

## Mode 3 laadpunten voor elektrische voertuigen: keuze van de differentieelschakelaar

### 1 Inleiding

Elk laadpunt voor een elektrisch voertuig (EV) moet o.a. beschermd worden tegen onrechtstreekse aanraking. In dit artikel bespreken we de bescherming van Mode 3 laadpunten d.m.v. een automatische differentieelstroominrichting (diff.) (§ 5). Een Mode 3 laadpunt is een toestel dat uitsluitend bedoeld is voor het laden van EV's met wisselstroom (AC).

In dat geval eisen de normen voor laadinfrastructuur<sup>1</sup> dat elk Mode 3 laadpunt beschermd wordt door een aparte diff. van max. 30 mA. Voorbeeld: een laadpaal met 2 laadpunten moet beschermd worden door 2 diff.'s in parallel, 1 voor elk laadpunt.

De diff. of diff.'s kunnen in het laadpunt ingebouwd zijn, zo niet moeten ze apart voorzien worden.

De diff. moet minstens van type A zijn (dus geen diff. type AC) maar een diff. type A alleen is niet voldoende (§ 6). Dit artikel bespreekt wat er nog meer nodig is.

Voor de volledigheid vermelden we dat een laadpunt ook tegen onrechtstreekse aanraking beveiligd kan worden op basis van het principe van elektrische scheiding. Daarop gaan we niet in.

### 2 In de praktijk

In § 6 wordt uitgelegd dat een diff. type A niet geschikt is om een laadpunt te beveiligen. Kort samengevat: de batterijlader van een elektrisch voertuig (EV) bevat een gelijkrichter en bij een isolatiefout achter de gelijkrichter in het voertuig kan de foutstroom een gelijkstroom zijn. Nu is volgens de norm<sup>2</sup> een diff. type A niet gemaakt voor een foutstroom die meer dan 6 mA DC bevat. De norm garandeert niet dat hij foutstromen die meer dan 6 mA DC bevatten zal afschakelen. Bovendien maakt zo'n foutstroom een diff. type A blind, dit wil zeggen dat hij ook niet meer zal reageren wanneer in een andere kring een foutstroom ontstaat waarop hij normaal wel zou reageren.

Wel goede oplossingen zijn:

- ofwel een diff. type A van maximum 30 mA in combinatie met een toestel dat we in dit artikel een Diff-6mA-DC noemen (§ 6.3)
- ofwel een diff. type B van maximum 30 mA (§ 6.2).

Ze kunnen in het laadpunt zelf zitten, zo niet moeten ze in de elektrische kring voorzien worden.

We bespreken nu twee vragen:

- Wat met een eventuele diff. stroomopwaarts?
- Wat als de diff. voor het laadpunt aan het begin van de installatie staat?

### 3 Stroomopwaartse differentieel

Wanneer er stroomopwaarts van een diff. die een laadpunt beveiligt, een andere diff. staat, dan is de vraag of door die andere diff een DC-foutstroom van meer dan 6mA kan vloeien en zo ja, wat er dan moet gebeuren.

We bespreken een aantal mogelijke situaties.

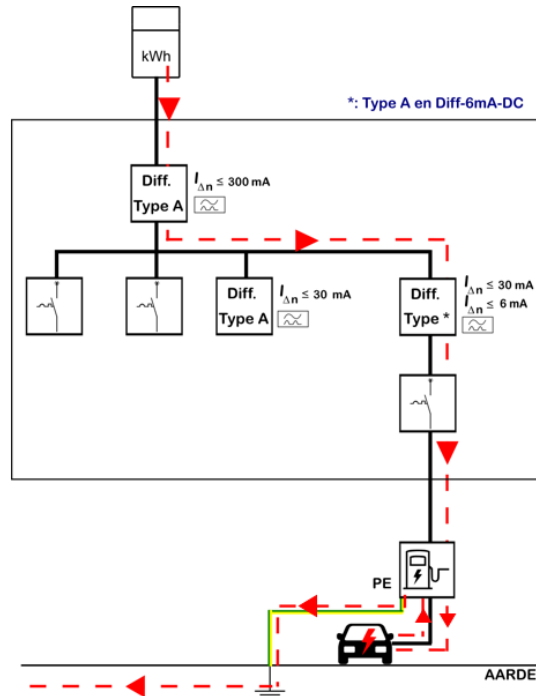
---

<sup>1</sup> IEC 61851-1:2017 en HD 60364-7-722:2016

<sup>2</sup> Een diff. type A moet voldoen aan de norm IEC 61008-1 (diff.) of IEC 61009-1 (diff.-automaat).

### 3.1 1 laadpunt beschermd door een diff. type A van 30 mA en een Diff-6mA-DC

In het geval van 1 enkel laadpunt beschermd door een diff. type A van 30 mA en een Diff-6mA-DC, mag een diff. type A stroomopwaarts blijven staan. De Diff-6mA-DC laat immers geen foutstroom van meer dan 6 mA DC door (Figuur 1).

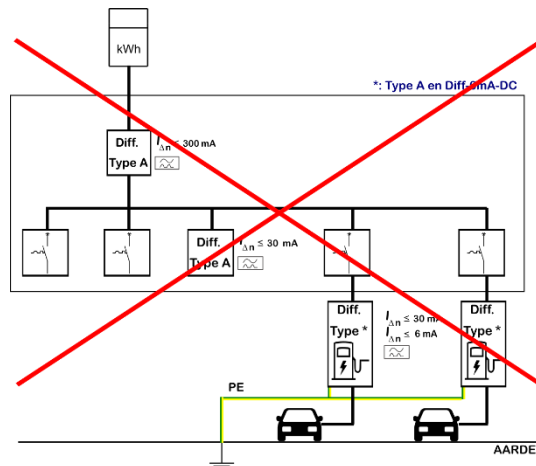


Figuur 1: Diff. stroomopwaarts van 1 laadpunt beschermd door een diff. type A van 30 mA en een Diff-6mA-DC (Type \* in de figuur)

De rode stippelijijn in figuur 1 toont de foutstroom bij een isolatiefout in het EV. De kring sluit zich via de aarde en de aardverbinding van het distributienet (niet getekend).

### 3.2 Meerdere laadpunten elk beschermd door een diff. type A van 30 mA en een Diff-6mA-DC

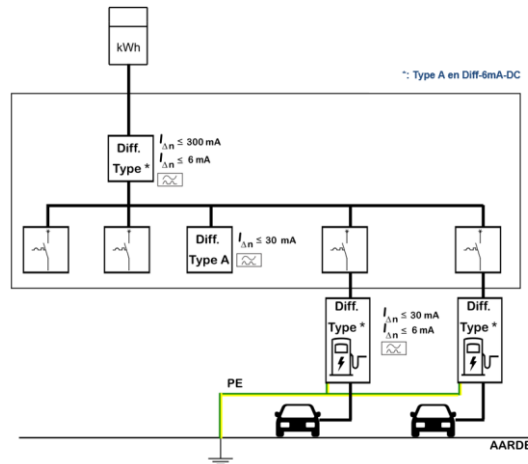
In het geval van een diff. stroomopwaarts van 2 of meer laadpunten elk beschermd door een diff. type A van 30 mA en een Diff-6mA-DC, is een type A alleen niet meer voldoende (Figuur 2). Het is immers mogelijk dat bij twee van de laadpunten tegelijk een isolatiefout zou optreden die telkens zorgt voor een foutstroom van bijvoorbeeld 5 mA DC. De diff.'s die de individuele laadpunten beschermen schakelen dan niet noodzakelijk uit, waardoor er door de stroomopwaartse diff. type A dus een foutstroom zou kunnen lopen van meer dan 6 mA DC. Zoals reeds eerder gesteld is dit een probleem.



Figuur 2: Niet toegelaten is een diff. type A zonder meer stroomopwaarts van 2 laadpunten elk beschermd door een diff. type A van 30 mA en een Diff-6mA-DC (type \* in de figuur)

Er zijn verschillende oplossingen mogelijk: de stroomopwaartse diff. type A kan worden

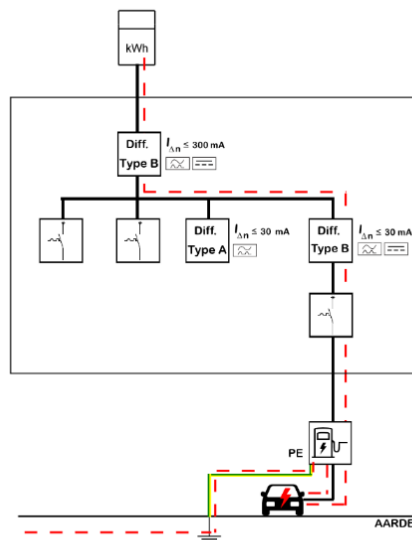
- vervangen door een diff. type A met geïntegreerde Diff-6mA-DC (Figuur 3)
- of aangevuld met een aparte Diff-6mA-DC
- of vervangen door een diff. type B.



Figuur 3: Diff. type A van 300 mA en Diff-6mA-DC stroomopwaarts van 2 laadpunten elk beschermd door een diff. type A van 30 mA en een Diff-6mA-DC (type \* in de figuur)

### 3.3 Situatie 3: een of meer laadpunten beschermd door een diff. type B van 30 mA.

In een huishoudelijke installatie moet elke diff. stroomopwaarts van een diff. type B ook van type B zijn (Figuur 4).<sup>3</sup>



Figuur 4: Diff. stroomopwaarts van een laadpunten beschermd door een diff. type B

In een niet-huishoudelijke installatie kan in bepaalde gevallen ook een diff. type A aangevuld met een Diff-6mA-DC stroomopwaarts van een diff. type B gebruikt worden, maar alleen als de reden waarom stroomafwaarts voor een diff. type B gekozen is, te maken heeft met mogelijke DC-foutstromen en bijvoorbeeld niet omdat de foutstroom een harmonische vervorming kan bevatten of een frequentie van meer dan 50 Hz (§ 6.2).

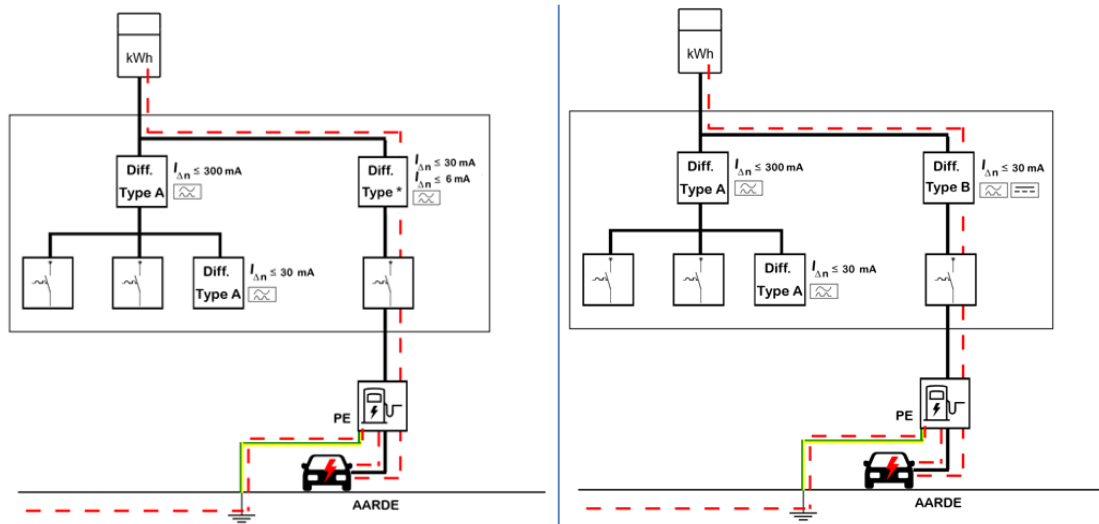
<sup>3</sup> In AREI art. 85.02 staat dat diff.'s in elektrische installaties van huishoudelijke lokalen van type A moeten zijn. In nota 75 van de FOD Economie aan de erkende organismen staat dat ook diff.'s type B toegelaten zijn en dat stroomopwaarts van een diff. type B alleen diff.'s type B mogen staan.

#### 4 Differentieel aan het begin van de installatie

Het is ook toegelaten om de kring naar een laadpunt rechtstreeks af te takken in het hoofdverdeelbord.

Voor de kring met het laadpunt zijn er dan 2 mogelijkheden:

- ofwel een diff. type A van maximum 30 mA in combinatie met een Diff-6mA-DC (Figuur 5 links)
- ofwel een diff. type B van maximum 30 mA (Figuur 5 rechts).



Figuur 5: Kring laadpunt rechtstreeks afgetakt in het hoofdverdeelbord

links: diff. type A 30 mA en Diff-6mA-DC – rechts: diff. type B 30 mA

Dit zorgt meteen voor horizontale selectiviteit tussen de kringen.

Hierbij moet wel rekening gehouden worden met volgende eisen uit het AREI:

##### 4.1 Algemene scheidingsschakelaar

*[...] op het hoofdschakelbord [moet] een algemene scheidingsschakelaar geplaatst worden die de gelijktijdige onderbreking mogelijk maakt van alle fasen en eventueel van de nulgeleider. Zijn nominale stroomsterkte is aan de installatie aangepast, zonder nochtans minder dan 25 A te bedragen.*

*Nochtans mag de functie van de algemene scheidingsschakelaar verzekerd worden door de algemene stroomonderbreker indien deze ontworpen is om de scheiding te verzekeren.<sup>4</sup>*

Wanneer de algemene stroomonderbreker van de DNB hiervoor kan dienen, is het toegelaten om meer dan 1 diff. in parallel aan het begin van de installatie te plaatsen.

##### 4.2 Verzegeling

Wanneer AREI art. 86 van toepassing is, moet minstens 1 diff. aan het begin van de installatie staan<sup>5</sup>. Deze diff. of diff.'s moet(en) verzegeld worden.

AREI art. 86 is van toepassing op huishoudelijke lokalen of plaatsen. Het is ook van toepassing op bedrijven die niet beschikken over gewaarschuwd personeel (BA4 of BA5)<sup>6</sup>, tenzij er vooraf een akkoord is met het Erkend Organisme.

<sup>4</sup> AREI art. 248 Schakelborden (open of in kasten) 02. Onderbreking

<sup>5</sup> AREI art. 86 Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking in huishoudelijke lokalen of plaatsen 07 Bescherming van stroombanen in het algemeen

<sup>6</sup> AREI art. 87 Bescherming tegen bij onrechtstreekse aanraking onrechtstreekse aanraking in werkruimten van ondernemingen die niet beschikken over gewaarschuwd personeel (BA4 of BA5) [...]

### 4.3 Nominale stroomsterkte

Diff.'s geplaatst aan het begin van een installatie van huishoudelijke lokalen *moeten een nominale stroomsterkte hebben van ten minste 40 A*<sup>7</sup>.

### 4.4 Vermelding "3000 A, 22,5 kA<sup>2</sup>s"

In een installatie van huishoudelijke lokalen moeten de diff.'s de zichtbare vermelding "3000 A, 22,5 kA<sup>2</sup>s" dragen<sup>8</sup>, tenzij hun nominale stroomsterkte groter is dan 40 A.

Dit is van toepassing op elke diff. die stroomopwaarts staat van de eerste automaat (of smeltveiligheid). Maar in feite geldt dit voor elke diff. in het hoofdverdeelbord, omdat de te verwachten kortsluitstroom voor het ganse bord nagenoeg dezelfde is.

## 5 **Bescherming tegen onrechtstreekse aanraking met een diff.**

Onrechtstreekse aanraking, wat wil dat zeggen? Neem bijvoorbeeld een elektrisch toestel met een behuizing uit een geleidend materiaal. De behuizing staat normaal gezien niet onder spanning, maar door een fout in de isolatie van het toestel kan dat toch het geval zijn. Wanneer iemand de behuizing dan zou aanraken, zou hij/zij een elektrische schok krijgen. Het jargon hiervoor is onrechtstreekse aanraking: het aanraken van een onderdeel onder spanning, dat normaal niet onder spanning zou mogen staan. Bij een spanning van bv. 230 V kan dit dodelijk zijn. Hiertegen moeten dus maatregelen genomen worden.

Een veel gebruikte maatregel als bescherming tegen onrechtstreekse aanraking is het installeren van een automatische differentieelstroominrichting (diff.).

Bij een diff. hoort altijd een beschermingsgeleider (PE) en netsysteem (TT of TN-S). In een TN-C net kan een diff. nooit toegepast worden, dus daar moet een andere beschermingsmaatregel tegen onrechtstreekse aanraking genomen worden.

Bij een isolatiefout vloeit er een stroom door de PE, die we foutstroom noemen. De diff. reageert hierop wanneer de foutstroom groter wordt dan zijn afschakelwaarde.

## 6 **Het soort foutstroom en het type diff.**

Net zoals elke elektrische stroom, kan een foutstroom verschillende vormen aannemen. Het is niet altijd een wisselstroom van 50 Hz zonder vervorming. Het type diff. moet gekozen worden in functie van het soort foutstroom dat mag verwacht worden. Immers, niet elk type diff. werkt correct bij elk soort foutstroom.

Bij het laden van een elektrisch voertuig (EV) via een Mode 3 laadpunt, wordt de wisselstroom van het net in het EV omgezet naar gelijkstroom. Wanneer er achter de gelijkrichter een isolatiefout optreedt, kan de foutstroom een gelijkstroomcomponent bevatten. Daarmee moet rekening gehouden worden bij de keuze van het type diff.<sup>9</sup>

In zo'n geval is een diff. type A (§ 6.1) alleen niet voldoende. Volgens de norm is hij immers niet gemaakt voor foutstromen die meer dan 6 mA DC bevatten. Bovendien kan zo'n foutstroom een diff. type A blind maken, dit wil zeggen dat hij ook niet meer zal reageren wanneer in een andere kring een foutstroom ontstaat waarop hij normaal wel zou reageren.

Goede oplossingen zijn een diff. type B (§ 6.2) of een diff. type A in combinatie met een toestel dat afschakelt bij een foutstroom van 6 mA DC (§ 6.3).

<sup>7</sup> AREI art. 85 Automatische differentieelstroominrichtingen 02. Keuze van de toestellen

<sup>8</sup> AREI art. 251 Smeltzekeringen, automatische schakelaars 05. Uitschakelvermogen

<sup>9</sup> AREI art. 85.07

## 6.1 Diff. type A

Volgens de norm<sup>10</sup> moet een diff. type A bij volgende foutstromen correct werken:

- een zuivere wisselstroom
- een gelijkstroom met pulsen (die tot 0 gaan)
- de combinatie van een gelijkstroom met pulsen en een zuivere DC-component van maximum 6mA.



Figuur 6: Enkele types diff. en de soorten foutstroom waarvoor ze bedoeld zijn

Daaruit volgt dat een diff. type A niet mag gebruikt worden in installaties waar de foutstroom meer dan 6 mA DC kan bevatten, want de norm garandeert niet dat hij dan nog correct zal werken.

## 6.2 Diff. type B

Behalve op een zuivere wisselstroom en een gelijkstroom met pulsen, moet een diff. type B ook reageren op volgende foutstromen<sup>11</sup>:

- wisselstroom met harmonischen, bij een toestel aangesloten tussen een fase en de nulgeleider
- wisselstroom tot 1000 Hz
- wisselstroom in combinatie met een zuivere DC stroom tot 0,4 x de nominale afschakelstroom  $I_{\Delta n}$
- gelijkstroom met pulsen in combinatie met een zuivere DC stroom tot 0,4 x  $I_{\Delta n}$  of 10 mA indien dat meer is
- gelijkstroom afkomstig van een gelijkrichter
  - aangesloten op twee fasen
  - aangesloten op drie fasen (en eventueel de nulgeleider)
- zuivere gelijkstroom

Opmerking: differentieelschakelaars type B zijn bedoeld voor kringen op wisselstroom, waarvan de foutstroom een gelijkstroom kan zijn. Ze zijn niet bedoeld voor kringen die zelf op gelijkstroom werken.

## 6.3 Toestel dat afschakelt bij een foutstroom van 6 mA DC<sup>12</sup>

Er zijn toestellen op de markt, die gemaakt zijn om af te schakelen bij een foutstroom van 6 mA DC. Ze bestaan als afzonderlijk toestel of geïntegreerd in een diff. type A. In Europa moet er uiteraard de CE-markering op staan.

Opgelet, zo'n toestel is niet bruikbaar wanneer er in normaal bedrijf (dus zonder isolatiefouten) een lekstroom van 6 mA DC of meer naar de aarde kan weglekken, bv. bij het opstarten.

Omwille van het recente karakter van de norm, hebben deze toestellen spijtig genoeg nog geen naam gekregen ☹. In dit artikel noemen we ze voorlopig Diff-6mA-DC.

<sup>10</sup> Een diff. type A moet voldoen aan de norm IEC 61008-1 (diff.) of IEC 61009-1 (diff.-automaat).

<sup>11</sup> Een diff. type B moet voldoen aan een van beide normen voor een diff. type A en bovendien aan IEC 62423.

<sup>12</sup> Deze toestellen moeten voldoen aan de norm IEC 62955 die bedoeld is voor laadinfrastructuur voor elektrische voertuigen. Hij is recent, hij verscheen op 12/03/2018.

## Project

Dit artikel is geschreven in het kader van het project “Laadinfrastructuur voor elektrische voertuigen (VIS-IV)”, met steun van



In het kader van dat project werkt Volta ook aan een aantal e-learning modules over laadinfrastructuur voor EV, die later dit jaar online geplaatst zullen worden.

## Auteur

William Stinissen – Volta

**VOLTA**

Kruispunt van elektrotechniek