

Combi-afleider voor bliksem- en overspanningsbeveiliging Technologieconflict?

Door de steeds grotere gevoeligheid van elektronische apparaten, die in alle sectoren van de economie worden toegepast, en de hoge eisen die worden gesteld aan de beschikbaarheid van de systemen is niet alleen een onderbrekingsvrije voeding noodzakelijk maar ook een effectieve bliksemstroom- en overspanningsbeveiliging. Reeds bij de planning kunnen maatregelen worden getroffen die het risico van beïnvloedingen, storingen en onherstelbare schade minimaliseren.

Met behulp van overspanningsbeveiliging kunnen elektrische installaties, onderdelen en eindapparatuur worden beveiligd tegen de schadelijke werking van transiënte overspanningen. Transiënte overspanningen zijn spanningspieken die boven de tolerantiegrenzen van de nominale systeemspanning liggen en die optreden binnen een tijdspanne van enige tientallen μ s tot enige honderden μ s. Afhankelijk van de oorzaken die geleid hebben tot het ontstaan van deze transiënte overspanningen, onderscheiden deze zich door hun amplitude en de daarmee verbonden stooresnergie.

Volgens de Europese norm EN 61643-11 [1] worden overspanningsbeveiligingsapparaten voor laagspanningsinstallaties ingedeeld in de typen 1, 2 en 3.

De met name bij de gebruiker populaire omschrijvingen "bliksemstroomafleider", "overspanningsafleider" en "combi-afleider" zijn in de bovengenoemde productstandaard niet als standaardnorm vastgelegd. Dit is een van de belangrijkste redenen dat onder verschillende namen de meest uiteenlopende producten op de markt worden aangeboden, waarvan de parameters en het beveiligingsniveau aanzienlijk van elkaar verschillen. Dit verschil is momenteel het duidelijkst merkbaar bij de zogenaamde combi-afleiders. Een groot aantal fabrikantspecifieke omschrijvingen als "combi-afleider-set", Type 1/Type 2-combinatie", "B-C-afleider", T1+T2+T3-afleider" etc. leidt voor de gebruiker alleen nog maar tot meer verwarring. Bij nader inzien zijn veel van de prijstechnisch zo aantrekkelijke koopjes toch niet zo voordelig. Dus is ook vaak de verbazing en ergernis bij de installateurs groot wanneer de klant of de door hem geraadpleegde deskundige weigert het eindresultaat te accepteren en de apparatuur wil omruilen. Er worden namelijk vaak apparaten geïnstalleerd die nauwelijks voldoen aan de minimale productnormen [2, 3]. Het verzoek van de installateur om advies en ondersteuning wordt door de handelaar/importeur of de fabrikant van het geïnstalleerde product vaak niet gehonoreerd, omdat deze stelt dat de beperkingen van de apparatuur, bijvoorbeeld de "bliksemdeelstroombelastbaarheid", in de productcatalogus is aangegeven of dat de beoordeling van de technische productgegevens vóór de feitelijke installatie een zaak van de installateur is. Noch de glossy brochure noch de vriendelijke vertegenwoordiger van de fabrikant of de vertrouwde verkoopafdeling van de elektrotechnische groothandel heeft de installateur vóór de aankoop van het product daarover op de hoogte gebracht...



Wat wordt bedoeld met de term "combi-afleider"? Wat moet een combi-afleider kunnen?

Als men combi-afleiders aan een normatieve beoordeling wil onderwerpen, moeten de volgende normen en richtlijnen nader worden beschouwd:

- De productnorm voor overspanningsbeveiligingsmiddelen EN 61643-11: 2002
- De bliksembeveiligingsnormen EN 62305, deel 1 – 4: 2006 [2]
- De installatierichtlijnen IEC 60364–5-53 A2: 2002 [3]
- De technische aansluitvoorwaarden van de verdeelnetbeheerder voor de aansluiting op het laagspanningsnet.

Voordat we hierna nader ingaan op de eisen die worden gesteld aan combi-afleiders, willen we eerst wijzen op het belang van de publicaties op het gebied van normalisatie.

Op basis van de grondbeginselen van de burgerlijke rechtsstaat worden de actuele normen en voornormen door de wetgever aanvaard, met dien verstande dat bij het voldoen daaraan ervan kan worden uitgegaan dat correcte en voldoende veiligheidstechnische voorzorgsmaatregelen zijn genomen. Dit houdt voor de opdrachtnemer in dat hij, mits hij heeft voldaan aan de actuele normen, in het geval van opgetreden schade kan terugvallen op een bepaalde rechtspositie, die hem volledig kan vrijwaren van aansprakelijkheid.

De nieuwe bliksemstroombeveiligingsnormen volgens EN 62305 vereisen dat "... gecoördineerde overspanningsbeveiligingsapparatenbij de ingang (van het laagspanningsvoedingssysteem) moeten worden geïnstalleerd.....". Ook hier geldt uiteraard, zoals hierboven al besproken, dat de technische aansluitvoorwaarden van de verdeelnetbeheerder van toepassing zijn.

Zowel deel 7 "Overspanningsbeveiligingsapparaten-systeem" als bijlage C "Coördinatie van overspanningsbeveiligingsapparaten" van EN 62305 beschrijft de toepassing van overspanningsbeveiligingsapparaten voor interne bliksemstroombeveiliging.

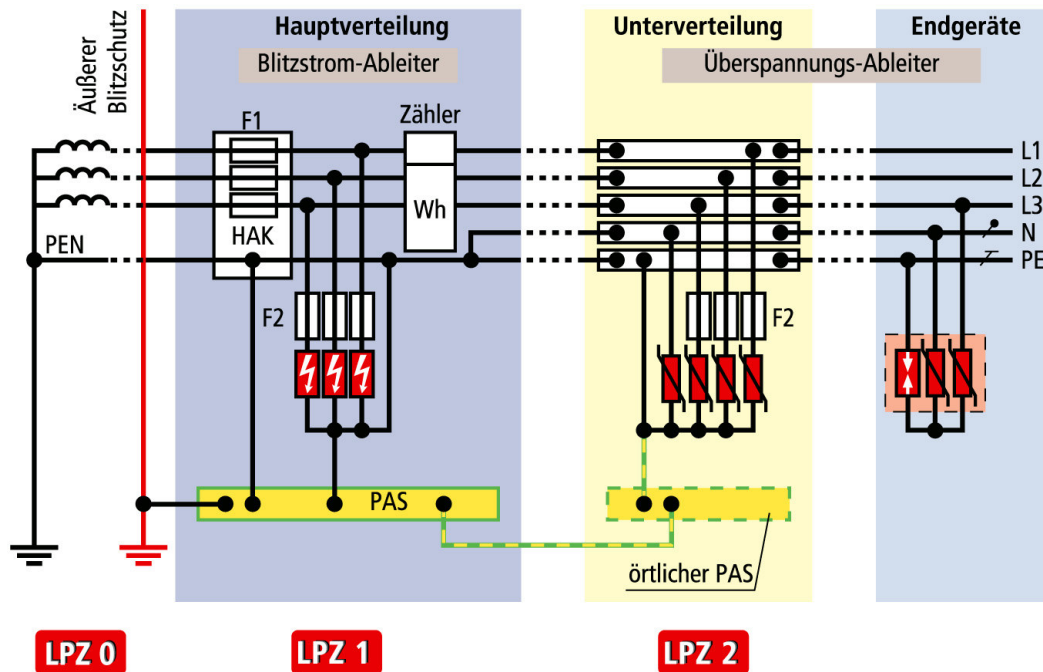
Zo wordt daarin beschreven dat in het kader van het bliksembeveiligingszoneconcept overspanningsbeveiligingsapparaten moeten worden geïnstalleerd zodra een elektrische leiding de grens tussen twee bliksembeveiligingszones overschrijdt.

Deze overspanningsbeveiligingsapparaten moeten energetisch gecoördineerd zijn, zodat de totale belasting van de beveiligingsapparaten wordt onderverdeeld op basis van hun energieafleidvermogen, terwijl het oorspronkelijke bliksemgevaar wordt gereduceerd tot waarden die liggen onder de vastheid van de te beveiligen apparatuur. De eisen, die in feite ook de combi-afleider definiëren, worden bepaald door de energetische coördinatie van de overspanningsbeveiligingsapparaten onderling en met de apparatuur die moet worden beveiligd. Hierbij wordt rekening gehouden met het noodzakelijke energieafleidvermogen en de beveiliging die moet worden gerealiseerd door de afleiderketen die in deze paragraaf is beschreven,

Een combi-afleider kenmerkt zich door de volgende eigenschappen:

- Hoog afleidvermogen voor bliksemstromen met golfvorm 10/350 μ s
- Beveiligingsniveau $\leq 1,5$ kV voor het waarborgen van de isolatiecoördinatie met eindapparatuur en de onderdelen van de elektrische installatie
- Energetische coördinatie met nageschakelde overspanningsbeveiligingsapparaten in de installatie en met de gebruikers die moeten worden beveiligd.

In het verleden werden bij omvangrijke elektrische installaties de overspanningsbeveiligingsapparaten op verschillende plaatsen geïnstalleerd, overeenkomstig het bliksembeveiligingszoneconcept, d.w.z. bliksembeveiligingspotentiaalvereffening bij de ingang van het gebouw, overspanningsbeveiliging in de verdeelborden en/of in de nabijheid van de eindapparatuur. (Afb. 1).



LPZ ... Blitzschutz zonen
Afb. 1: Beveiligingsapparaten in het kader van het bliksembeveiligingszoneconcept

Voor dit type toepassing wordt aan de hierboven genoemde eisen voldaan door energetisch gecoördineerde afleiders als de Red Line-productfamilie (**Afb. 2**).



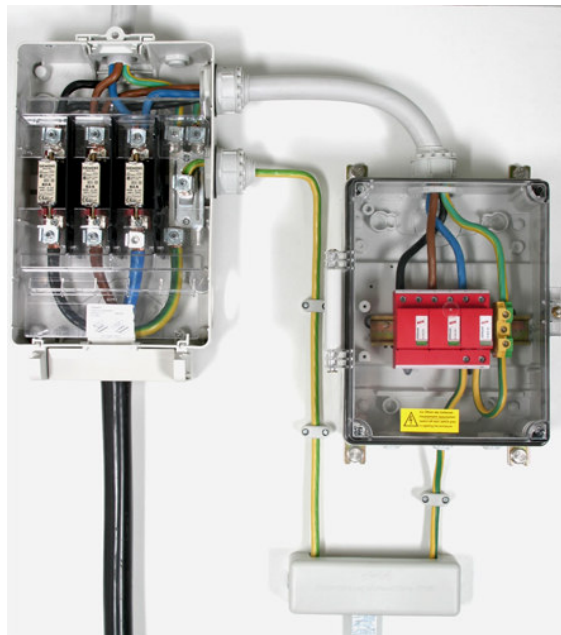
Afb. 2: Apparaten uit de gecoördineerde Red Line-productfamilie

De compacte bouwvorm van elektrische installaties zoals die van mobiele zend- en ontvangstinstallaties en het toenemende gebruik van gevoelige elektronische installaties bij de hoofdverdeelssystemen in gebouwen, hebben ertoe geleid dat in plaats van 'gewone' bliksemstroomafleiders, die alleen zorgen voor bliksembeveiligingspotentiaalvereffening en isolatiecoördinatie, combi-afleiders worden toegepast. Deze zorgen voor de bliksemstroom- en overspanningsbeveiliging van compacte systemen en gevoelige gebruikers- en besturingsapparatuur. Ook bij eengezinswoningen, met slechts één centrale meterkast, heeft de combi-afleider zijn nut optimaal bewezen.

Al vele jaren worden voor de integratie van laagspanningsvoeding in de bliksembeveiligingspotentiaalvereffening bliksemstroom- en combi-afleiders op basis van glijvonkenbruggen toegepast. Zowel de vermindering van de impulsstijd, in vakjargon ook wel "golfbrekerfunctie" genoemd, als het daarmee verbonden coördinatievermogen met andere beveiligingselementen en de extreme impulsbelastbaarheid van de glijvonkenbrug hebben van dit type afleider het ideale element voor de bliksembeveiligingspotentiaalvereffening gemaakt.

Tientallen jaren van kennis en ervaring op het gebied van vonkenbrugtechnologie en de integratie van de nieuwste materialen en onderzoeksresultaten hebben ertoe geleid dat ook de laatste toepassingsbeperkingen van de vonkenbrug zijn verholpen.

Europese hightech op het gebied van bliksemstroom- en combi-afleiders komt tot uiting in de gepatenteerde RADAX-Flow-technologie voor volgstroombegrenzing en volgstroomdoofvermogen, die in veel apparaten van de Red Line-productfamilie reeds wereldwijd honderdduizenden elektrische installaties op betrouwbare wijze beveiligt (**Afb. 3**).



Afb. 3: Combi-afleider DEHNventil[®] Modular met RADAX-Flow-technologie

Het feit dat door gerenommeerde afleiderfabrikanten sinds vele jaren alleen nog bliksemstroom- en combi-afleiders op vonkenbrugbasis worden aangeboden, heeft ertoe geleid dat kopers van deze producten zich niet langer bezighouden met de toegepaste technologie. Des te groter de verbazing als de beheerder van een installatie met afleiders op basis van varistor- of gastontladingsafleider-technologie aandringt op vervanging van de gebruikte apparatuur. Met name recent en mede veroorzaakt onder invloed van de Aziatische en Oost-Europese afleiderfabrikanten, heerst er onzekerheid op de Europese afleidermarkt. Door de situatie die we aan het begin van dit artikel hebben beschreven, namelijk dat de begrippen bliksemstroomafleider en combi-afleider niet als standaard zijn ingevoerd in de productnormen, misbruiken veel aanbieders het vertrouwen van de gebruikers. Aangezien naast met edelgas gevulde afleiders in de meeste gevallen metaaloxide-varistoren worden gebruikt in dergelijke „Type1/Type2-combinaties“ zullen we hierna laten zien wat de vermeende goedkopere alternatieven in werkelijkheid presteren.

Afleidingsapparaten die zijn gebaseerd op varistortechnologie zijn vandaag de dag bijna uitsluitend opgebouwd uit metaaloxide-varistoren (MOV) (Afb. 4).

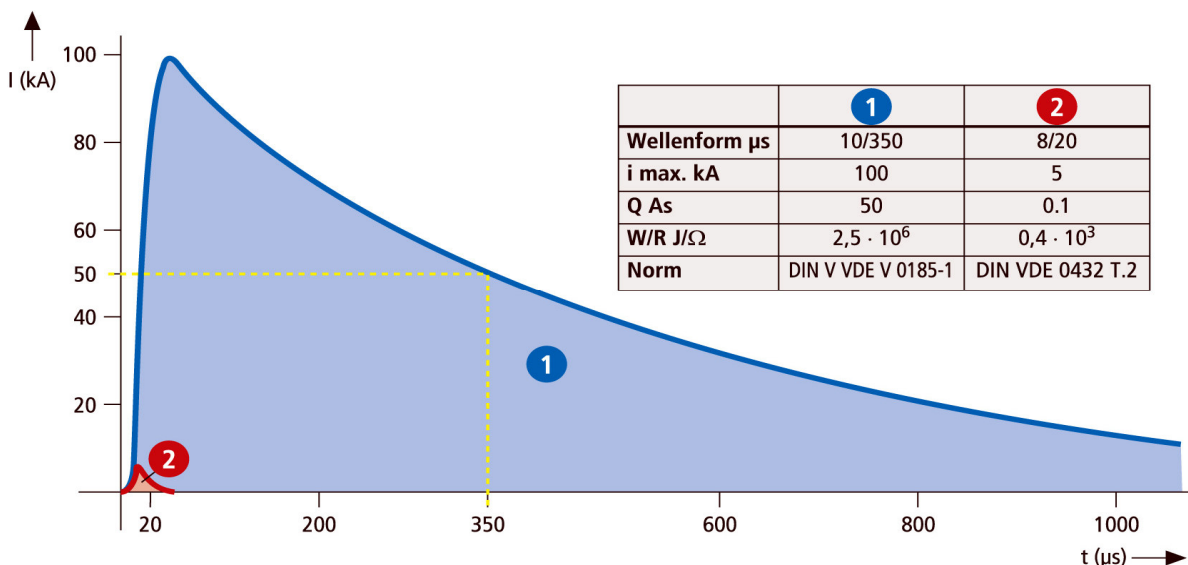


Afb. 4: Metaaloxide-varistor (MOV)

De MOV is als spanningsafhankelijke weerstand in staat de weerstandswaarde aanzienlijk te verminderen als de stroombelasting hoger wordt. De stroom-spanningsrelatie wordt beschreven door de non-lineariteitsexponent, die bij metaaloxide-varistoren in de buurt van de 30 ligt.

De aanspreektijd bedraagt enkele 10 ns. Hierdoor is de MOV het ideale overspanningsbeveiligingsapparaat voor toepassing nabij de eindapparatuur. De voor de varistor maximaal toelaatbare stootstroom hangt af van de duur van de impuls en de vereiste hoeveelheid belasting tijdens de totale bedrijfstijd. Als de maximaal toelaatbare waarden niet worden overschreden, is daarmee gegarandeerd dat de varistorspanning en het beveiligingsniveau tijdens de totale levensduur nauwelijks veranderen. Een metaaloxide-varistor kan onherstelbaar worden beschadigd door een te hoge stootstroombelasting of door een te hoge permanente belasting veroorzaakt door een ontoelaatbare hoge bedrijfsspanning. Bij een sterke overbelasting kan er kortsluiting ontstaan in de MOV of kan deze zelfs exploderen. Ervan uitgaand dat de defecte afleider in het krachtige laagspanningssysteem is geïnstalleerd, al met al een precieze situatie, moet dit koste wat het kost worden voorkomen.

Wanneer men in databladen van varistorfabrikanten leest dat MOV's een hoog afleidvermogen voor energierijke stootstromen hebben, is de juistheid van deze informatie betrekkelijk. Vergelijkt men de energieabsorptie van de MOV met andere componenten, zoals bijvoorbeeld dioden, dan is deze informatie zeker juist. Maar dan moet er rekening mee worden gehouden dat in het geval van bliksembeveiligingspotentiaalvereffening bij bliksemstromen die overeenkomen met de aan het begin van dit artikel genoemde normen en richtlijnen, stootstromen in de golfvorm 10/350 μ s moeten worden opgenomen. Het verschil in lading en specifieke energie kan worden afgeleid aan de hand van de vlakverhouding van beide stootstroomgolven in afb. 5.



Afb. 5: De vergelijking van stootstromen van diverse stootstroomgolfvormen

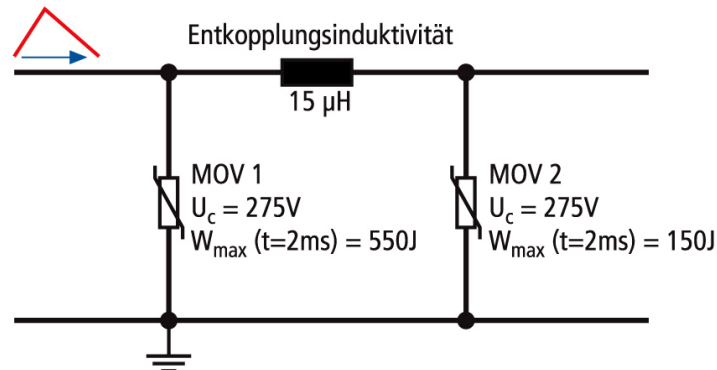
Hoe groot de invloed van de stootstroomgolfvorm kan zijn bij het afleidvermogen van een MOV wordt aangetoond in het volgende voorbeeld:

Een afleider van Type 2, met een maximaal afleidvermogen van 40 kA van de stootstroomgolfvorm 8/20 μs , heeft een grensafleidvermogen van 1,5 – 2 kA bij stootstromen van golfvorm 10/350 μs . Dit is nog niet eens een twintigste van het aangegeven maximale afleidvermogen (!).

Vergelijkt men het noodzakelijke afleidvermogen dat overeenkomstig EN 62305-4 resulteert uit de bliksemstroomverdeling op het potentiaalvereffeningspunt met deze waarden, dan is er een onevenredigheid van ongeveer 6 – 25 (!). Er kan dus worden gesteld dat de optredende belasting op de installatielocatie, afhankelijk van de systeemconfiguratie en het risiconiveau, tot wel 25 maal hoger is dan het afleidvermogen van de betreffende varistorafleider [6]. Ook bij een parallelschakeling van 2 MOV's kan voor deze onevenredigheid geen oplossing worden geboden. Wat betreft het parallel schakelen van MOV's moet worden opgemerkt dat dit zelfs door gerenommeerde varistorfabrikanten niet wordt aanbevolen, omdat bij het gebruik van niet speciaal voor dat doel bestemde varistoren in het ongunstigste geval een stroomverdeling van 1000:1 kan worden verwacht. In het beschreven voorbeeld is 1,5 kA + 1,5 kA dan ook **niet** gelijk aan 3 kA (!).

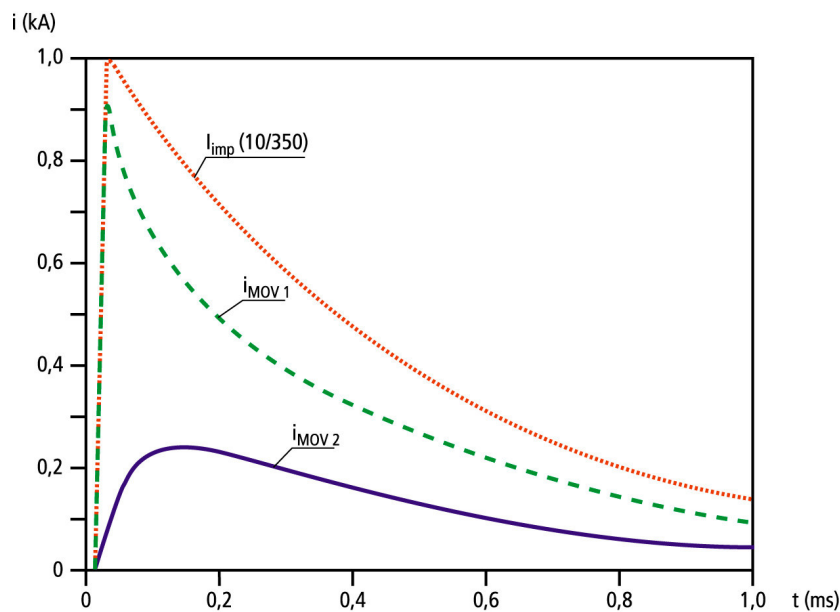
De tweede belangrijke reden waarom afleiders op varistorbasis niet geschikt zijn als combi-afleider, is het ontbrekende coördinatievermogen met andere beveiligingsapparaten en met onderdelen en apparatuur die moeten worden beveiligd. Analoog met het afleidvermogen moet ook uit dit oogpunt een bliksemstootstroom van golfvorm 10/350 worden opgenomen. De continue effectiviteit en de vaste stroom-spanningskarakteristiek van de MOV zijn de redenen voor deze zwaarwegende toepassingsbeperkingen. De lastige coördinatie tussen varistorafleiders bij 10/350 impulsen bij nageschakelde inductiviteiten of installatieleidingen blijkt ook duidelijk uit het volgende voorbeeld (afb. 6.1-6.3) [3].

Daarbij wordt ervan uitgegaan dat beide varistorafleiders een identieke nominale spanning ($U_c = 275 \text{ V}$) hebben (afb. 6.1).



Afb. 6.1: Vervangingsschema voor de coördinatie van varistorafleiders

De op het hoofdverdeelbord geïnstalleerde afleider MOV 1 moet 3,5 maal de energieopnamecapaciteit hebben van de afleider MOV 2 die is geïnstalleerd bij de eindapparatuur. Afb. 6.2 toont de berekende stroomverdeling tussen de afleiders onderling bij een stootstroom van 1 kA van golfvorm 10/350 μ s.

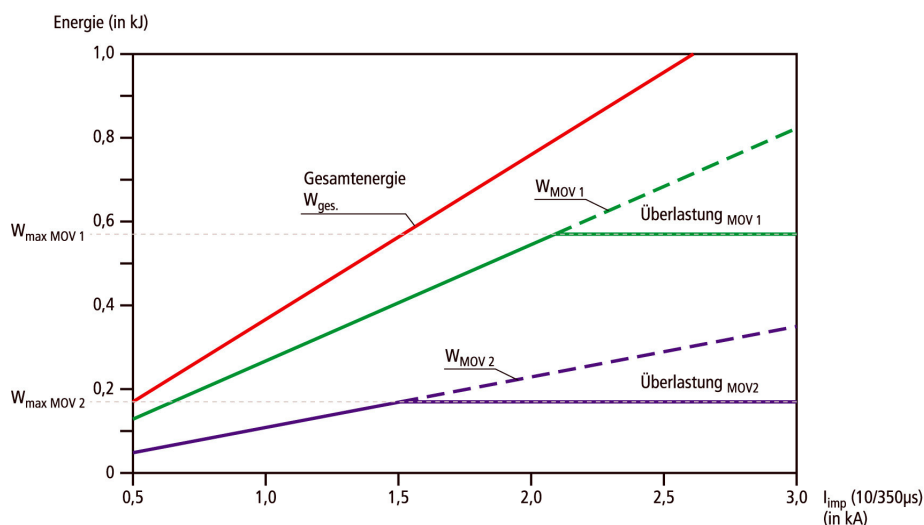


Afb. 6.2: Stroomverdeling tussen de afleiders MOV 1 en MOV 2

Bij bestudering van het stootstroomverloop valt op dat slechts in het eerste deel van de stootstroomgolf de invloed merkbaar is van de tussen MOV 1 en MOV 2 geïnstalleerde ontkoppelingsinductiviteit. Het stootstroomaandeel door varistor MOV 1 ligt aanzienlijk hoger dan door MOV 2.

In de praktijk worden deze ontkoppelingsinductiviteiten uitgevoerd als geconcentreerde spoel of als leidinglengte tussen beide inbouwlocaties van het overspanningsbeveiligingsapparaat. De invloed van de inductiviteit neemt drastisch af na het bereiken van de amplitude van de stootstroom. Met name bij langdurige impulsen, zoals dat bij de genoemde 10/350 μ s impuls met een totale duur van > 1 ms het geval is, wordt een groot deel van de impulsenergie in een zogenaamde „stroomrug“ aan het systeem overgedragen.

Afb. 6.3 toont de energieverdeling tussen beide varistorafleiders.



Afb. 6.3: Energieverdeling tussen de afleiders MOV 1 en MOV 2

Hieruit blijkt duidelijk dat reeds bij een stootstroom van 1,5 kA, golfvorm 10/350 μ s de grensenergie van MOV 2 (W_{max} MOV 2) wordt bereikt en een beschadiging van de varistor optreedt. Bij dergelijke impulsstromen wordt slechts 2/3 van het energieabsorberend vermogen van de varistor MO 1 belast. Veilige energetische coördinatie in het beschreven voorbeeld zou inhouden dat er pas schade in de varistor MOV 2 optreedt als de maximale belasting van de afleider MOV 1 is bereikt. Het in dit voorbeeld beschreven gedrag heeft in de praktijk als consequentie dat de overspanningsbeveiligingsapparaten die na de "combi-afleider" op varistorbasis zijn geschakeld of de eindapparatuur die moet worden beveiligd, overbelast en op die manier beschadigd worden, zonder dat de "combi-afleider" in de verdeling te sterk wordt belast.

Bij het gebruik van een combi-afleider op vonkenbrugbasis wordt de spanning over de afleider onmiddellijk na het activeren begrensd tot de zogenaamde boogspanning. Dit heeft tot gevolg dat volgende beveiligingselementen energetisch niet meer worden belast.

Conclusie

Samenvattend kan worden vastgesteld dat bliksemstroom- en combi-afleiders op basis van metaaloxide-varistoren (MOV's) op grond van hun specifieke werking geen technisch alternatief zijn voor afleiders gebaseerd op glijvonkenbruggen. Hun prestaties zijn vergelijkbaar met die van de afleiders Type 2. Vergeleken met deze apparaten blijkt dit veronderstelde koopje een dure "kat in de zak" te zijn. Overspanningsbeveiligingsapparaten zijn, zoals de naam al aangeeft, apparaten die moeten beveiligen. Net als een aardlekschakelaar of de airbag in een auto. Wie zou er op het idee komen een airbag zodanig te construeren dat alleen personen worden beschermd die 1,43 m lang en maximaal 37 kg zwaar zijn, en die rechtop zitten bij een maximumsnelheid van 50 km/u? Van verantwoord handelen kan in dit geval geen sprake zijn.

Het ontwerp van de bliksemstroom- en overspanningsbeveiliging van een elektrische installatie is niet alleen de verantwoordelijkheid van de ingenieur, maar ook de vakhandel en de vakmensen hebben als taak om bij de realisering van een installatie het veiligheidsbewustzijn bij gebruikers en bedrijven onder de aandacht te brengen.

De jurisdictie van de burgerlijke rechtsstaat beschermt daarbij de gebruiker als leek op elektrotechnisch gebied, die deskundig advies en vakbekwame uitvoering mag verwachten van de desbetreffende vakmensen. Zelfs als producten door toenemende internationale en Europese standaardisering steeds bekender worden, blijft het essentieel om vertrouwd te zijn met de productkenmerken en uitwerkingen van het product.

Literatuur

- [1] DIN EN 61643-11 2002-12:
Überspannungsschutzgeräte für Niederspannung / Overspannings-
beveiligingsmiddelen voor laagspanningsnetten
Teil 11: Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Niederspannungsanlagen –
Anforderungen und Prüfungen / Overspannings-beveiligingsmiddelen voor
laagspanningsnetten – Gebruikseisen en beproevingsmethoden
Berlijn, VDE Verlag GmbH.
- [2] EN 62305 – 1: 2006.
Blitzschutz / Bliksembeveiliging. Teil 1: Allgemeine Grundsätze / Algemene principes.
- EN 62305 – 2: 2006.
Blitzschutz / Bliksembeveiliging. Teil 2: Risiko-Management / Risicomangement.
- EN 62305 – 3: 2006.
Blitzschutz / Bliksembeveiliging. Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen /
Fysieke schade aan objecten en letsel aan mens en dier.
- EN 62305 – 4: 2006.
Blitzschutz / Bliksembeveiliging. Teil 4: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen
Anlagen / Elektrische en elektronische systemen in objecten.
- [3] IEC 60 364-5-53/Amendment1: 2002.
Electrical installations of buildings- Part 5-53 / Elektrische installaties van gebouwen - Deel
5-53: Selection and erection of electrical equipment – Isolation, switching and control /
Keuze en installatie van elektrisch materieel - Besturingstoestellen, schakelaars en
scheidings .
Geneva, International Electrotechnical Commission.

Auteurs:

Dipl.-Ing. Jens Ehrler, Productmanager overspanningsbeveiliging,
Dehn + Söhne, D-Neumarkt
Dipl.-Ing. (FH) Lothar Gmelch, Productmanagement overspanningsbeveiliging,
Dehn + Söhne, D-Neumarkt

Co-auteur:

Pieter Kremer, directeur Conduct Nederland