

Critères de sélection d'un dispositif à courant différentiel résiduel

Utilisation de dispositifs à courant différentiel résiduel pour les appareils

SUNNY BOY, SUNNY MINI CENTRAL et SUNNY TRIPOWER



Contenu

Lors de l'installation d'onduleurs, des doutes surviennent souvent quant aux dispositifs à courant différentiel résiduel à utiliser. Pour les installations photovoltaïques, il est possible de consulter principalement les normes DIN VDE 0100-410 (CEI 60364-4-41:2005) et DIN VDE 0100-712 (CEI 60364-7-712:2002). Le dispositif à courant différentiel résiduel sert ici de protection contre tout contact indirect (protection des personnes).

1 Définitions

1.1 Mesure de protection selon DIN VDE 0100-410 (CEI 60364-4-41:2005)

D'après cette norme, toute mesure de protection contre les chocs électriques consiste en deux mesures de précaution :

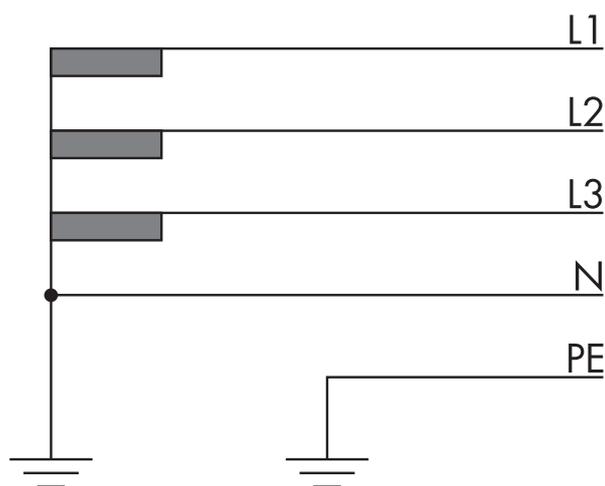
- Protection principale : protection contre les contacts directs.
- Protection en cas de défaut : protection en cas de survenance d'un défaut. Cette mesure de précaution s'applique lorsque la protection principale n'a plus d'effet et empêche ainsi les dommages corporels.

La protection par coupure automatique de l'alimentation en courant est prévue la plupart du temps comme mesure de protection lors de la mise en place, côté AC, d'une installation photovoltaïque.

Outre l'isolation de pièces actives (protection principale), une liaison équipotentielle de protection et un dispositif de coupure permettent d'établir la protection contre les défauts. Ce dispositif doit couper le courant dans les temps prescrits une fois le défaut survenu (à 230 V_{AC} : 0,2 s dans les schémas TT ou 0,4 s dans les schémas TN).

1.2 Schémas de liaison à la terre

Schéma TT



Schémas TN

Schéma TN-C

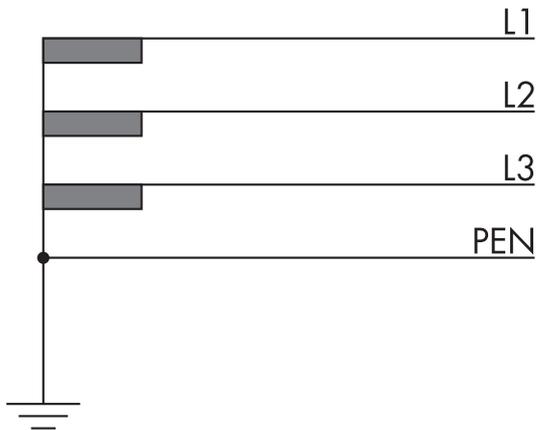


Schéma TN-S

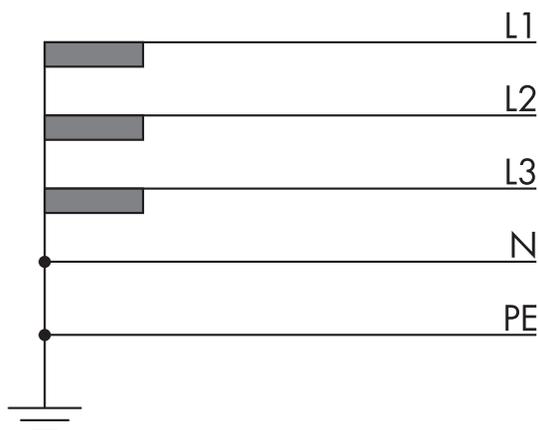
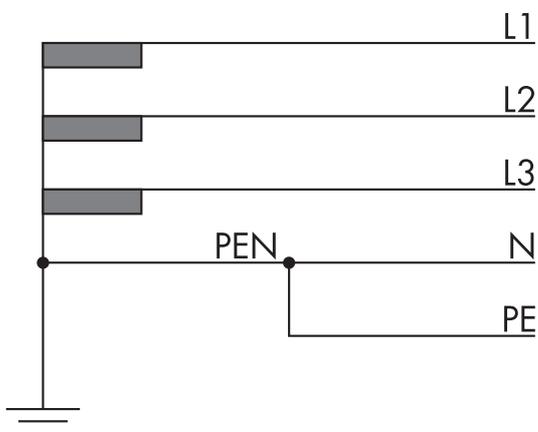


Schéma TN-C-S



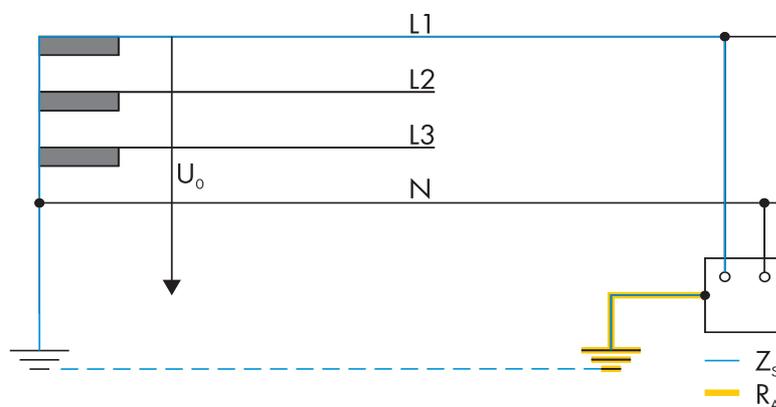
1.3 Abréviations, symboles et formules

- LS Disjoncteur miniature
-  Symbole pour le disjoncteur miniature
- RCD Dispositif à courant différentiel résiduel (« Residual Current Device »)
- RCMU Unité de surveillance du courant de défaut (sensible à tous les courants) (« Residual Current Monitoring Unit »)
- I_a Courant entraînant une coupure automatique dans le temps requis (protection contre les courts-circuits)

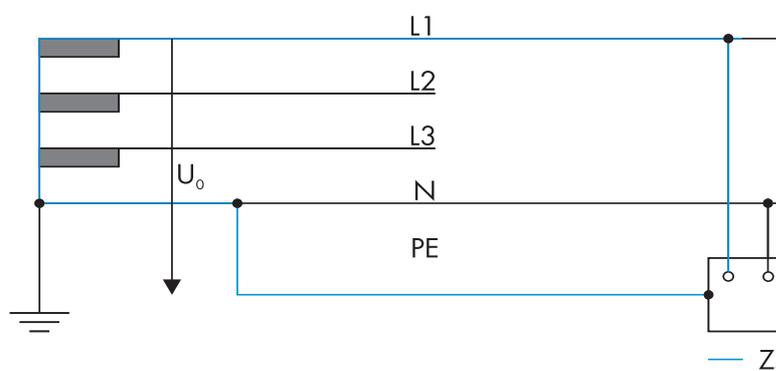
Pour la caractéristique B du disjoncteur miniature, ce courant équivaut à 5 fois le courant nominal (I_{nom}) du disjoncteur miniature. Pour la caractéristique C, ce courant équivaut à 10 fois le courant nominal ; par exemple : disjoncteur miniature C16A $\Rightarrow I_a = 160$ A.

- I_{nom} Courant nominal du disjoncteur miniature
- $I_{\Delta f}$ Courant différentiel assigné au dispositif à courant différentiel résiduel
- R_A Somme des résistances de l'électrode de terre et du conducteur de protection de la partie conductrice accessible (à protéger)
- U_0 Tension alternative nominale conducteur de ligne contre terre
- Z_S Impédance de la boucle de défaut (comprenant la source de courant, le conducteur de ligne jusqu'au point de défaut et le conducteur de protection entre le point de défaut et la source de courant)

- R_A et Z_S dans le schéma TT



- Z_S dans le schéma TN



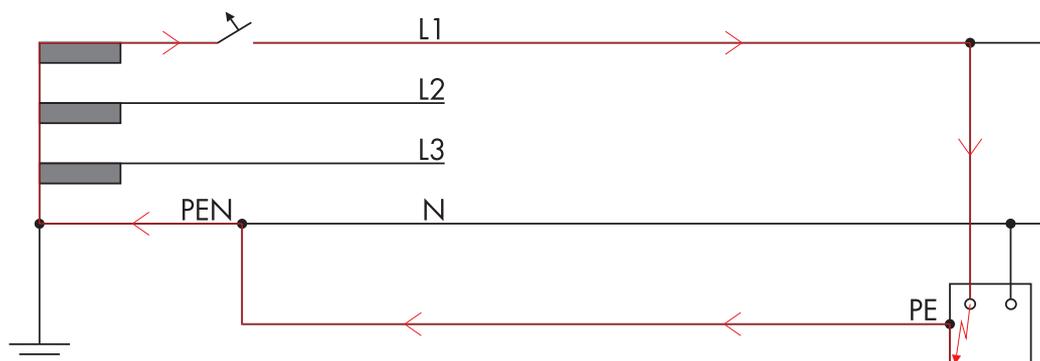
2 Possibilités de coupure

Selon la norme DIN VDE 0100-410 (CEI 60364-4-41:2005), la coupure automatique peut être réalisée par une liaison équipotentielle de protection combinée à un disjoncteur miniature ou à un dispositif à courant différentiel résiduel.

2.1 Coupure automatique par disjoncteur miniature

Un disjoncteur miniature assure la coupure automatique lorsque les conditions suivantes sont réunies :

- Schéma TN :
Si $Z_s \leq \frac{U_0}{I_a}$, le disjoncteur miniature peut assurer la protection par coupure automatique.
- Schéma TT :
 - La protection en cas de défaut est prévue en priorité sous la forme d'un dispositif à courant différentiel résiduel.
 - Si $Z_s \leq \frac{U_0}{I_a}$, le disjoncteur miniature peut également assurer la protection par coupure automatique.



Exemple : coupure par disjoncteur miniature en cas de défaut dans le schéma TN-C-S

2.2 Coupure automatique par dispositif à courant différentiel résiduel

Un dispositif à courant différentiel résiduel assure la coupure automatique lorsque les conditions suivantes sont réunies :

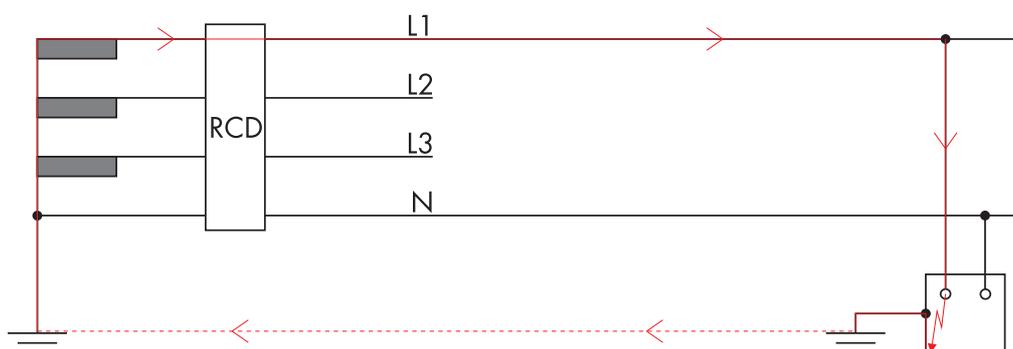
- Schéma TN :

Dans le schéma TN, les courants de défaut sont considérablement plus élevés que le courant différentiel assigné $I_{\Delta f}$ du dispositif à courant différentiel résiduel, de sorte que les temps de coupure assurés par le dispositif de protection contre les courants de défaut sont toujours respectés.

L'utilisation d'un dispositif à courant différentiel résiduel est interdite dans les schémas TN-C !

- Schémas TT :

- La protection en cas de défaut est prévue en priorité sous la forme d'un dispositif à courant différentiel résiduel.
- Si $R_A < \frac{50 \text{ V}}{I_{\Delta f}}$, le dispositif à courant différentiel résiduel peut assurer la protection par coupure automatique.



Exemple : coupure par dispositif à courant différentiel résiduel en cas de défaut dans le schéma TT

2.3 Choix du dispositif de coupure

Il est impératif de vérifier que le disjoncteur miniature prévu pour la protection de ligne est suffisant pour effectuer la coupure automatique (voir chapitre 2.1 « Coupure automatique par disjoncteur miniature » (Page 5)).

- Si cette condition est vérifiée, un courant (dépendant du niveau de l'impédance de la boucle) supérieur au courant de fonctionnement I_a (de la protection contre les courts-circuits) circule par la boucle de défaut. Le disjoncteur miniature peut donc couper le courant dans les temps requis.
- Si l'impédance de la boucle est trop élevée, il est nécessaire d'utiliser en plus un dispositif à courant différentiel résiduel (sauf dans le schéma TN-C).

3 Autres raisons pour l'utilisation d'un dispositif à courant différentiel résiduel

3.1 Installations en extérieur

De nombreux experts sont de l'avis que l'utilisation d'un dispositif à courant différentiel résiduel est obligatoire pour les installations en extérieur. D'après la norme DIN VDE 0100-410 (CEI 60364-4-41:2005), cet argument n'est toutefois valable que pour les circuits terminaux de matériels électriques portables utilisés en extérieur et possédant un courant assigné allant jusqu'à 32 A.

3.2 Exigences de l'exploitant du réseau

Les différents exploitants de réseau adaptent les réglementations techniques de raccordement généralement admises à leur réseau et, par conséquent, ne suivent pas les standards. Il se peut donc que l'installation d'un dispositif à courant différentiel résiduel soit exigée dans le cadre de ces réglementations techniques de raccordement spécifiques.

Si l'exploitant du réseau prescrit le recours à un dispositif à courant différentiel résiduel, le type et les conditions d'utilisation de ce dernier sont définis dans les réglementations techniques de raccordement généralement admises. Souvent, l'exploitant du réseau n'exige pas explicitement le recours à un dispositif à courant différentiel résiduel, mais une « installation conforme à la norme ».

3.3 Nécessité liée à d'autres normes

En fonction du lieu d'installation et des conditions liées au site, un dispositif à courant différentiel résiduel peut se révéler nécessaire en raison d'autres normes ou réglementations.

Si l'installation est réalisée, par exemple, dans une grange ou dans des maisons en bois, la norme DIN VDE 0100-482 (CEI 60364-4-42:2001-08) est également applicable. Dans ce cas, un dispositif à courant différentiel résiduel avec un courant différentiel assigné de 300 mA maximum est nécessaire pour des raisons de protection contre les incendies.

Seul l'installateur présent sur le site est en mesure d'évaluer les différents impacts. Les installations standard ainsi que les particularités des installations photovoltaïques sont expliquées au chapitre 4 « Sélection du dispositif à courant différentiel résiduel pour une installation photovoltaïque » (Page 8).

3.4 Protection supplémentaire

SMA Solar Technology AG recommande de toujours installer un dispositif à courant différentiel résiduel comme protection supplémentaire afin d'atteindre un niveau de sécurité maximal. Ce dernier peut également assurer la fonction d'un sectionneur omnipolaire, souvent nécessaire pour d'autres motifs.

4 Sélection du dispositif à courant différentiel résiduel pour une installation photovoltaïque

Outre ceux mentionnés auparavant, il existe d'autres critères à prendre en compte lors de la sélection d'un dispositif à courant différentiel résiduel pour des installations photovoltaïques.

4.1 Exigence de la norme DIN VDE 0100-712 (CEI 60364-7-712:2002)

Si une protection en cas de défaut est prévue (voir chapitre 2.2 « Coupure automatique par dispositif à courant différentiel résiduel » (Page 6)), la norme DIN VDE 0100-712 applicable aux onduleurs sans transformateur exige un dispositif à courant différentiel résiduel de type B.

Cette exigence s'applique également aux onduleurs avec transformateur haute fréquence, car aucune séparation galvanique n'existe entre le côté courant alternatif et le côté courant continu.

Cette exigence ne s'applique pas aux onduleurs avec transformateur basse fréquence.

Il existe une exception à cette exigence lorsque le fabricant de l'onduleur est en mesure d'exclure toute apparition de courants de défaut continus au sein de l'installation. Dans ce cas, le dispositif à courant différentiel résiduel peut être, si nécessaire, de type A.

Tous les onduleurs SMA avec transformateur, modèles SB 2000HF-30, SB 2500HF-30 et SB 3000HF-30 compris, ainsi que les onduleurs SMA sans transformateur désignés ci-dessous ne peuvent en aucun cas injecter des courants de défaut continus, du fait de leur construction. Ils satisfont à cette exigence conformément à la norme DIN VDE 0100-712 (CEI 60364-7-712:2002).

Sunny Boy:

SB 240-10, Multigate-10, SB 1300TL-10, SB 1.5-1VL-40, SB 1600TL-10, SB 2100TL, SB 2.5-1VL-40, SB 2500TLST-21, SB 3000TL-20, SB 3000TL-21, SB 3000TLST-21, SB 3600TL-21, SB 3600SE-10, SB 4000TL-20, SB 4000TL-21, SB 5000TL-20, SB 5000TL-21, SB 5000SE-10, SB 6000TL-21

Sunny Mini Central:

SMC 6000TL, SMC 7000TL, SMC 8000TL, SMC 9000TL-10, SMC 9000TLRP-10, SMC 10000TL-10, SMC 10000TLRP-10, SMC 11000TL-10, SMC 11000TLRP-10

Sunny Tripower:

STP 5000TL-20, STP 6000TL-20, STP 7000TL-20, STP 8000TL-10, STP 8000TL-20, STP 9000TL-20, STP 10000TL-10, STP10000TL-20, STP 12000TL-10, STP 12000TL-20, STP 15000TL-10, STP 15000TLHE-10, STP 15000TLEE-10, STP 17000TL-10, STP 20000TLHE-10, STP 20000TL-30, STP 20000TLEE-10, STP 25000TL-30

Les possibilités de défaut ont été vérifiées indépendamment de l'unité de surveillance du courant différentiel résiduel intégrée (RCMU). Il ressort de la considération de ces défauts d'après les normes d'installation en vigueur, qu'aucun risque n'existe en combinaison avec un dispositif à courant différentiel résiduel de type A, monté en amont. Il est ainsi possible d'exclure les défauts qui nécessiteraient l'installation d'un dispositif à courant différentiel résiduel de type B en raison de l'onduleur.

L'unité de surveillance du courant différentiel résiduel (RCMU) intégrée et sensible à tous les courants offre en outre une garantie de sécurité supplémentaire. Celle-ci doit être activée dans le cas des onduleurs équipés de la surveillance du conducteur de protection. Ces critères sont également applicables aux variantes des appareils susmentionnés de puissance différente.

4.2 Courants différentiels résiduels liés au fonctionnement

Des courants différentiels résiduels (dus à la résistance d'isolement et aux capacités du générateur photovoltaïque) liés à l'équipement surviennent lors du fonctionnement d'un onduleur sans transformateur. Afin d'éviter un déclenchement accidentel en cours du fonctionnement, le courant différentiel assigné du dispositif à courant différentiel résiduel doit s'élever au minimum à 100 mA.

Un courant différentiel assigné de 100 mA doit être prévu pour chaque onduleur raccordé. Le courant différentiel assigné du dispositif à courant différentiel résiduel doit correspondre au minimum à la somme des courants différentiels assignés des onduleurs raccordés. Autrement dit, lorsque par exemple 3 onduleurs sans transformateur sont raccordés, le courant différentiel assigné du dispositif à courant différentiel résiduel doit s'élever au minimum à 300 mA.

Pour les types d'onduleurs SB 1300TL-10, SB 1600TL-10, SB 2100TL, SMC 6000TL, SMC 7000TL et SMC 8000TL, seulement les dispositifs à courant différentiel résiduel suivants doivent être utilisés :

- Dispositif à courant différentiel résiduel de type A de marque ABB de type F202A-xx/0,x ou F204A-xx/0,x
- Dispositif à courant différentiel résiduel de type A de marque Siemens de type 5SM1.... ou 5SM3....

Les dispositifs à courant différentiel résiduel d'autres fabricants sont en cours d'évaluation.

Il est important de prendre ici en considération le fait qu'en raison des courants différentiels résiduels continus, les courants de fonctionnement peuvent dépasser légèrement (de 0 à 30 %) le courant différentiel assigné du dispositif à courant différentiel résiduel. Contrairement à la condition mentionnée dans le chapitre 2.2 « Coupure automatique par dispositif à courant différentiel résiduel » (Page 6) pour l'utilisation d'un dispositif à courant différentiel résiduel, la règle applicable ici est :

Si $R_A < \frac{50 \text{ V}}{1,3 \times I_{\Delta n}}$, le dispositif à courant différentiel résiduel peut assurer la protection par coupure automatique.

Si l'utilisation des dispositifs à courant différentiel résiduel proposés ci-dessus n'est pas possible, il est recommandé de choisir d'autres onduleurs.

En prenant en compte les critères mentionnés ci-dessus, les installations photovoltaïques peuvent être construites tout en satisfaisant aux normes et en optimisant les coûts. C'est notamment l'aptitude des onduleurs SMA sans transformateur mentionnés ci-dessus à fonctionner avec des dispositifs à courant différentiel résiduel de type A qui permet de réaliser une installation aux meilleurs coûts.

5 Exemples de calcul

Le chapitre suivant montre, sur la base de 2 exemples, la procédure de sélection d'un matériel électrique approprié pour assurer la protection en cas de défaut par coupure automatique. Il est toujours admis que la liaison équipotentielle de protection nécessaire est simultanément réalisée. Les valeurs utilisées sont des exemples qui ne servent pas de valeur de référence pour le schéma de liaison à la terre ou l'application en question.

5.1 Exemple de calcul 1

1 Sunny Boy SB 2100TL ; protection par un disjoncteur miniature B16A ; schéma TN ; impédance de boucle $Z_s = 1,5 \Omega$; installation sur le toit d'une grange :

- Le disjoncteur miniature B16A possède un courant de fonctionnement de court-circuit I_{cc} de 80 A (caractéristique B : facteur 5 ; I_{nom} du disjoncteur miniature = 16 A $\Rightarrow 5 \times 16 \text{ A} = 80 \text{ A}$).
- À 230 V, des courants de 153 A peuvent circuler par la boucle de défaut ($\frac{230 \text{ V}}{1,5 \Omega} = 153,3 \text{ A}$).
- Les 153 A dépassent les 80 A de courant de fonctionnement nécessaires du disjoncteur miniature. Le disjoncteur miniature coupe le courant en toute sécurité dans le temps prescrit.
- Le disjoncteur miniature B16A (protection en cas de défaut) est suffisant pour assurer la protection contre tout contact indirect.
- Étant donné qu'il s'agit d'une grange, un dispositif à courant différentiel résiduel de type A avec un courant différentiel assigné de 300 mA maximum doit être installé en supplément. Ce dispositif est nécessaire pour des raisons de protection contre les incendies d'après la norme DIN VDE 0100-482 (CEI 60364-4-42:2001-08).

5.2 Exemple de calcul 2

3 Sunny Mini Central SMC 6000TL ; protection avec un disjoncteur miniature C32A chacun ; schéma TT ; impédance de boucle $Z_s = 0,2 \Omega$; $R_A = 1,1 \Omega$:

- Le disjoncteur miniature C32A dispose d'un courant de fonctionnement de court-circuit de 320 A (caractéristique C : facteur 10 ; I_{nom} du disjoncteur miniature = 32 A \Rightarrow 10 x 32 A = 320 A).
- À 230 V, des courants de 177 A peuvent circuler par la boucle de défaut ($\frac{230 \text{ V}}{1,3 \Omega} = 177 \text{ A}$).
- Les 177 A sont inférieurs aux 320 A de courant de fonctionnement nécessaires du disjoncteur miniature. Ainsi, le disjoncteur miniature ne coupe **pas** le courant **de manière fiable** dans le temps prescrit.
- Le disjoncteur miniature C32A (protection en cas de défaut) **n'est pas** suffisant pour assurer la protection contre tout contact indirect.

1ère possibilité : utilisation d'un autre disjoncteur miniature (si possible)

- En cas d'utilisation d'un disjoncteur miniature B32A, le courant de fonctionnement de court-circuit s'élèverait à 160 A (caractéristique B : facteur 5 ; I_{nom} du disjoncteur miniature = 32 A \Rightarrow 5 x 32 A = 160 A).
- Le courant de fonctionnement du disjoncteur miniature de caractéristique B serait alors inférieur aux 177 A qui circuleraient en cas de défaut. Ainsi, ces disjoncteurs miniatures couperaient le courant dans le temps prescrit.
- Le disjoncteur miniature B32A (protection en cas de défaut) est suffisant pour assurer la protection contre tout contact indirect.

2e possibilité : utilisation d'un dispositif à courant différentiel résiduel

- Si aucun autre disjoncteur miniature ne peut être installé, il est nécessaire d'utiliser un dispositif à courant différentiel résiduel pour la protection en cas de défaut.
- Étant donné que 3 onduleurs sans transformateur sont utilisés, le courant différentiel assigné d'après le chapitre 4.2 « Courants différentiels résiduels liés au fonctionnement » (Page 9) doit s'élever au minimum à 300 mA. Un dispositif à courant différentiel résiduel avec un courant différentiel assigné $I_{\Delta f}$ de 500 mA est sélectionné.
- Il est en outre important de vérifier, d'après la condition mentionnée au point 4 b (voir page 9), si la protection est suffisante :

$$R_A = 1,1 \Omega < \frac{50 \text{ V}}{1,3 \times I_{\Delta f}}, \text{ donc } R_A < \frac{50 \text{ V}}{1,3 \times 0,5 \text{ A}} = 76,9 \Omega$$

- Un dispositif à courant différentiel résiduel de type A avec un courant différentiel assigné $I_{\Delta f}$ de 500 mA assure la protection contre le contact indirect en cas de défaut.