteur	2	s
T_2	Temps nécessaire à l'émetteur pour arrêter l'envoi du signal de "permission de fonctionner"	2	s
T_3	Temps nécessaire au récepteur pour éteindre/mettre hors tension les sources de courant photovoltaïques	13	s
T_4	Temps nécessaire pour réduire de l'énergie stockée	13	s
T_T	Temps total $T_1 + T_2 + T_3 + T_4$	30	s
T_{Start}	Temps nécessaire à la MLE pour mettre sous tension les sources de courant photovoltaïques	20	s

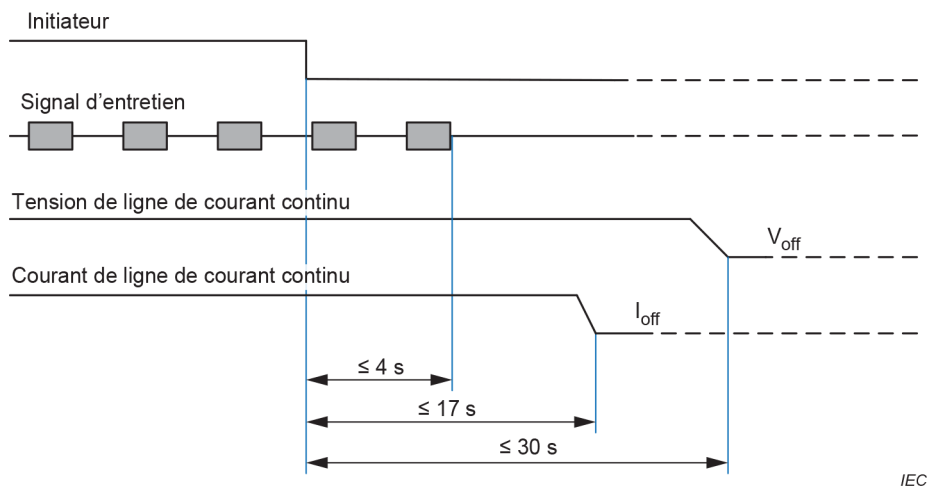


Figure 2 – Minutage du processus d'arrêt

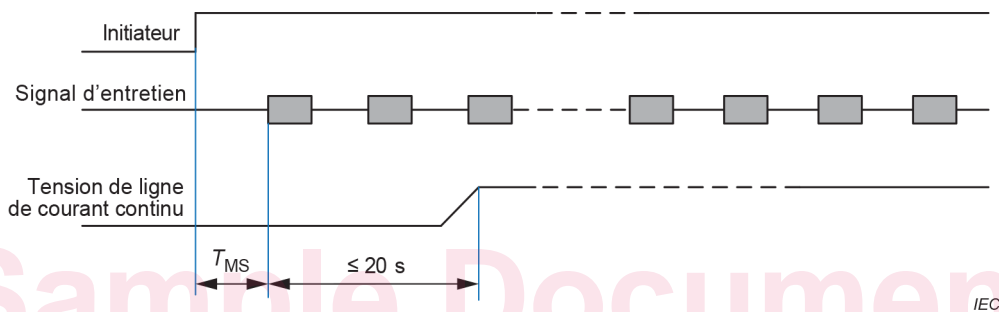


Figure 3 – Minutage du processus de démarrage

Le laps de temps entre l'envoi de "permission de fonctionner" par l'initiateur et l'envoi du premier signal d'entretien par l'émetteur (T_{MS}) dépend de la mise en œuvre des fabricants et doit être déclaré dans le manuel du produit.

7 Exigences relatives à la communication de ligne électrique

7.1 Diaphonie

La diaphonie constitue un défi majeur dans de nombreux systèmes de communication et particulièrement avec la communication de ligne électrique. La diaphonie signifie que le signal (PLC) d'une ligne/d'un câble exerce une influence sur le signal/canal d'une autre ligne ou d'un autre câble auquel il n'est pas galvaniquement connecté. La diaphonie est habituellement provoquée par les couplages capacitifs et/ou inductifs indésirables. Elle peut entraîner une détérioration de la réception des signaux ou un comportement indésirable en raison d'une mauvaise interprétation des signaux. Dans un système photovoltaïque, il est très courant que les câbles de courant continu des modules soient réunis dans des tubes. Dans le cas où des câbles de courant continu d'onduleurs différents sont réunis dans un tube, ces câbles vont fonctionner en parallèle, ce qui rend la diaphonie inévitable. Si un système de communication utilise des messages de diffusion (messages non traités), alors même les récepteurs qui ne sont pas directement reliés à l'émetteur peuvent recevoir le message diffusé. Voir la Figure 4.

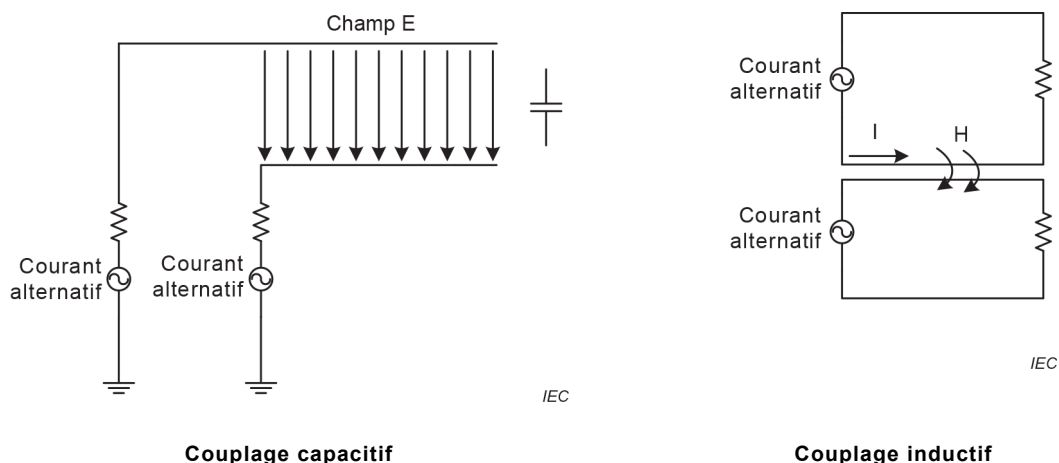


Figure 4 – Couplages capacitif et inductif

7.2 Atténuation de la diaphonie

7.2.1 Généralités

Il existe deux modes de gestion de la diaphonie. Le mode physique consiste à empêcher les couplages de signaux par blindage et/ou par de meilleures pratiques de câblage, le mode logique consistant pour sa part à mettre en œuvre des protocoles appropriés. Une combinaison des deux modes peut être utile.

7.2.2 Atténuation de la diaphonie physique

Il est important que le câblage du système soit réalisé selon les normes de sécurité applicables. Le respect des règles du paragraphe 7.4.3 de l'IEC 62548:2016 et des points énumérés ci-dessous rend le système plus robuste contre les surtensions qui proviennent de la foudre indirecte. De même, le système a un rayonnement EMI plus faible et une diaphonie moins importante.

- Les câbles à courant continu positif et négatif d'une chaîne doivent être rapprochés le plus possible. Ce rapprochement réduit la surface de la boucle et donc réduit le plus possible le rayonnement indésirable des signaux. Voir la Figure 5.
- Les câbles qui cheminent entre l'onduleur et les modules photovoltaïques doivent être placés dans un tube métallique relié à la terre.
- Les câbles des différents onduleurs doivent être regroupés dans des tubes différents.
- Éviter les boucles de câbles.

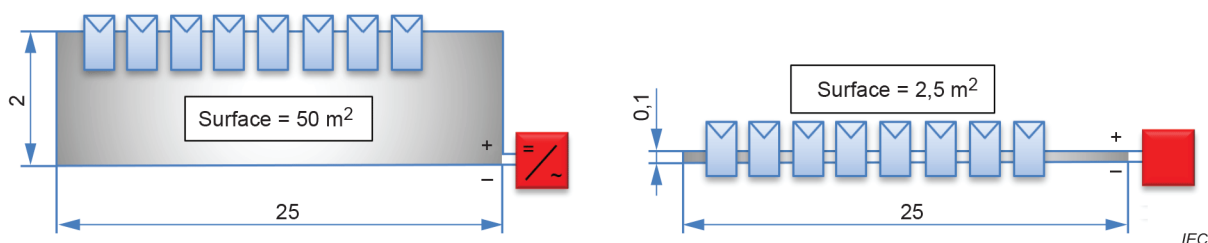


Figure 5 – Exemple de câblage de chaîne

Voir l'Annexe E pour plus d'exemples.