



Bij elektrische stromen in de elektriciteitsvoorziening wordt er altijd aan 50Hz-wisselstromen gedacht. Daarbij wordt aangenomen dat dit een keurige sinusvormige stroom is. Maar klopt dat ook altijd? Bij een kortsluiting hoeft dit niet het geval te zijn en ook bij het inschakelen van apparatuur kunnen hogere en vervormde stromen optreden. Daar komt nog bij dat sommige belastingen hogere harmonischen in de stroom veroorzaken. Holecuur neemt u in deze en volgende uitgaven mee door stromenland en zet de zaken voor u op een rijtje. In dit eerste artikel wordt ingegaan op kortsluitstromen, en met name op kortsluitvastheid. In de volgende uitgave zal indirect aanrakingsgevaar, dat bij kortsluiting kan optreden, worden behandeld.

## STROMENLAND (1): Kortsluitvastheid

### Kortsluitstromen en kortsluitvastheid

Een kortsluiting in een elektrische installatie is gelukkig geen alledaags verschijnsel. Maar als het optreedt, moet de installatie er goed tegen bestand zijn. Een kortsluitstroom moet in alle gevallen snel en veilig worden afgeschakeld, zonder dat daarna de installatie 'in puin ligt'. Anders gezegd: de installatie moet kortsluitvast zijn. Maximale kortsluitstromen die binnen een installatie kunnen optreden spelen dan ook een belangrijke rol bij het ontwerp van een installatie. Bij grote stromen ontstaan grote krachten tussen stroomvoerende delen en worden deze delen erg opgewarmd. Bij het ontwerp spelen verschillende waarden van de kortsluitstroom een rol. Zo is niet alleen de effectieve waarde van de kortsluitstroom belangrijk, maar ook de hoogste stroompiek moet bekend zijn.

### Soort kortsluiting

In de praktijk mag de kans op een fase-nul sluiting dan wel het grootst zijn, de grootste kortsluitstroom treedt op bij een 3-fasen sluiting. Deze moet dan ook als uitgangspunt worden genomen voor het maken van kortsluitstroomberekeningen en het vaststellen van de ontwerpwaarden. In formulevorm kan voor een 3-fasen sluiting geschreven worden:

$$I_k = \frac{U_g}{\sqrt{3} \cdot Z_f}$$

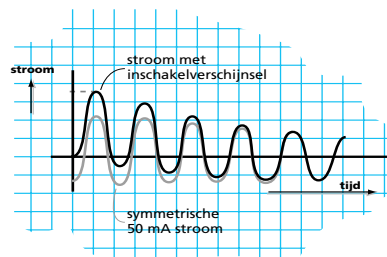
In de formule is  $U_g$  de gekoppelde spanning, d.w.z. de spanning tussen de verschillende fasen en  $Z_f$  de impedantie van de fase.

### Effectieve waarden en piekwaarden

Belastingstromen of kortsluitstromen worden doorgaans aangeduid met de effectieve waarde van de stroom. Deze effectieve waarde van een wisselstroom is eenvoudig de gelijk-

stroom die hetzelfde vermogen zou ontwikkelen als de wisselstroom. De piekstroom of de amplitude van een wisselstroom is groter dan de effectieve waarde: voor een zuiver sinusvormige stroom  $\sqrt{2}$  maal zo groot.

In geval van kortsluitstromen is de piekstroom van belang voor de dynamische belasting waaraan de installatie wordt blootgesteld. Bedacht dient te worden dat kortsluitstromen niet sinusvormig hoeven te zijn: er kunnen inschakelverschijnselen optreden, als weergegeven in figuur 1.



Figuur 1: Inschakelverschijnselen

De maximale piekstroom die ingeval van kortsluitingen kan optreden, wordt wel de stootstroom genoemd. Hiervoor geldt:

$$\hat{I}_s = \sqrt{2} \cdot \kappa \cdot I_p$$

met:

$\hat{I}_s$  = stootstroom

$I_p$  = prospectieve kortsluitstroom (effectieve waarde)

$\kappa$  = stootfactor.

De grootte van de stootfactor  $\kappa$  is afhankelijk van  $\cos \varphi$ . Hoe kleiner

$\cos \varphi$ , hoe meer inductiviteit in het circuit, hoe groter het inschakeleffect en hoe groter de stootfactor  $\kappa$ . Ten aanzien van de te hanteren  $\cos \varphi$ -waarden kan, indien deze niet berekend of bekend zijn, worden teruggevallen op de in de voorschriften genoemde waarden. Deze zijn, samen met de bijbehorende waarde van de stootfactor, weergegeven in tabel 1.

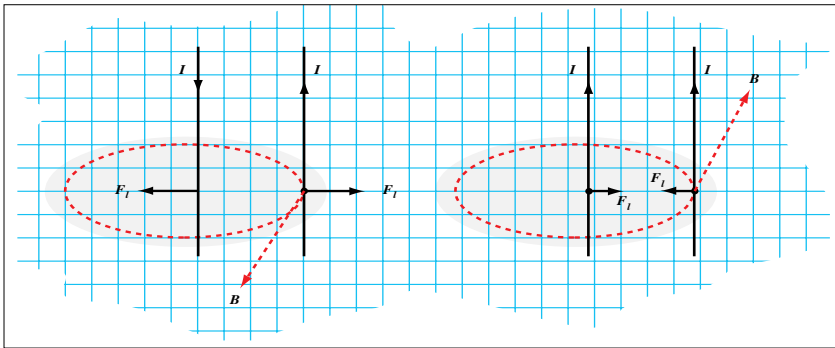
Bij toepassing van kortsluitstroom-begrenzende componenten, zoals patronen, zal de topwaarde van de prospectieve stroom niet bereikt worden. Voor de maximale piekwaarde van de stroom kan gekeken worden naar de kapstroom van de patronen.

### Opwarming door kortsluitstromen

Bij het optreden van kortsluitstromen is het zaak deze snel af te schakelen. Voorkomen moet worden dat delen van de installatie een ontoelaatbare hoge temperatuur bereiken. Bij een goed ontworpen elektrische installatie zullen de verschillende componenten, van kabels tot schakelaars, erop uitgelegd zijn de kortsluitstroom te weerstaan. Zo is voor de verschillende isolatiematerialen van kabels vastgelegd welke temperatuur zij maximaal voor korte tijd mogen bereiken. Aan de hand van het afschakelgedrag van de toegpaste beveiligingen, vermogensschakelaars of smeltpatronen, kan berekend worden of de kabel bestand is tegen de optredende kortsluitstroom. Om deze berekening niet te complex te maken, geeft de NEN 1010 in paragraaf 434 voor laagspanning een eenvoudige for-

kortsluitstroom, in kA (effectieve waarde)		$\cos \varphi$	$\kappa$	$\sqrt{2}\kappa$
groter dan	tot en met			
	5	0,7	1,1	1,5
5	10	0,5	1,2	1,7
10	20	0,3	1,4	2
20	50	0,25	1,5	2,1
50		0,2	1,6	2,2

Tabel 1:  $\cos \varphi$  bij verschillende waarden van de prospectieve stroom  $I_p$ .



Figuur 2: aantrekkende en afstotende krachten tussen 2 stroombanen

mule waarmee nagegaan kan worden of de kabel met het toegepaste isolatiemateriaal dik genoeg is om de kortsluitstroom te voeren. Ook is rekening gehouden met de toepassing van stroombegrenzende beveiligingen, een toepassing die voor laagspanning veel voorkomt.

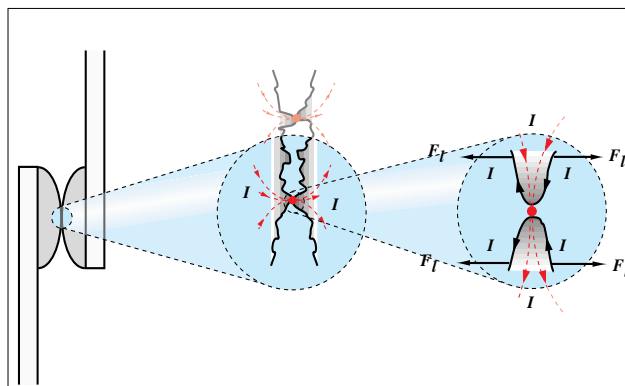
**Krachten tussen stroomvoerende delen**

In de elektrotechniek is het een bekend gegeven dat twee stroomvoerende delen een kracht op elkaar uitoefenen. Zo trekken twee gelijkgerichte stromen elkaar aan en stoten twee tegengesteld gerichte stromen elkaar af (zoals weergegeven in figuur 2). De achtergrond hiervan is dat ieder stroomvoerend deel een magnetisch veld veroorzaakt en stroom niets anders is dan bewegende elektrische lading. Ieder bewegend elektrisch deeltje in een magnetisch veld ondervindt een kracht. Hiervan zien we letterlijk elke dag een voorbeeld: iedere beeldbuis werkt met een elektronenstraal die door een magneetveld wordt afgebogen om ieder puntje op het beeldscherm te bereiken. Ook draait iedere elektrische motor ten gevolge van deze krachten rond. De kracht die ontstaat door de interactie van het magnetisch veld en de bewegende lading (stroom) wordt de Lorenzkracht genoemd. Deze Lorenzkracht kan grote waarden aannemen. Zo zijn voor railsystemen in verdeelkas-

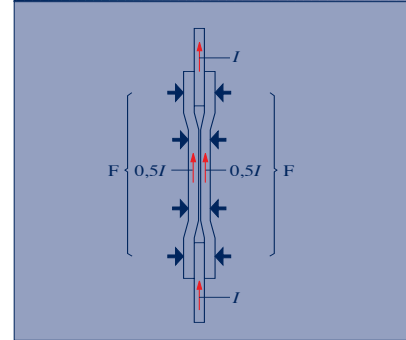
ten, afhankelijk van de onderlinge afstand van de rails en de piekwaarde van de kortsluitstroom, krachten van duizenden tot tien-duizenden N (Newton) per meter praktijk. Indien bedacht wordt dat 10N gelijk is aan de kracht om 1 kg op te tillen is het duidelijk dat er goed met deze krachten rekening gehouden moet worden. Gelukkig hoeft u voor toegeleverde railsystemen in verdeelkasten niet zelf aan het rekenen te slaan: een goede fabrikant zal u deze waarden direct kunnen geven.

**Nuttig gebruik van krachten tussen stroomvoerende delen**

De genoemde krachten tussen stroomvoerende delen treden ook op bij contacten. Ten gevolge van de stroominsnoering bij een contactovergang ontstaan er tegengesteld gerichte stroombanen die elkaar afstoten. Hierdoor hebben contacten bij grote kortsluitstromen de neiging zich te openen. In figuur 3 is dit verduidelijkt. Om niet met zeer grote contactkrachten te hoeven werken, hetgeen uit constructief oogpunt heel vervelend zou zijn, geeft Holec de contacten vaak een 'koekje van eigen deeg'. Zo wordt in de lastscheiders voor laagspanning door Holec gebruik gemaakt van twee parallelle contacten. In figuur 4 is de situatie van de contacten in een Dumeco-lastscheider weergegeven. Zoals te zien is, voeren de twee parallelle contacten een



Figuur 3: Afstotende krachten op een contact-overgang.



Figuur 4: Dubbele mescontacten van een Dumeco-lastscheider.

gelijkgerichte stroom, waardoor deze elkaar aantrekken en op de contactplaatsen voor een verhoogde contactkracht zorgen. Door de constructie goed te dimensioneren kan ervoor worden gezorgd dat de afstotende krachten bij een kortsluitstroom op de contactplaatsen zelf volledig gecompenseerd worden door de aantrekkende kracht van de parallelle contacten.

Ook voor de laagspanningsverdeel-systemen van Holec wordt van dit verschijnsel gebruik gemaakt. Van het nieuwe Planitole zijn in figuur 5 de plug-in contacten van een componentenmodule op het railsysteem weergegeven. Ook hier is sprake van parallelle gelijkgerichte stroombanen, die elkaar aantrekken bij een kortsluitstroom en zodoende de contactkracht verhogen.

Dit artikel is een overdruk uit het Holec Huisorgaan voor de Installateur "Holectuur". Mocht u naar aanleiding van dit Holectuur-artikel meer informatie of documentatie nodig hebben, neem dan contact op met:

Holec Laagspanning B.V.  
 Verkoopsecretariaat,  
 Postbus 36, 7550 AA Hengelo,  
 Telefoon: 074-246 33 20,  
 Fax: 074-246 33 22.

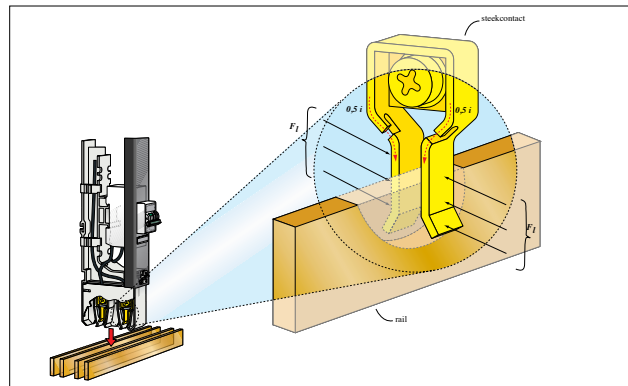


Fig. 5: Plug-in contacten Planitole-componentenmodule op railsysteem.