

HOE... de maximale kortsluitstroom berekenen

en de juiste zekeringautomaat te kiezen

Clemens Valens (Elektor Labs)

De te verwachten kortsluitstroom (*prospective short-circuit current*, PSCC) is de maximale stroom die door een kortgesloten elektrisch circuit kan lopen. De PSCC-waarde is nodig voor het selecteren van zaken als stroomonderbrekers (zekeringautomaten) en zekeringen om schade aan dergelijke stroomkringen te voorkomen. Hoe gaat dat?

Een woord vooraf, voor alle duidelijkheid: dit artikel gaat over *elektrotechniek*, niet over elektronica. Wanneer we het hier dus over een 'stroomkring' of 'elektrisch circuit' hebben, bedoelen we een elektrisch voedingssysteem dat lampen, schakelaars, stopcontacten en machines aan elkaar koppelt, inclusief alle bedrading.

Wat is de PSCC?

De verwachte kortsluitstroom of PSCC is de maximale stroom die door een kortgesloten elektrisch circuit kan lopen. Deze wordt ook wel 'beschikbare foutstroom' of 'kortsluitstroom' genoemd en volgt zoals elke stroom de wet van Ohm. Daarom bepalen de voedingsspanning en de impedantie van het elektrische circuit samen de PSCC-waarde die we zo graag willen weten.

Waarom zou ik die PSCC-waarde willen weten?

Om apparaten zoals stroomonderbrekers (zekering- of installatie-automaten) en zekeringen te selecteren die een elektrische installatie effectief kunnen beschermen, hebt u de PSCC-waarde nodig. Zulke beschermingsmiddelen moeten bestand zijn tegen de PSCC om een betrouwbare bescherming te bieden. Als de

schakel- of onderbreekcapaciteit van het beveiligingsapparaat te laag is, kan de PSCC deze vernielen of een vlamboog veroorzaken (**figuur 1**). In beide gevallen is het mogelijk dat de beveiliging niet correct werkt en een gevaarlijke situatie ontstaat.

Hoe zit het met de tripstroom?

De *kortsluitstroom* (*breaking capacity*) van een stroomonderbreker is niet hetzelfde als diens *aanspreek-* of *tripstroom* (*trip current*). Die laatste is de maximale stroom die een stroomonderbreker veilig 'denkt' te kunnen doorlaten; de kortsluitstroom daarentegen is de stroom waartegen het apparaat nog bestand is zonder beschadigd te worden. Zo heeft de SN201 L C32-L 1+n-polige mini-stroomonderbreker (*mini circuit breaker*, MCB) van ABB een nominale tripstroom (I_n) van 32 A en een nominale kortsluitstroom (I_{cn}) van 4,5 kA (bij 230/400 V_{AC}). Dit komt omdat de kortsluitstroom afhankelijk is van het vermogen van de spanningsbron en geen verband houdt met de stroom die de belasting trekt die door de stroomonderbreker wordt beveiligd.

Metten van de PSCC

U kunt de PSCC van een elektrische installatie meten met een PSC-tester. Dit is een eenvoudig te bedienen instrument dat de

Tabel 1. Lusweerstand-meetkarakteristieken van de PeakTech 2715.

Bereik	Resolutie	Testduur	Volle-schaal-nauwkeurigheid
20 Ω	0,01 Ω	25 A / 20 ms	$\pm 2\%$ van V.S. ± 5 d
200 Ω	0,1 Ω	2,3 A / 40 ms	$\pm 2\%$ van V.S. ± 5 d
2000 Ω	1 Ω	15 mA / 280 ms	$\pm 2\%$ van V.S. ± 5 d

Tabel 2. PSCC-meetkarakteristieken van de PeakTech 2715.

Bereik	Resolutie	Testduur	Volle-schaal-nauwkeurigheid
200 A	0,1 A	2,3 A / 40 ms	$\pm 2\%$ van V.S. ± 5 d
2 kA	1 A	25 A / 20 ms	$\pm 2\%$ van V.S. ± 5 d
20 kA	10 A	25 A / 20 ms	$\pm 2\%$ van V.S. ± 5 d

PSCC-waarde van een schakeling in ampères (A) en kiloampères (kA) berekent. Hoewel een druk op de 'Test'-knop meestal voldoende is om een waarde te verkrijgen, moet u voor een correcte aansluiting van het instrument op het systeem weten wat u probeert te meten.

Doorgaans wordt een PSCC-test uitgevoerd in de verdeelkast tussen fase (P) en neutraal (N). Wanneer het een stopcontact betreft dat met de aangegoten testkabel van de tester wordt gemeten, wordt de test uitgevoerd tussen fase (P) en randaarde (PE; E). Voordat u echter op de testknop drukt, moet u controleren dat de tester aangeeft dat het veilig is om dit te doen.

Wat doet een PSC tester?

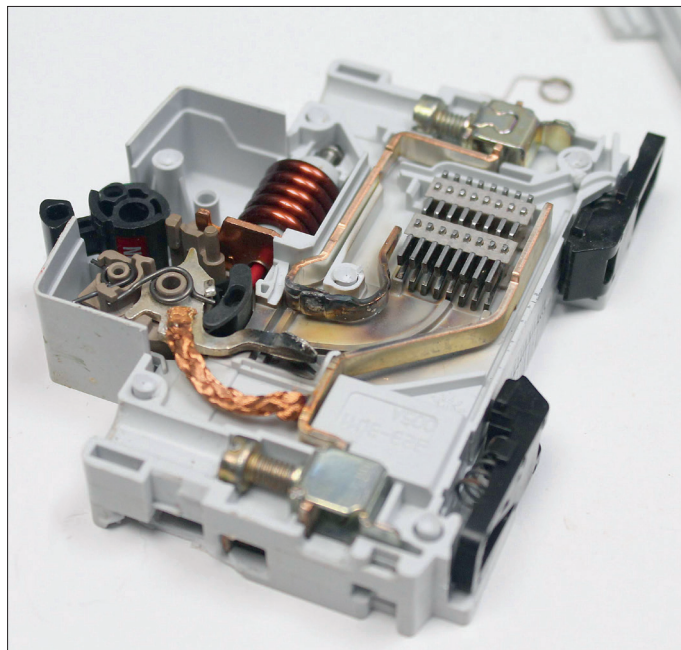
Een PSC-tester meet eerst de onbelaste spanning over de klemmen (V_S , zie **figuur 2**). Vervolgens wordt gedurende korte tijd een kleine belasting aangelegd om een stroom van een bekende waarde door het circuit te laten lopen (I_T , **figuur 3**). Terwijl die teststroom loopt, meet het instrument opnieuw de spanning V over de klemmen. Ten gevolge van de impedantie (Z_{LN}) van het circuit zal V iets lager zijn dan V_S . Die impedantie wordt geschreven als

$$Z_{LN} = (V_S - V) / I_T [\Omega]$$

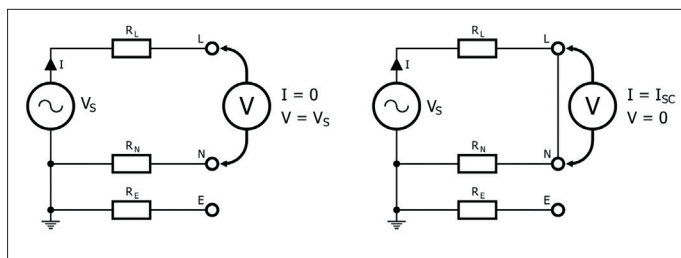
Aannemend dat Z_{LN} constant is, berekent de tester de PSCC als

$$V_S / Z_{LN}$$

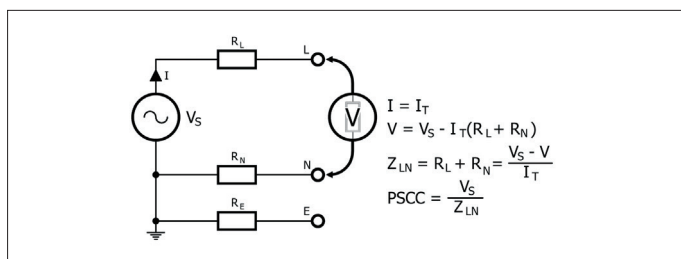
De waarde van de teststroom is afhankelijk van het gekozen meetbereik en kan van bijvoorbeeld 2 A tot 25 A of hoger gaan. De duur van de meting varieert ook met het bereik en ligt meestal in de orde van grootte van enkele tientallen milliseconden (zie **tabel 1** en **tabel 2** voor enkele werkelijke waarden bij een echte PSC-tester).



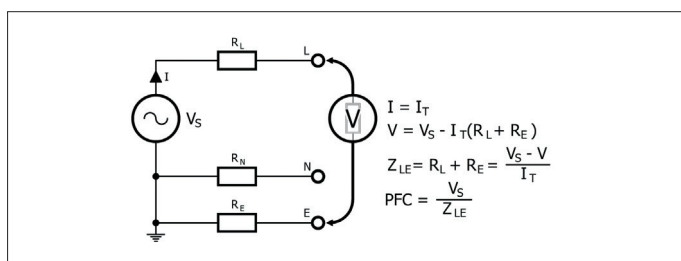
Figuur 1. Dit kan gebeuren met een mini-stroomonderbreker (MCB) wanneer die niet bestand is tegen de kortsluitstroom.



Figuur 2. Onbelaste spanningsmeting (links) & kortsluitstroom (rechts).



Figuur 3. De PSC-tester laat een teststroom met een bekende waarde lopen om de impedantie van de schakeling te berekenen.



figuur 4. Berekening van de aardfoutimpedantie Z_S (of Z_E) of de aardlekstroom P(E)FC.

Wat is een lustest?

PSC-testers kunnen ook de aardfoutimpedantie Z_S of Z_E of de verwachte aardfoutstroom PFC (ook wel PEFC) meten. Dit komt overeen met de impedantie van het circuit tussen de P- en de (P)E-geleiders bij kortsluiting (**figuur 4**). Een lage impedantie zal resulteren in een grote foutstroom, waardoor een beschermingstoestel snel zal aanspreken. Het helpt ook wanneer er een klein potentiaalverschil bestaat tussen de (P)E-geleider bij het stopcontact en de aarde (bodem, vloer) waarop u staat. Bij meting aan een stopcontact wordt de aardfoutimpedantie Z_S genoemd. Wanneer deze bij de hoofdaansluiting wordt gemeten, spreken we van Z_E . Er geldt:

$$Z_S = Z_E + R_L + R_E [\Omega]$$

met R_L en R_E de impedanties van de P- en (P)E-geleiders vanaf de hoofdaansluiting en het stopcontact.

Merk op dat zelfs met een kleine teststroom een aardlekschakelaar (*residual current device*, RCD) kan aanspreken wanneer het een gevoelig exemplaar is of wanneer er een lekstroom is in het geteste circuit. Om dit te voorkomen kunt u de RCD tijdelijk overbruggen (vergeet niet alles weer in orde te maken zodra u klaar bent!).

Berekening van de PFC

De aardfoutimpedantie wordt op dezelfde manier gemeten als de PSCC, maar de teststroom kan, weer afhankelijk van het gekozen bereik, veel kleiner zijn (niet meer dan tientallen

milliampères). Meet ook de impedantie tussen de fase en de aardgeleiders in plaats van tussen fase en nulleider. De P(E)FC volgt dan uit V_S / Z_{LE} .

Opmerkingen

Afhankelijk van de bedrading kan het voorkomen dat de PSCC- en P(E)FC-waarden verschillen. Als dit het geval is, gebruik dan de hoogste waarde van de twee voor het specificeren van een stroomonderbreker.

Werken aan elektrische installaties onder spanning kan dodelijk zijn. Bij dezen hebben we u gewaarschuwd. ◀

(191160-04)



@ WWW.ELEKTOR.COM

→ PeakTech 2715 Digital Loop / PSC Tester

www.elektor.com/peaktech-2715-digital-loop-psc-tester

Weblink

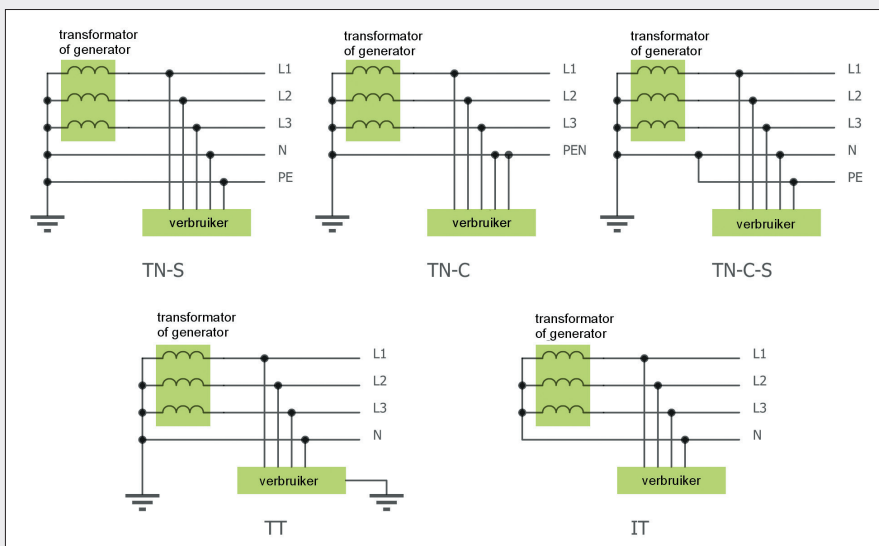
- [1] Video: Uitpakken en uitproberen van de PeakTech 2715 Loop & PSC Tester:
<https://youtu.be/9dBhz3acowc>

Soorten elektrische distributienetwerken

Bij het werken aan elektrische installaties zult u vaak afkortingen tegenkomen zoals TT, TN of TN-S. Deze stammen oorspronkelijk uit het Frans (in alfabetische volgorde):

- C – 'Combiné' (gecombineerd);
- I – 'Isolé' (geïsoleerd);
- L – 'Ligne' (lijn);
- N – 'Neutre' (neutraal);
- S – 'Séparé' (gescheiden);
- T – 'Terre' (aarde).

TN-netwerken komen het meeste voor in huis- en industriële systemen in Europa. Zo'n installatie heeft een enkele veiligheidsaardingsaansluiting (PE) aan de ingang- of generatorzijde en waarop alle verbruikers zijn aangesloten. In een TN-S-netwerk wordt de verbinding gemaakt met gescheiden N- en PE-draden. Dit is de veiligste topologie. In een TN-C netwerk worden de PE- en N-draden gecombineerd tot één PEN-draad. Om de zaken te compliceren, kunnen



TN-S en TN-C topologieën worden gecombineerd tot een TN-C-S installatie. Deze zijn ook bekend als PME (protective multiple earthing), MEN (multiple earthed neutral) of MGN (multi-grounded neutral) installaties. In een TT-netwerk hebben zowel de

generator als de verbruiker eigen aardverbindingen (bijvoorbeeld aardingsstaven); daartussen bestaat geen draadverbinding. Ten slotte heeft een IT-netwerk helemaal geen aardverbinding.