
KENNISDOCUMENT

Voorkom grote problemen bij het aansluiten van PV-panelen



Het in 2015 verschenen blad 65 van de NPR 5310 en recente publicaties over de gevolgen van het aansluiten van PV-systemen voor de verdeelinrichting, roepen nogal wat vragen op.

Hierbij willen wij de omschreven problematiek verduidelijken en dragen we mogelijke oplossingen aan. Overigens gaat het hier over alle parallelle invoedingen in het algemeen, zoals HRe-ketels of batterijen met een omvormer.

De belangrijkste vraag in deze kwestie is of er bij de toepassing van PV-systemen voorkomen kan worden dat de toegepaste aardlekschakelaars hogere stroomwaarden te verwerken krijgen dan de gebruikelijke 40 A. Een logische vraag, want door een 40A-aardlekschakelaar kan in een dergelijke situatie theoretisch de stroom van 40 A naar de afgaande groepen lopen, plus bijvoorbeeld 16 A van de PV-panelen. En dat samen is te veel.

Inhoud

004	Gevolgen van parallelle invoeding op de belastbaarheid van installatiekasten in woonhuisinstallaties
006	Plaats van de aansluiting van PV-omvormers
008	Voorkomen van overbelasting, de mogelijkheden en voor- en nadelen op een rij
012	Bepalingen uit de NEN 1010 die van invloed zijn op de PV-oplossingen
013	PV-installaties en aardlekbeveiliging
014	De totaaloplossing van ABB

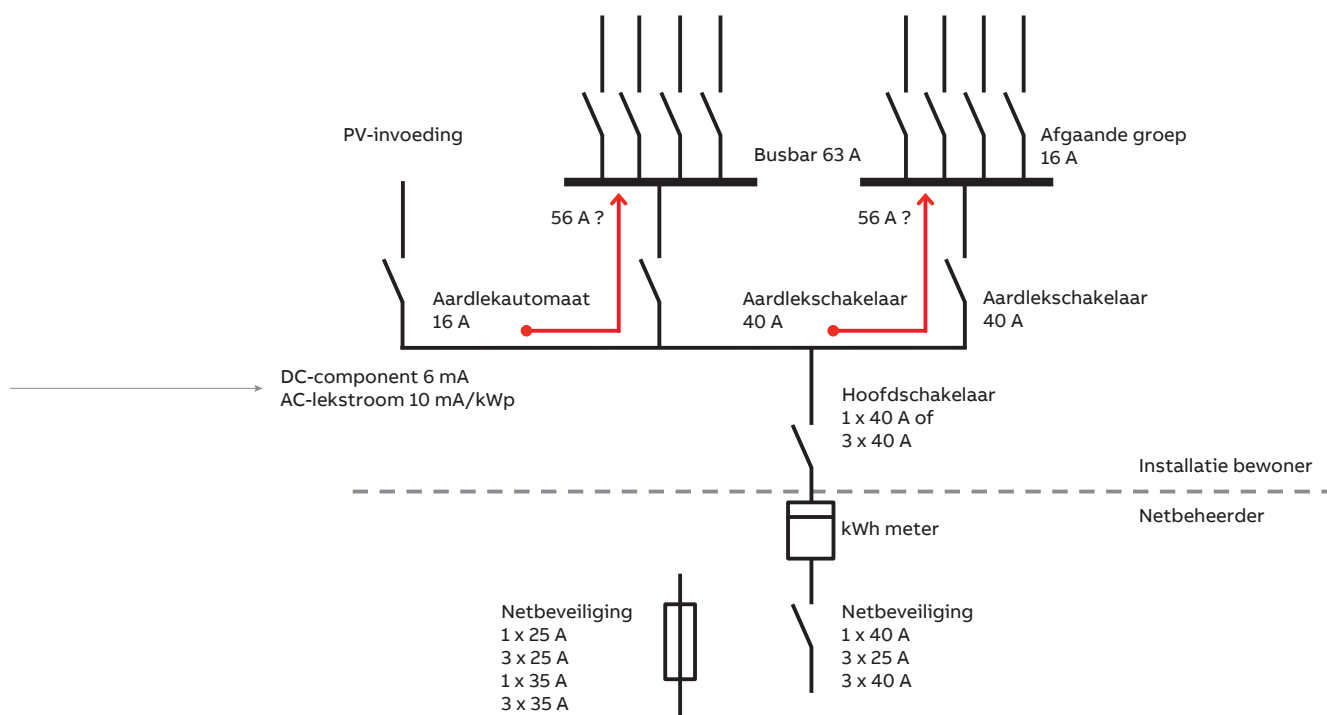
Gevolgen van parallelle invoeding op de belastbaarheid van installatiekasten in woonhuisinstallaties

De stroom die een verdeelinrichting mag voeren, wordt bepaald door de fabrikant. Bij producten van ABB vind je deze waarde terug op het capaciteitsmerk dat zich op of in de kast bevindt. In de meeste gevallen is dit: 1 x 40 A of 3 x 40 A. Dit houdt in dat de totale stroom die door de verdeler loopt niet meer dan die betreffende waarde mag zijn. In het geval van een 40A-verdeler is dit dus in totaal 40 A, bijvoorbeeld 25 A vanuit het net en 15 A vanuit een zonnepaneel. In sommige gevallen is de kast door warmteontwikkelingen maximaal belastbaar met een lagere waarde, bijvoorbeeld 3 x 32 A.

De markt is echter aan het veranderen. Met de komst van zonnepanelen, aansluitingen voor warmtepompen en elektrische auto's, verandert onze kijk op verdelers. En door de complexiteit van deze installaties ook de manier waarop we omgaan met gelijktijdigheid. Wij zijn immers niet gewend dat er langdurig stromen lopen die (bijna) gelijk zijn aan de maximale stroomwaarde van de beveiligingscomponenten. Dat alles leidt ertoe dat de huidige ontwerpregels en de daarbij behorende voorschriften moeten worden aangepast.

Parallele invoeding

Gevolgen voor de installatiekast



De huidige praktijk

In de praktijk is een installatiekast voor woningen uitgelegd voor een aantal afgaande groepen om de belastingen te kunnen voeden. Waar de energie vandaan komt, is minder spannend. Het is óf vanuit het net, óf vanuit de zonnepanelen, óf beide. In de praktijk verandert er dus niets aan de opzet van de verdeler.

Daarnaast is het altijd al zo geweest dat de optelsom van alle stroomwaardes van de afgaande groepen veel hoger ligt dan de maximale stroom van de voorliggende hoofd- of aardlekschakelaar. Het plaatsen van vier 16A-automaten achter een 40A-aardlekschakelaar is gewoon toegestaan. Dat geldt ook voor 8 groepen verdeeld over 2 aardlekschakelaars achter een hoofdschakelaar van 40 A. Hier zou theoretisch dan ook 128 A doorheen kunnen lopen. Uiteindelijk is het de beveiliging van de netbeheerder die de stroom beperkt tot 25, 35 of 40 A, waardoor alle componenten in de installatiekast goed beveiligd zijn.

Gelijktijdigheid

In de praktijk volstaat het dat de gezamenlijke stroom vanuit het net en die van parallelle invoedingen, zoals zonnepanelen en HRe-ketels, de maximale stroom van de verdeler niet overschrijdt. Dat gebeurt natuurlijk wel als de installatie bewust of onbewust te maken krijgt met hogere belastingen dan waarvoor de componenten of de totale verdeler is uitgelegd.

Aangezien bewoners zich niet bewust zijn van deze gelijktijdigheidsregels, kunnen ze, in het geval van parallelle invoeding, worden overschreden. Dit met als gevolg dat de beveiliging van de netbeheerder niet meer toereikend is. Het is dan ook belangrijk dat gebruikers hiertegen beschermd worden. In een dergelijk geval moet de installatiekast worden uitgelegd voor de maximale stroom die intern kan gaan lopen, ongeacht waar deze stroom vandaan komt. In de praktijk heb je hiertoe twee mogelijkheden:

1. Voorkom dat de componenten niet meer stroom kunnen voeren dan 40 A. De installatie is namelijk aan belastingszijde niet anders dan zonder PV. Dit kun je realiseren door:
 - a) de hoofdschakelaar te vervangen door een hoofdautomaat;
 - b) of door toepassing van een 40A-installatieautomaat achter de bestaande hoofdschakelaar; de PV-omvormer wordt dan aangesloten vóór deze hoofdbeveiliging;
 - c) of door toepassing van 40A-aardlekautomaten in plaats van aardlekschakelaars.
2. Leg de aanwezige aardlekschakelaars, bedrading en busboards in het ABB Hafonorm-programma uit voor stromen tot 63 A.

Op het eerste gezicht lijkt eigenlijk alleen optie 1a een goede oplossing, maar alle oplossingen hebben zo hun voor- en nadelen. Verderop in dit document zetten we ze op een rij.

Voordeel van 3-fasen-netten

In veel gevallen wordt tegenwoordig een 3-fasen-netaansluiting gerealiseerd en daarbij wordt soms ook een 3-fasen-PV-omvormer geïnstalleerd. Hierdoor gaan de nominaalstromen in de keten naar beneden en wordt ook de stroomverdeling in de kast gunstiger. Een PV-installatie op 3-fasen is voor woningen vaak lager, bijvoorbeeld 3 x 10 A. In een 3-fasen-installatiekast zou de aardlekschakelaar dan theoretisch 40 A kunnen blijven, wat volgens de gebruikelijke gelijktijdigheidsregels niet voor problemen zorgt. Door het prijsverschil tussen 1-fase- en 3-fasen-omvormers worden echter in 3-fasen-installaties nog vaak 1-fase-omvormers toegepast. Deze stromen kunnen oplopen tot 32 A waardoor het probleem alsnog opgelost moet worden. Immers: $25\text{ A} + 32\text{ A} = 57\text{ A}$ en dus te hoog voor de standaard 40A-installatiekasten.

Gedrag van aangesloten apparaten

In de praktijk gebruiken de meeste aangesloten apparaten overigens niet continu stroom, maar werken ze modulerend. Daardoor zal de maximale aanspreekwaarde van de beveiligingscomponenten over het algemeen dan ook niet overschreden worden. Dit geldt voor bijvoorbeeld fornuizen, ovens, wasmachines, wasdrogers, boilers en Quookers. Bij de verdeling van de groepen dienen deze modulerende apparaten gemixt te worden met groepen die wel langdurig de volle belasting kunnen voeren. Denk daarbij aan warmtepompen, aansluitingen voor batterijen en elektrisch vervoer. Wij zullen er nu eenmaal aan moeten wennen dat we steeds meer te maken krijgen met belastingen die langdurig tegen de maximale belastbaarheid van de installatie aanlopen.

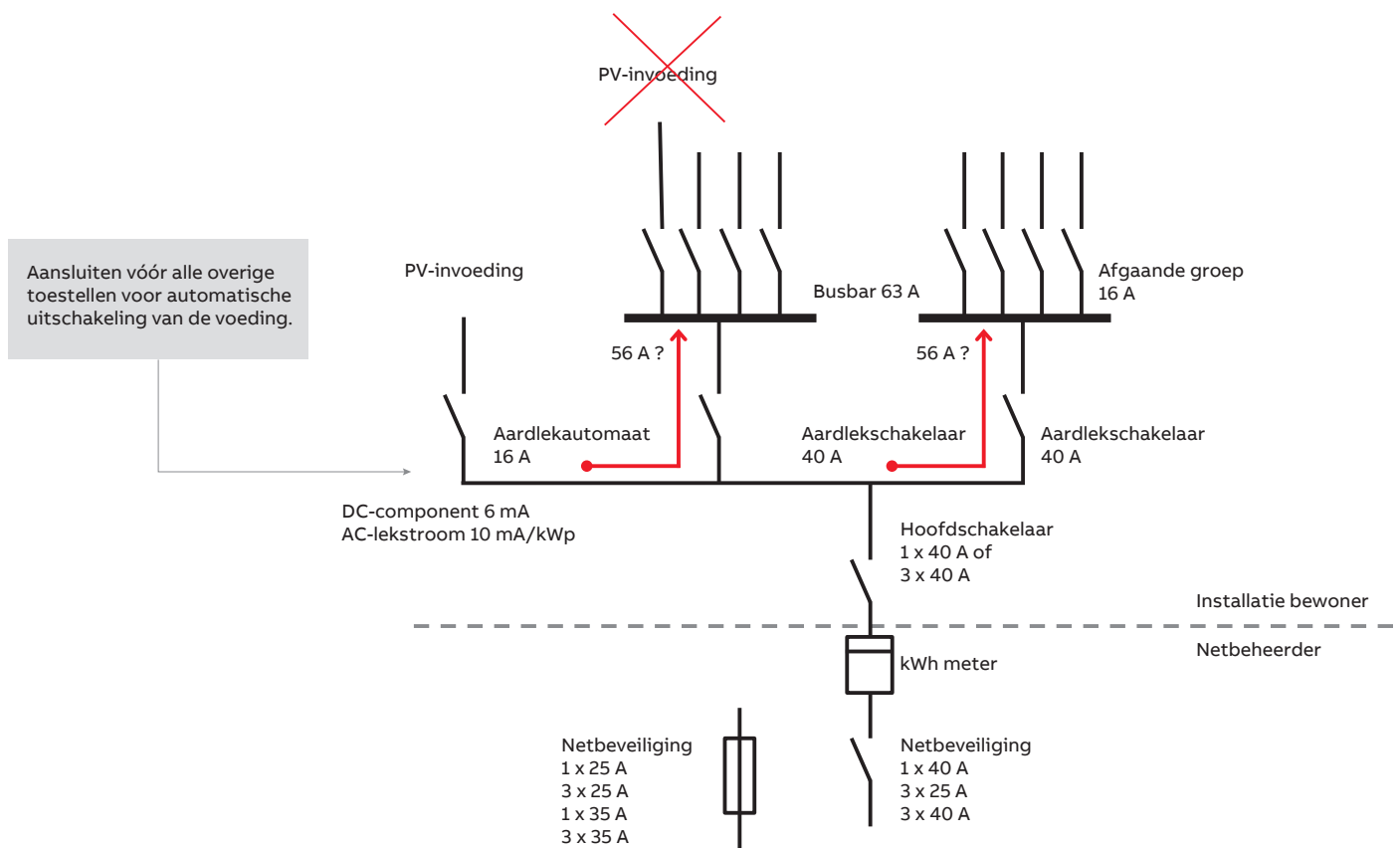
Overbelasting

Natuurlijk kan door ondeskundig gebruik of onder bepaalde omstandigheden de installatie worden overbelast, bijvoorbeeld op een zonnige kerstdag. De ovens gevuld met kalkoen, fornuizen en bijverwarmingen kunnen ertoe bijdragen dat de gebruikelijke gelijktijdigheidsregels niet opgaan, zodat normaal gesproken de hoofdbeveiliging van de netbeheerder wordt aangesproken. Wordt er echter PV-vermogen toegevoegd, dan kunnen de aardlekschakelaars en bedrading een te hoge stroom te verwerken krijgen vanuit het net en de PV-installatie. Hierdoor heeft de netbeveiliging als vangnet geen limiterende functie meer, met alle mogelijke gevolgen van dien. De installatie moet worden beschermd tegen argeloosheid van de gebruiker, die geen weet heeft van deze gelijktijdigheidsregels.

Plaats van de aansluiting van PV-omvormers

Plaats van de PV-aansluiting in de installatie

Een PV-omvormer moet op een zelfstandige eindgroep worden aangesloten, vóór alle andere beveiligingen voor automatische afschakeling van de voeding. Dit betekent dat deze afgaande groep direct na de hoofdschakelaar moet worden aangesloten.



PV op de juiste fase

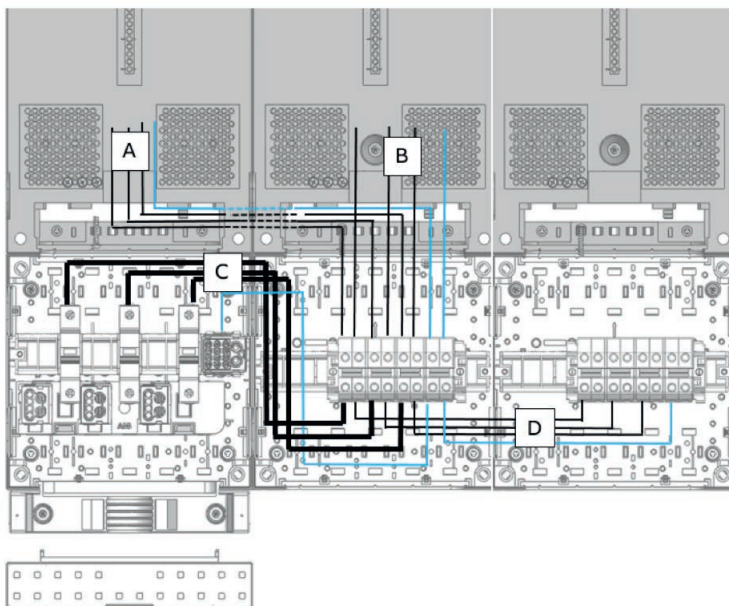
Een punt van aandacht is de afzonderlijke fasebelasting van het voedende net. Indien in een project met een aantal woningen alle 1-fase-PV-omvormers op dezelfde fase worden aangesloten, dan kan deze fase in het laagspanningsnet van de netbeheerder overbelast worden. Dit gebeurt bijvoorbeeld als de zon volop schijnt en er weinig verbruik in de wijk is. De beveiliging in het onderstation van de netbeheerder kan dan aanspreken. Het is dan ook de taak van de installateur of netbeheerder erop toe te zien dat niet alle PV-installaties op dezelfde fase worden aangesloten.

Meerdere leveranciers op één aansluiting (MLOEA)

Netbeheerders zijn tegenwoordig verplicht om externe voedingssystemen zoals PV en elektrische auto's aan te kunnen sluiten op de aansluiting van de bewoner. Bijvoorbeeld als de bewoner een installatie op het dak heeft van een commerciële aanbieder die apart bemeterd moet worden. De netbeheerder plaatst dan een extra meterbord en sluit deze installatie aan tussen de hoofdbeveiliging en de meter van de bewoner. Ook dan wordt de bewoner opgezadeld met extra vermogen dat niet meer correct beveiligd wordt. In een dergelijk geval moeten maatregelen genomen worden zoals in dit document beschreven.

Samengevat

- Oplettendheid is geboden als op een installatiekast PV-omvormers worden aangesloten.
- De standaard ABB-Hafonorm-installatiekasten zijn voorzien van een 40A-hoofdschakelaar, 40A-aardlekschakelaars en een 63A-busboard.
- LET OP: de maximaal toelaatbare stroom van de verdeler is afhankelijk van de totale warmteontwikkeling van de interne componenten en bedrading. Deze maximale toelaatbare stroom is vermeld op het capaciteitsmerk in de kast of op het deksel van de kast.
- Als installaties meerdere energiebronnen hebben, dienen de componenten en eventueel bedrading op de interne stromen in de verdeler te worden aangepast.
- Sluit 1-fase-PV-installaties in de wijk altijd verdeeld over drie fasen aan.
- 3-fasen-installaties zijn eenvoudiger te realiseren.



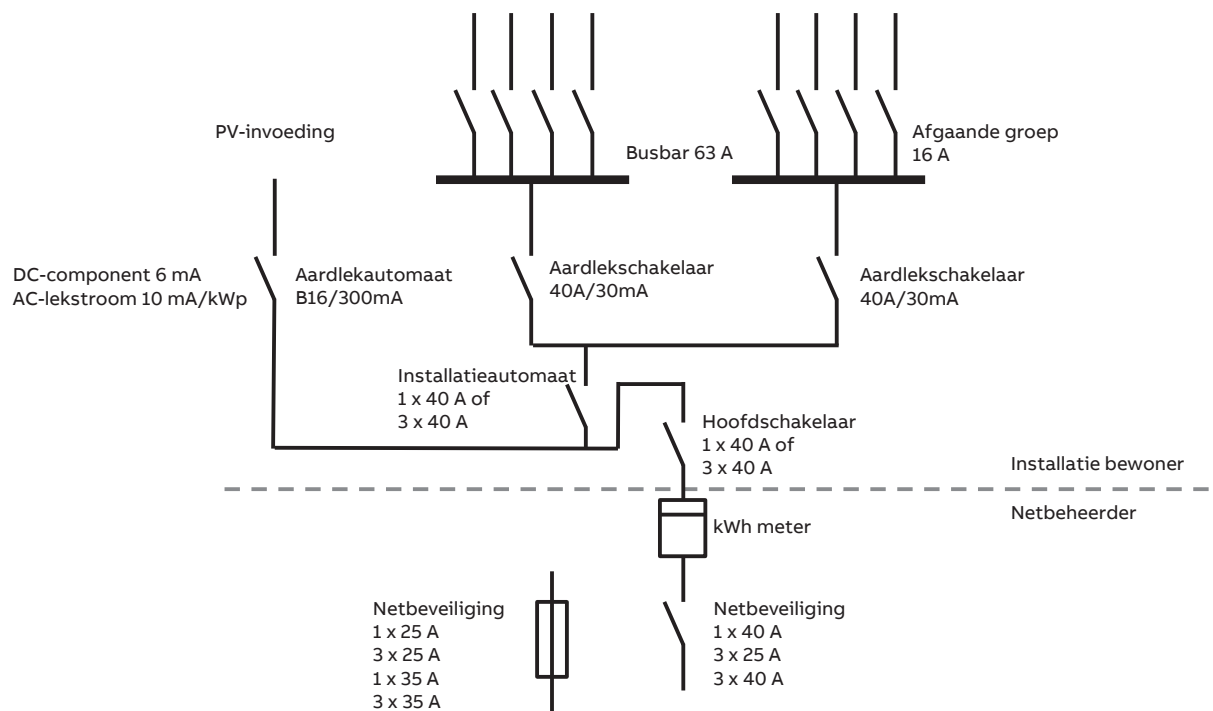
Voorkomen van overbelasting, de mogelijkheden en voor- en nadelen op een rij

Oplossing met extra hoofdautoomaat in serie met de bestaande hoofdschakelaar

- Kost meer ruimte
- Bedrading moet worden aangepast
- Extra warmtedissipatie
- Goedkoopste oplossing, maar niet de makkelijkste
- Oplossing met separate uitbreidingsmodule biedt goede oplossing voor bestaande situaties
- Netbeheerders en NEN 1010-commissie accepteren ontbreken van selectiviteit bij overbelasting

Parallele invoeding

Gevolgen voor de installatiekast
Oplossingen met extra installatieautoomaat



Oplossing met separate uitbreidingsmodule

- Aardlekautomaat voor PV + extra hoofdautomaat in separate kast
- In geval van 3-fasen-installaties worden afzonderlijke 1-fase-automaten toegepast om de beschikbaarheid van de installatie zo hoog mogelijk te houden
- Flexibel inzetbaar in combinatie met alle typen installatiekasten
- Oplossing voor ruimteprobleem
- Geen extra componenten in bestaande kast
- Bedrading moet worden aangepast
- Installatie is minder overzichtelijk
- Netbeheerders en NEN 1010-commissie accepteren ontbreken van selectiviteit bij overbelasting

Installatiekasten geschikt voor PV installaties

Aansluitkasten PV-installaties op bestaande installaties met 1-fase PV omvormers

**HM-D12C5**

1p+0 B40 A installatieautomaat, aardlekautomaat 1p+0 B16/300mA,

HM-D12C7

1p+0 B40 A installatieautomaat, 1p+0 aardlekautomaat 1p+0 B25/300mA,

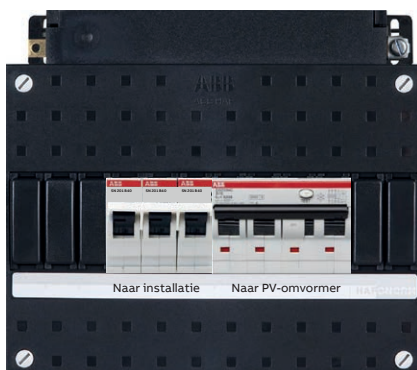
HM-D13C5

3p+0 B40 A installatieautomaat, aardlekautomaat 1P+0 B16/300mA,

Overige uitvoeringen op aanvraag

Installatiekasten geschikt voor PV installaties

Aansluitkasten PV-installaties op bestaande installaties met 3-fasen PV omvormers

**HB-D13C16**

3p+0 B40 A installatieautomaat, aardlekautomaat 3p+0 B16/300mA,

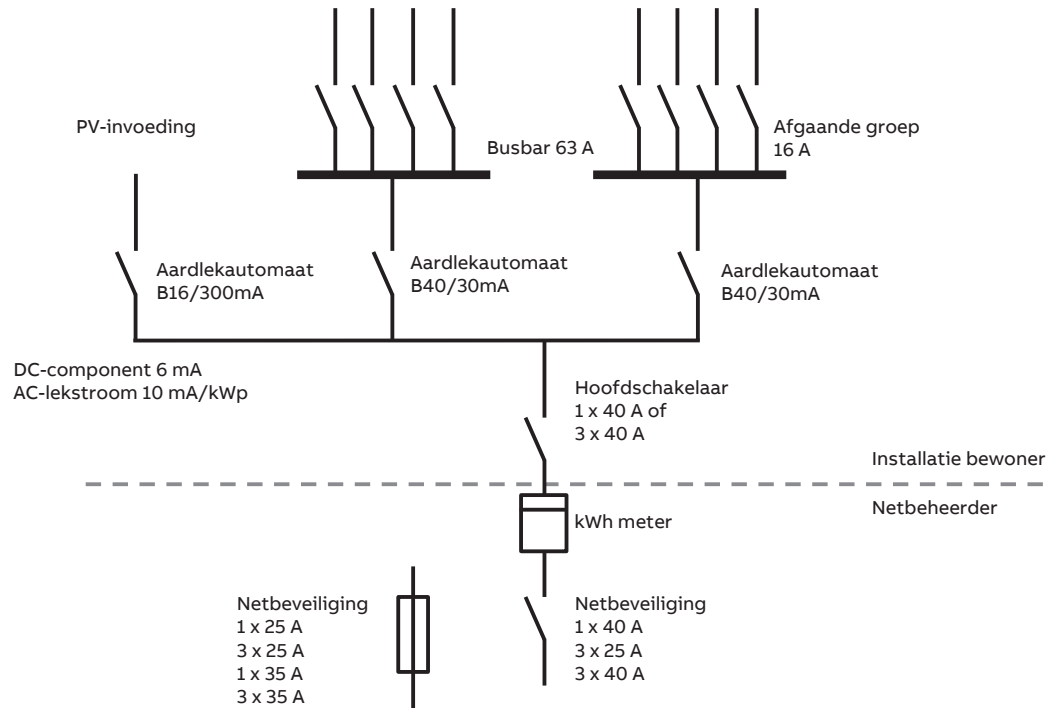
Overige uitvoeringen op aanvraag

Oplossing met 40A-aardlekautomaten in plaats van aardlekschakelaars

- De bedrading kan gehandhaafd blijven
- Lagere temperatuurbelasting van de kast
- Het is eenvoudiger om kasten om te bouwen
- Makkelijkste oplossing, maar niet de goedkoopste
- Geen overbelastingselectiviteit met hoofdbeveiliging netbeheerder

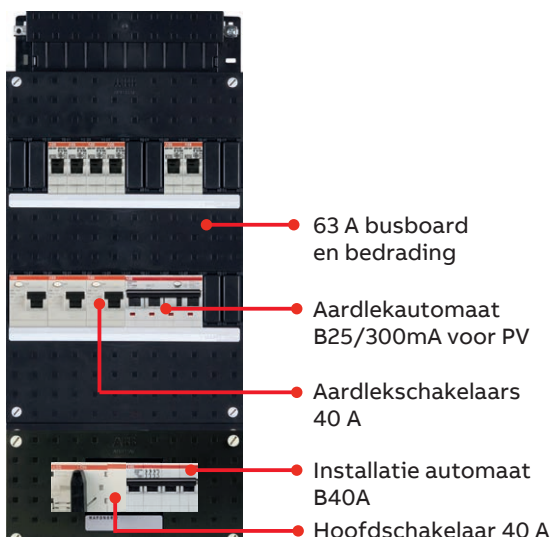
Installatiekasten geschikt voor PV installaties

Gevolgen voor de installatiekast
Oplossing aardlekautomaten
In plaats van aardlekschakelaars



Installatiekasten geschikt voor PV installaties

Nieuwe typenummers voor kasten tot 40A aardlekautomaten



HD-H42D12C5-32.32

1-fase 40A hoofdschakelaar, directe
aardlekautomaat B16/30mA
2x 40A aardlekautomaat, 4 afgaande groepen

HD-H42D12C7-32.32

1-fase 40A hoofdschakelaar, directe
aardlekautomaat B25/30mA
2x 40A aardlekautomaat, 4 afgaande groepen

HD-H44D13C16-32.32

3-fasen 40A hoofdschakelaar, directe
aardlekautomaat B16/30mA
2x 40A aardlekautomaat, 4 afgaande groepen

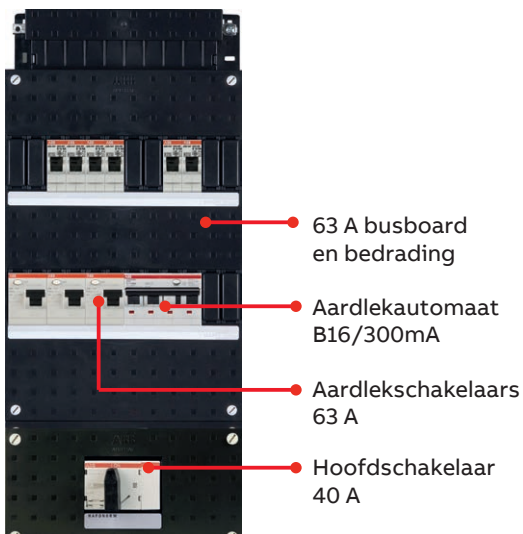
Overige uitvoeringen op aanvraag

Oplossing met 63 aardlekschakelaars

- Hogere temperatuurbelasting van de gehele kast
- Kast wordt meestal groter
- Aangepaste bedrading noodzakelijk
- Derating vaak noodzakelijk

Installatiekasten geschikt voor PV installaties

Nieuwe typenummers voor kasten tot maximaal 63A

**HF-H42-44.C5/4A**

1-fase 40A hoofdschakelaar, 2x 63A aardlekschakelaar, directe aardlekautomaat B16/300mA, 4 afgaande groepen

HF-H42-44.C7/4A

1-fase 40A hoofdschakelaar, 2x 63A aardlekschakelaar, directe aardlekautomaat B25/300mA, 4 afgaande groepen

HF-H42-44.C16/4A

3-fasen 40A hoofdschakelaar, 2x 63A aardlekschakelaar, directe aardlekautomaat B16/300mA, 4 afgaande groepen

Maximale belasting op aanvraag

Bepalingen uit de NEN 1010 die van invloed zijn op de PV-oplossingen

Bepaling 536.2.1.5 bepaalt dat elke verdeler met één enkel toestel moet kunnen worden gescheiden. Daarom moet elke verdeler voorzien zijn van een hoofdschakelaar. In dat geval blijft er uiteraard nog wel spanning staan op de voedende kant van de hoofdschakelaar. In principe zou de hoofdschakelaar ook kunnen worden vervangen door een hoofdautomaat van 40 A, waarbij de PV-omvormer dan vóór deze hoofdautomaat moet worden aangesloten. Als deze hoofdautomaat wordt uitgeschakeld, is de installatiekast spanningsloos en de voedende kant blijft ook dan gewoon onder spanning staan. Echter nu niet alleen vanuit het net, maar ook vanuit de PV-omvormer. Pas wanneer de hoofdautomaten van de netbeheerder worden uitgeschakeld, is de volledige installatie spanningsloos. ABB ziet echter geen gevaar in deze oplossing, omdat de situatie eigenlijk niet verandert: er blijft altijd spanning staan op de voedende kant van de hoofdautomaat.

Een hoofdschakelaar met in serie een hoofdautomaat vinden we een minder goede oplossing. Deze blinkt niet echt uit in

duidelijkheid, kost de bewoner extra geld, geeft extra warmtedissipatie in de kast, neemt vaak te veel ruimte in beslag en vraagt om aanpassingen aan de bedrading.

Bepaling 536.2.1.3 geeft aan dat indien een verdeler meer dan één voedingsbron heeft, er een waarschuwing geplaatst moet worden op de verdeler. Aanbeveling is wel dat de hoofdautomaat en de PV-aansluiting naast elkaar onderin de installatiekast zijn geplaatst, waardoor de installatie overzichtelijk blijft.

ABB zal in de betreffende normcommissie de oplossing voorstellen om toch toe te staan dat de hoofdschakelaar wordt vervangen door een hoofdautomaat. Deze heeft scheider-eigenschappen. In geval van een 3-fasen-net kan deze beveiliging ook in 3 afzonderlijke fasen worden uitgevoerd om de continuïteit van de installatie te verbeteren. Nota bene bestaat de beveiliging van de netbeheerder ook uit 3 afzonderlijke beveiligingen. Vraag is nog even of de '0' hier ook geschakeld moet worden (zie bepaling 530.3.2).

530.3.2 In meerketens mogen in de nulleiding geen enkelpolige schakeltoestellen worden toegepast. Dit geldt niet in gevallen waarop het bepaalde in 536.2.2.7 van toepassing is.

§ Installaties met twee of meer eindgroepen mogen niet door één toestel voor aardlekbeveiliging met een toegekende aanspreekstroom van ten hoogste 30 mA in hun geheel worden uitgeschakeld.

536.2.1.3 Indien materieel of een omhulsel actieve delen bevat die zijn verbonden met meer dan één voedingsbron, moet een waarschuwingsbord op een zodanige plaats zijn aangebracht dat iemand die actieve delen nadert wordt gewezen op de noodzaak om die delen van de verschillende voedingsbronnen te scheiden. Dit is niet van toepassing indien een onderlinge vergrendeling is aangebracht die waarborgt dat al deze stroomketens zijn gescheiden.

§ **OPMERKING a** Een andere maatregel kan zijn het afschermen van die actieve delen die na het openen van een scheider niet spanningsloos zijn.

OPMERKING b Deze bepaling behoort ook te worden toegepast bij actieve delen die worden gevoed vanuit twee of meer verschillende stroomketens (groepen).

536.2.1.4 Indien noodzakelijk moeten passende maatregelen zijn genomen om elektrische lading af te voeren.

§ **536.2.1.5** Elke schakel- en verdeelinrichting moet door één enkel toestel kunnen worden gescheiden.

Indien de bedrijfsomstandigheden in niet tot bewoning bestemde gebouwen dit noodzakelijk maken mag een schakel- en verdeelinrichting worden gesplitst in twee gedeelten, die elk met één enkel toestel kunnen worden gescheiden.

OPMERKING a De in deze bepaling vereiste scheiding behoort tot stand te kunnen worden gebracht met één enkel toestel. Ten aanzien van de scheidende eigenschappen van het toestel moet zijn voldaan aan 536.2.2. In installaties waarin uitsluitend wordt geschakeld en gescheiden door vakbekwame personen (code BA5) of voldoende onderrichte personen (code BA4) mag, indien de bedrijfsomstandigheden dit toelaten, worden geschakeld en gescheiden met twee afzonderlijke toestellen.

OPMERKING b Installaties die onder de verantwoordelijkheid van een leek staan, behoren te zijn voorzien van een hoofdschakelaar om de installatie bij een noodgeval met één handeling te kunnen scheiden van de voeding. Deze hoofdschakelaar moet derhalve tevens voldoen aan de eisen van een scheider.

PV-installaties en aardlekbeveiliging

Met regelmaat krijgen wij de vraag of een PV-installatie achter een aardlekbeveiliging moet worden geplaatst. Ook het type aardlekschakelaar is niet altijd duidelijk, evenals de plaats waar deze in de verdeler moet worden aangesloten. Daarnaast wordt vaak geen rekening gehouden met de eventuele gevolgen van het plaatsen van een PV-omvormer op de bestaande installatie.

Wel of geen aardlekbeveiliging

Een toestel voor aardlekbeveiliging kan worden toegepast als:

- aanvullende bescherming bij wandcontactdozen voor algemeen gebruik;
- foutbescherming door automatische uitschakeling van de voeding;
- bescherming tegen brand.

Artikel 411.3.3 gaat over de verplichting van aanvullende bescherming voor wandcontactdozen voor algemeen gebruik door een aardlekschakelaar van ten hoogste 30 mA. Een vast aangesloten PV-omvormer valt hier dus niet onder. Indien een fout niet door smeltpatronen of de installatieautomaat tijdig kan worden afgeschakeld (binnen 0,2 of 0,4 seconden), moet een beveiliging in de vorm van een aardlekschakelaar worden toegepast.

Ingebouwde aardlekbeveiliging in de PV-converter

Veel fabrikanten geven aan een ingebouwde aardlekbeveiliging in de converter te hebben. Deze beveiligt echter niet de totale stroomketen. Daarom dient deze, indien een aardlekbeveiliging voor foutbescherming moet worden toegepast, aan het begin van de stroomketen te worden geplaatst.

Type aardlekbeveiliging

Bij het kiezen van een aardlekbeveiliging zijn een aantal zaken van belang. Uitgaande van de vuistregel dat een transformatorloze omvormer ongeveer 10 mA per kWp vermogen aan lekstroom kan genereren, kan bij een omvormer van 2 kWp een lekstroom van 20 mA ontstaan.

Een aardlekbeveiliging kan al aanspreken bij 35% van de nominale aanspreekwaarde, waardoor deze al heel snel ongewenst kan uitschakelen.

Omvormers generen daarnaast een DC-component op de voedingsspanning. In het geval van een type A- of AC-aardlekbeveiliging kan deze in verzadiging gaan als dit DC-component de 6 mA overschrijdt. De aardlekschakelaar zal dan niet aanspreken. De fabrikant van de converter kan opgeven dat deze 6 mA niet wordt overschreden door een zogenaamde 6 mA-verklaring. Als deze verklaring er niet is en er onduidelijkheid bestaat over de grootte van dit DC-component, of als de 6 mA wordt overschreden, moet de aardlekbeveiliging van het type B zijn. Bij ABB-omvormers hoeft door hun constructie geen type B-aardlekbeveiliging te worden toegepast. Indien de 6 mA wel kan worden overschreden, heeft dit bij een fout elders in de installatie gevolgen voor de toegepaste aardlekschakelaars. Deze moeten dan ook van het type B zijn.

De plaats van de PV-aansluiting in de distributieverdeler

Allereerst is het verplicht om PV-panelen altijd op een aparte groep in de verdeler aan te sluiten. Dit geldt ook voor de kleinere panelen die rechtstreeks met een stekker in het stopcontact kunnen worden aangesloten. De beveiliging van een PV-installatie moet in de distributieverdeler bovendien worden aangesloten vóór alle andere beveiligingstoestellen voor automatische uitschakeling van de voeding. Dus direct na de hoofdschakelaar.

De totaaloplossing van ABB

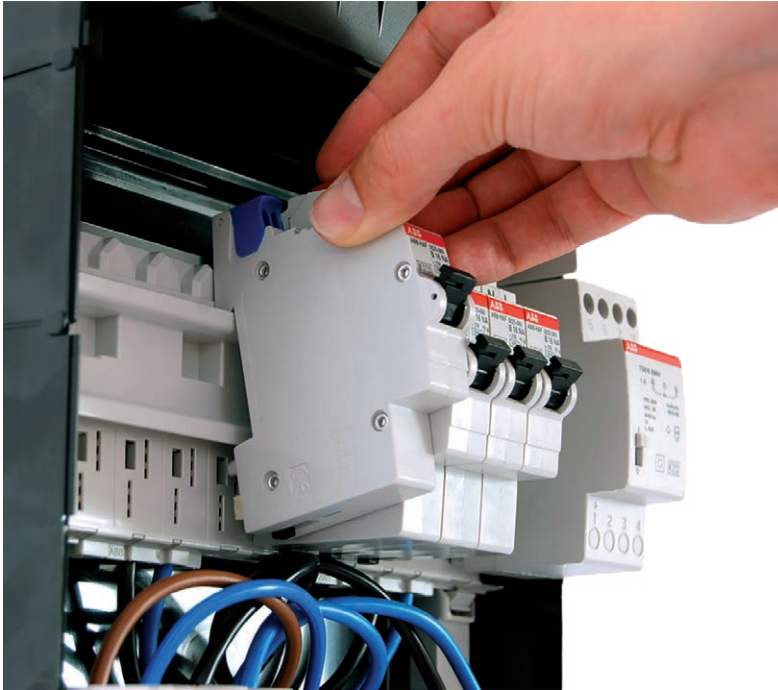


ABB innoveert met de markt mee en biedt voor het succesvol aansluiten van PV-panelen een aantal kasten die zijn voorzien van:

- 2- of 4-polige hoofdschakelaars van 40 A;
- of een hoofdautoomaat als vervanging van de hoofdschakelaar, een en ander afhankelijk van het standpunt van de normcommissies;
- of een installatieautoomaat achter de hoofdschakelaar; de PV-omvormer wordt dan vóór deze installatieautoomaat en achter de hoofdschakelaar aangesloten;
- of 40A-aardlekautomaten in plaats van 40A-aardlekschakelaars;
- of 63A-aardlekschakelaars waarbij wel de warmtehuishouding en de manier van testen extra aandacht dienen te hebben, ook vanuit de norm NEN-EN-IEC 61439-3;
- een directe groep voor de PV-installatie door middel van een aardlekautoomaat type A met een aanspreekwaarde van 300 mA (in de waarden B16 A of B25 A).

Verder is belangrijk om te weten:

- Type B-aardlekschakelaars zijn bij toepassing van ABB-omvormers niet nodig, aanzien deze nooit meer dan 6 mA-DC-component naar het net genereren.
- Voor renovatie kunnen PV-aansluitkasten geleverd worden die voorzien zijn van de aanvullende installatieautoomaat die de bestaande installatie beveiligd tot 40 A, aangevuld met de uitbreidingsgroep voor de PV-installatie.



—
ABB b.v.

Electrification Products

Frankeneng 15, 6716 AA Ede

Postbus 104, 6710 BC Ede

Tel.: 088 26 00 900

E-mail: nl-tech-EP@abb.com

www.abb.nl/lowvoltage

© Copyright 2019 ABB. Alle rechten voorbehouden

Wij behouden ons het recht voor om technische wijzigingen aan te brengen of de inhoud van dit document te wijzigen zonder voorafgaande kennisgeving.

Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd in enige vorm of middel, elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op andere wijze, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van ABB.