

Selectiviteit in elektrotechnische verdeelinrichtingen

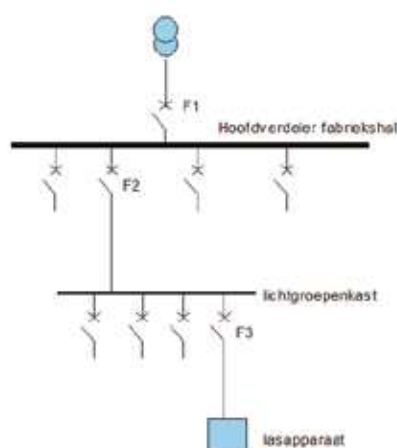
Kabelberekeningprogramma's doen hun best. Sommigen beperken het tot twee stappen hoger. Die moeten we overslaan. Andere programma's houden correct rekening met de kortsluitstroom, maar de specifieke eigenschappen van fabrikanten of het iteratief proces is lastig of ontbreekt. Handwerk blijft dan over. Programma's kunnen daarbij ondersteunen, maar moeten dan wel ondermeer voorzien zijn van een optie om de demping van de tussenliggende kabels in rekening te brengen.

Auteur: Jan Willem Sandker, Sandker Elektrosoftware

Sinds vele jaren levert Sandker Elektrosoftware het kabelberekeningprogramma KABEL++. Een softwarepakket dat zowel kabeldoorsneden alsook selectiviteit tussen smeltveiligheden en automaten kan berekenen. De basis van het bepalen van selectiviteit is nu niet zoals bij de kabeldoorsnedebe-rekening op basis van de NEN-1010 of de IEC-60364. De normen stellen alleen dat een installatie selectief moet zijn, maar geven geen tabellen of berekeningsmethoden.

Wat is selectiviteit?

Stel een lichtverdeler in een bijgebouw, een gebouw achter op het terrein. Deze lichtverdeler bevat bijvoorbeeld vier afgaande lichtgroepen en één groep voor



AFB. 1: De laagspanningsverdeler in de fabriekshal verzorgt met name de voeding voor de machines van de fabriek maar voedt dus ook de lichtgroepenkast in het bijgebouw.

een krachtwandcontactdoos. De lichtverdeler wordt gevoed door een laagspanningsverdeler of hoofdverdeler in de fabriekshal. Deze laagspanningsverdeler in de fabriekshal verzorgt met name de voeding voor de machines van de fabriek maar voedt dus ook de lichtgroepenkast in het bijgebouw.

Hiermee ontstaat het schema dat is weergegeven in afbeelding 1.

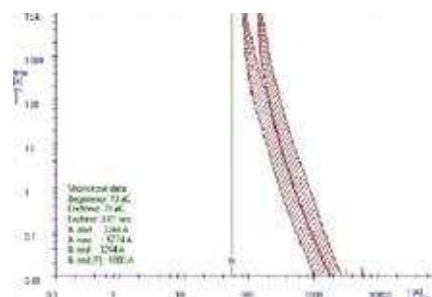
De hoofdautoomaat F1 in het voedingsveld van de hoofdverdeler wordt bepaald door de optelling van de aangesloten verbruikers, alle machines en overige afnemers. Een gebruikelijk waarde is een 1.000 A automaat met een 630 kVA transformator in de voeding. Verder kan worden opgemerkt dat van de voedingskabel ook de kabelberekening aan de orde is. Zo moet de afgaande kabel achter F2 worden berekend, maar ook de kabel vanaf F3 naar de kwcd.

De selectiviteit komt in nu beeld, namelijk F1 wordt niet meer bepaald door de stroomdoorgang in het railsysteem van de hoofdverdeler, maar moet ook selectief zijn op F2 en F3. Namelijk, bij een kortsluiting in het in het schema getekende lasapparaat zal er een kortsluitstroom lopen vanaf de transformator, via F1, en F2 naar F3. Het is de bedoeling dat bij een kapot lasapparaat alleen F3 zal aanspreken en niet F1, waardoor de hele fabriek stil zou liggen. Als F1 ten opzicht van F3 goed is gekozen is er sprake van selectiviteit. We zien dus dat F1 niet meer alleen wordt bepaald door het totaal aan vermogen dat wordt afgenomen, maar ook door het selectief zijn op F2 en F3.

Selectiviteit in de feitelijke installatie

Dat lijkt eenvoudig. Leg de karakteristieken van de verschillende beveiligingen, in dit voorbeeld F1 en F3, naast elkaar en zorg dat deze elkaar niet overlappen. Uitgaande dat zowel F1 als F3 smeltpatronen zijn, is het niet overlappen te zien in de grafiek die is weergegeven in de grafiek van afbeelding 2.

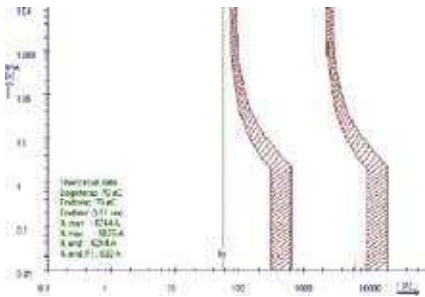
Bij een kortsluiting zal eerst de linker karakteristiek smelten. In de tijd dat er alleen smeltveiligheden waren werkte dat



AFB. 2: Twee smeltveiligheden zijn selectief. De kortsluitstroom ligt rechts van beide karakteristieken.

inderdaad zo. Sommige programma's gaan daar nog steeds van uit, helaas ook als het automaten betreft.

Er komt meer bij kijken; een automaat schakelt pas na gemiddeld 0,1 s – afhankelijk van het type, grootte en fabricaat. Een zekering begint meteen met smelten. Daarnaast is een smeltzekering stroombegrenzend en een automaat soms wel en soms niet. Verder kan een automaat tijdvertraagd worden ingesteld. Kortom, er komt een tweede criterium om de hoek kijken, namelijk de optredende kortsluitstroom. Deze moet zo groot zijn dat de onderste beveiliging aanspreekt (F3) en zo klein dat de hoger liggende beveiliging niet aanspreekt. In de grafiek van afbeelding 3 is dat te zien middels de rode lijn bij circa 10 kA.

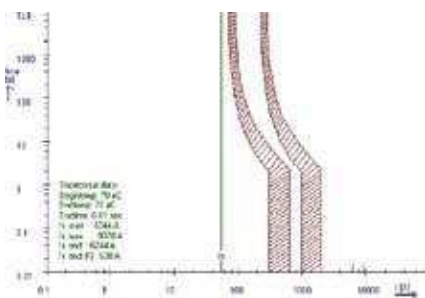


AFB. 3: De karakteristieken van de automaten liggen verder uit elkaar en de kortsluitstroom van circa 10 kA, ligt links van de hoger liggende automaat.

De karakteristieken liggen nu erg uit elkaar. De afgaande groep (het lasapparaat in het voorbeeld) is een 55 A automaat, de automaat in de voedingslijn van de lichtverdelers F2, zou wel 2.000 A moeten zijn om te zorgen dat, als in het eerder genoemde lasapparaat een kortsluiting ontstaat, niet het gehele gebouw zonder licht komt te zitten of zelfs in de hele fabriekshal alle machines worden uitgeschakeld als F1 wordt aangesproken.

Voorwaar geen kleinigheid, een 2.000 A vermogensautomaat. Is dat erg? Ja, de kabeldoorsnede tussen F2 en F3 wordt beveiligd door F2. Dat houdt in dat, als F2 groot is, de kabel ook fors in doorsnede moet toenemen om te voldoen aan de kortsluitlengte. Dat is natuurlijk niet de bedoeling. We kunnen nu een aantal oplossingen kiezen:

- de vermogensautomaat voorzien van een tijdvertraging;
- de demping van de voedingskabel in rekening brengen;
- of een automaat kiezen met limiterende eigenschappen.



AFB. 4: Met tijdvertraging.

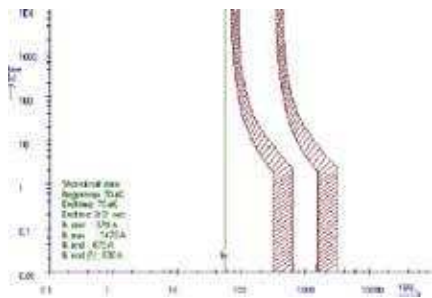
Grafisch ontstaan nu de grafieken die zijn weergegeven in de afbeeldingen 4 en 5.

De automaten liggen nu weer dicht bij elkaar. In geval a) mag de vermogensautomaat worden verlaagd, omdat deze tijdvertraagd wordt ingesteld.

In de situatie b) is de kortsluitstroom lager geworden, omdat door een langere kabel de kortsluitstroom lager is geworden ten gevolge van de grotere weerstand van de kabel. De rechter karakteristiek is naar links verplaatst, terwijl deze nog steeds rechts van de met rood aangegeven kortsluitstroom bij ca 600 A blijft. We zien dus dat de lengte van de kabel mede van invloed is op selectiviteit.

Tot slot nog de invloed van vermogensautomaten met limiterende eigenschappen. Als we F3 limiterend kiezen, zal de kortsluitstroom worden beperkt tot een zekere hoogte. Doordat F3 de stroom bij een kortsluiting limiteert zal F2 of F1 mogelijk niet aanspreken. Niet alle automaten zijn limiterend. De NS serie van Merlin Gerin of de System pro M automaten van ABB zijn limiterend om maar een voorbeeld te noemen. Kennis van de documentatie van vermogensautomaten is nodig, maar is lastig toegankelijk. In het voorgaande voorbeeld (zie afbeelding 3) zal de grote vermogensautomaat van 2.000 A kunnen worden teruggebracht naar bijvoorbeeld 1.600 A.

Fabrikanten leveren in de meeste gevallen selectiviteitstabellen. Horizontaal en vertikaal staan hun automaten van dit voorbeeld F2 en F3 afgebeeld, en wordt op de kruispunten aangegeven of deze dan selectief zijn. De situatie wordt dan mogelijk beter dan hier geschetst. Na-



AFB. 5: Demping van de kortsluitstroom.

deel is dan wel dat alle automaten van hetzelfde fabricaat moeten zijn.

Iteratief proces

Nu we weten hoe selectiviteit wordt bepaald, constateren we nog een eigenaardigheid. Om de F2 selectief te maken op F1, hebben we gezien dat we moeten kiezen voor bijvoorbeeld tijdvertraging. Zonder selectief te zijn zou F2, als deze zou worden gekozen op basis van de nominale ontwerpstroom, bijvoorbeeld een grootte krijgen van $4 \cdot 63A = 252 A$. Met wat gelijktijdigheid erbij, kiezen we 250A. De kabeldoorsnede wordt op basis van deze grootte van de stroom 150 mm². Bringen we de weerstand van deze kabel bij het bepalen van de selectiviteit in rekening als demping, dan kan F2 worden verlaagd van de eerder aangegeven 2.000 A naar 1.250 A. Al een stuk vriendelijker.

Echter, omdat we nu hebben bepaald dat F2 in het kader van selectiviteit 1.250 A wordt in plaats van 250 A, zullen we de kabel daarmee opnieuw moeten berekenen en constateren we dat deze nu het vierdubbele van 150 mm² moet worden ten gevolge van de kortsluitlengte. Gaan we daarmee weer de selectiviteit bepalen, dan is de demping weer kleiner omdat de kabelweerstand fors lager is, waardoor de selectiviteitsituatie verslechtert. Daarmee blijkt dat nu selectiviteit ontstaat als F2 weer wordt verhoogd, namelijk van 1.250 A naar 1.600 A. Met deze waarde moeten we dus opnieuw de kabelberekening uitvoeren. En zo verder.

Samenvattend

Samenvattend zien we in dit willekeurig verzonden voorbeeld dat het bepalen van selectiviteit een iteratief proces is in samenwerking met de kabeldoorsnede-berekening. Dat vergt enige aandacht die echter vaak over het hoofd wordt gezien, los van feit dat überhaupt de invloed van de kortsluitstroom op de selectiviteit niet wordt meegenomen.

Voor meer informatie:

Sandker Elektrosoftware

www.kabelberekening.com

info@kabelberekening.com