

EFFEKTIVITET AF AFLEDERE FOR LYN- OG OVERSPÆNDINGSBESKYTTELSE

DESITEK

Member of DEHN group

Med den stadig stigende anvendelse af elektroniske komponenter i alle områder i den moderne elektroteknik stiger sårbarheden samtidig overfor transiente overspændinger.

Der tilbydes på markedet idag af forskellige producenter forskellige typer af afledere med kombineret lyn- og overspændingsbeskyttelse. Der findes typer på basis af gnistgabteknologi og på basis af varistorteknologi.

Den efterfølgende artikel sammenholder disse to teknologier over for hinanden og belyser anvendeligheden ved indsættelse af disse som kombineret overspændingsbeskyttelse SPD Type 1.

Produktnormen DIN EN 61643-11 for komponenter til overspændingsbeskyttelse definerer normativt komponenterne for overspændingsbeskyttelse (Surge Protection Device; SPD)

på baggrund af deres forhold i karakteristikkene for spændingsforløbet i:

- Spændingskoblende komponenter, f.eks. gnistgab, gasafledere og thyristorer
- Spændingsbegrænsende komponenter, f.eks. varistorer og transorbdioler.

Tændspændingen og spændingsbegrænsningen over komponenter til overspændingsbeskyttelse.

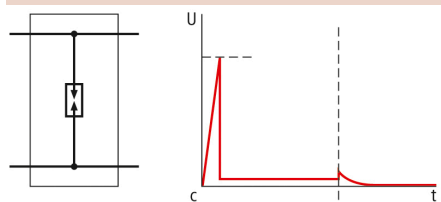
I henhold til DIN EN 61643-11 bliver der overvejende anvendt gnistgab med en spændingskoblende funktion som lynstrømsafledere type 1 SPD og varistorer som spændingsbegrænsende overspændingsbeskyttelser type 2 SPD.

Figur 1 og 2 viser det karakteristiske spændingsforløb over disse to typer af komponenter for overspændingsbeskyttelse under afledning af en transient stødstrøm

i henhold til DIN CLC/TS 61643-12. På baggrund af dette karakteristiske spændingsforløb udledes følgende kendetegn:

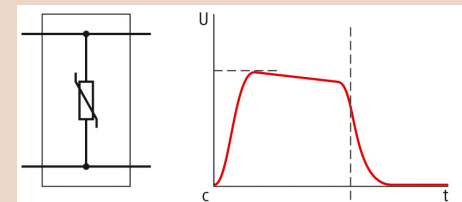
- Ved gnistgab bryder spændingen efter tændingen på kort tid sammen til den såkaldte "brændspænding", der ved et moderne følgestrømsbegrænsende gnistgab ligger lidt over driftsspændingen.

- Den spændingskoblende funktion af gnistgabet svarer til en bølgebrydende effekt. Lynstrømmen kobles gennem gnistgabet, uden at spændingen over gnistgabet stiger, og dermed begrænses den energi (arealet under kurven), der belaster efterfølgende og tilsluttet udstyr, til et meget lavt niveau.
- En varistor er kun spændingsbegrænsende, og spændingsfaldet over varistoren følger impulstiden for lynstrømmen. Spændingen over varistoren er væsentligt højere end "brændspændingen" for et gnistgab.
- Varistorens spænding/tids kurve (arealet under kurven) og dermed energien ved anvendelse som Type 1 afleder, er derved langt større end ved anvendelse af et gnistgab. Derfor bliver isolationen og efterfølgende



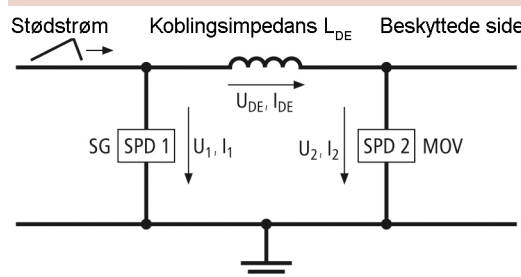
Figur 1

Spændingsforløbet ved anvendelse af gnistgab i henhold til DIN CLC/TS 61643-12



Figur 2

Spændingsforløbet ved anvendelse af varistor i henhold til DIN CLC/TS 61643-12



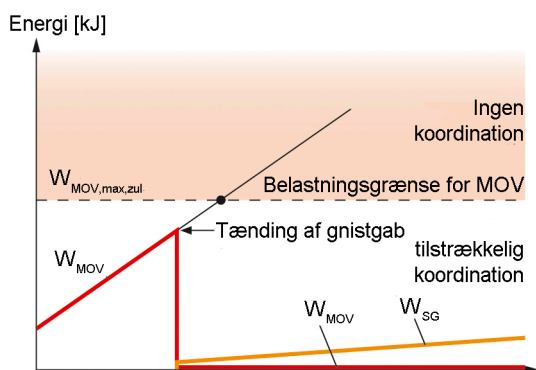
Figur 3

Koblingsdiagram af koordination for spændingsbrydende (SG) og spændingsbegrænsende (MOV) komponenter for overspændingsbeskyttelse SPD efter DIN EN 62305-4.

Forfattere:
Bernd Leibig
Uwe Strangfeld
DEHN +SÖHNE GmbH +Co. KG

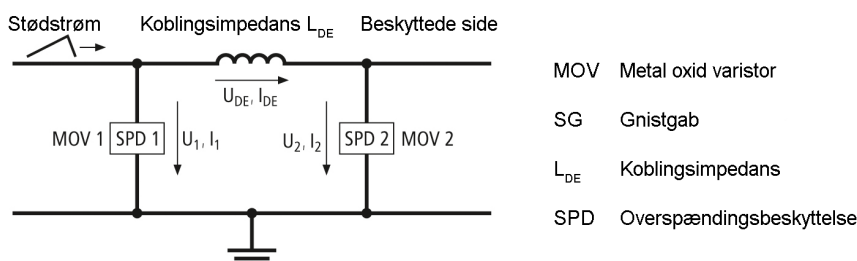
oversat af:
Kim H. Hafjall
DESITEK A/S

MOV Metal oxid varistor
SG Gnistgab
 L_{DE} Koblingsimpedans
SPD Overspændingsbeskyttelse



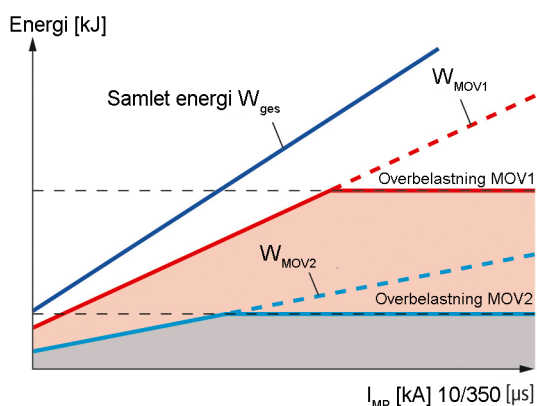
Billede 4

Energiforløbet ved koordination af et gnistgab og efterfølgende varistor i forhold til stødstrømmen.



Billede 5

Koblingsdiagram af koordination for to spændingsbegrænsende (MOV) komponenter for overspændingsbeskyttelse SPD efter DIN EN 62305-4.



Billede 6

Energifordelingen ved koordination med to varistorer i forhold til stødstrømmen.

installationer og udstyr belastet væsentligt højere ved anvendelse af varistorer end ved anvendelse af gnistgab. Det kan føre til en forkortelse af levetiden for det tilsluttede udstyr.

Den energi, som belaster den efterfølgende installation og tilsluttet udstyr, er ikke kun afhængig af amplituden for impuls-spændingen (spændingsfaldet), men

også i væsentlig grad af tidsforløbet for impulsspændingen (spændingsfaldet). Det betyder, at der ved anvendelse af SPD type 1 med gnistgab opnås en væsentlig bedre beskyttelse af installationer og tilsluttet udstyr, end ved anvendelse af afledere kun med varistorer.

Normmæssig betragtning af energetisk koordination.

En yderligere og meget vigtig betragtning

i denne sammenhæng er den energetiske koordination af komponenter for overspændingsbeskyttelse, som nu også er behandlet i de nationale samt internationale normer.

Ved energetisk koordination forstås selektivitet og koordineret beskyttelsesniveau mellem afledere og efterfølgende overspændingsbeskyttelser.

Kravene og grundprincipperne er detaljeret beskrevet i DS/IEC/EN 62305-4 Annex C (SPD Coordination). Dette Annex C beskriver valg og indsættelse af "flertrins" komponenter for overspændingsbeskyttelse. Det påpeges, at der i den elektriske installation skal tages hensyn til den nødvendige koordination mellem afledere og overspændingsbeskyttelser i installationen.

Efterfølgende beskrives de to principielle konfigurationer ved anvendelse af "totrins" beskyttelseskoncepter. Først beskrives anvendelse af spændingskoblende og spændingsbegrænsende SPD (figur 3) og dernæst anvendelse af to spændingsbegrænsende SPD (figur 5 og 6).

Figur 3 viser konfigurationen med anvendelse af spændingskoblende (SG) og spændingsbegrænsende (MOV) SPD. Energiforløbet i denne konfiguration er vist på figur 4. Her bliver beskyttelseskomponenterne i henhold til normkravene for test af type 1 SPD udsat for en stødstrøm limp i kurveform (10/350 μ s). Ved denne kurveform er stigtiden 10 μ s og halveringstiden er 350 μ s

Betingelsen for korrekt koordination

$$(U_2 + U_{DE} \geq U_{SG} \text{ for } W_{MOV} > W_{MOV, \text{max tilladelig}})$$

er opfyldt, når gnistgabets tændspænding er opnået, og gnistgabet tænder før varistoren bliver overbelastet. Denne betingelse bliver som regel opnået ved ind-sættelse af triggerkredsløb i de moderne gnistgab. Derved undgås det endvidere, at der skal anvendes induktans/spole mellem SPD1 og SPD2

Er denne grundlæggende betingelse opfyldt, så bliver der med den spændingskoblende karakteristisk af gnistgabet en bølgebrydende effekt: Den efterfølgende varistor bliver ikke belastet mere, når gnistgabet er tændt, da næsten hele energien nu bliver omsat i gnistgabet.

Betingelsen for korrekt koordination er her kun til stede, hvis amplituden i stødstrømmen begrænses til værdier, der forhindrer at begge varistorer bliver overbelastet. Dette betyder dog, at:

- Sammenfattende kan det siges, at en tilstrækkelig og korrekt koordination i hele amplitudeområdet af de specificerede stødstrømme (0 kA til 12,5 kA 10/350µs) kun er mulig ved anvendelse af en type 1 SPD med gnistgab. Ved en type 1 SPD med gnistgab, vil gnistgabets "bølgebrydende" effekt og den derved forbundne spændingskoblen funktion reducere restspændingen (spændingsfaldet) fra lynstrømmen (10/350µs) til en værdi, der ikke ødelægger efterfølgende beskyttelseskoblinger og apparater. Ved en type 1 SPD på varistorbasis, vil en tilstrækkelig koordination - specielt til små varistorer med mindre afledeformåen som f.eks. S20K275 - næppe være muligt. Varistoren, som f.eks. sidder i indgangen på apparatet, bliver ved den normale nominelle spænding belastet betydeligt mere, end med en foran siddende type 1 SPD på gnistgabsbasis.

$I_{imp} = 0 \dots 12,5 \text{ kA}$
 $10/350 \text{ } \mu\text{s}$

SPD
Type 1

Referencevaristor
S20K275

$W = \int U \cdot I \cdot dt$

Afstand fra overspændingsbeskyttelse
til referencevaristor (ledningsslængde)

Energy [J]

250

150

50

0

0 2,5 5,0 12,5

I_{lim} [kA]

W_{MAX} (S20K275)

Sandsynligt at varistor S20K275 bliver ødelagt

Koordination ikke tilstede

Koordination tilstede

Afstand fra overspændingsbeskyttelse til referencevaristor 0 m

Gennemgang af praktiske jagttagelser

varistor, der er den typiske beskyttelse, som anvendes i 230V indgangen på et apparat, for at overholde EMC kravene. Kriteriet for, at korrekt koordination er til stede, er, at den restenergi som overspændingsbeskyttelsen type 1 SPD reducerer til, og som SK20275 reference-varistoren derved påvirkes med, ikke er af en sådan størrelse, at denne varistor overbelastes, og derved bliver defekt.

EFFEKTIVITET AF AFLEDERE FOR LYN- OG OVERSPÆNDINGSBESKYTTELSE



Member of DEHN group



Målinger blev foretaget ved flere amplituder af den specificerede stødstrøm 10/350 μ s, og op til den af producenterne angivne max. værdi på 12,5 kA (10/350 μ s).

Amplitudeområderne startede fra 0 kA, og blev derefter i små step øget for også at afdække den såkaldte "Blind-Spot" ved den spændingskoblende SPD Type 1. Det er den amplitudeværdi af stødstrømmen, hvor gnistgabet i den spændingskoblende type 1 SPD endnu ikke er tændt, hvorved den energetiske belastning af referencevaristoren her vil være den største.

a) Overspændingsbeskyttelse SPD type 1 med gnistgab.

Energikurven i forhold til stødstrømmen 10/350 μ s ved denne konfiguration kan ses på diagrammet i figur 8. Følgende kan udledes af dette diagram:

- Den maksimale energi på 150 J, som referencevaristor S20K275 kan klare, bliver ved disse stødstrømme på intet tidspunkt overskredet.
- Selv ved en afstand på 0 m mellem lynstrømsaflederen type 1 SPD med gnistgab og referencevaristor - dvs. direkte koordination - er der stadigvæk en "energetisk reserve" ΔW , før referencevaristoren bliver overbelastet.
- Ved andre afstande - f.eks. ledningslængde 2 meter mellem lynstrømsaflederen type 1 SPD med gnistgab og referencevaristor - er den "energetiske reserve" ΔW endnu større, før referencevaristoren bliver overbelastet.

Koordinationen til referencevaristoren S20K275 er over det samlede forløb med den anvendte 10/350 μ s stødstrøm (producent oplysninger $I_{imp} = 12,5$ kA) sikret fuldt ud.

b) Overspændingsbeskyttelse SPD type 1 på varistorbasis.

Den afprøvede SPD er en beskyttelsesenhed, hvor producenten specificerer en max vedvarende spænding $U_C = 280$ V. Dette er en standardværdi, der normalt anvendes i 230/400 lavspændingsanlæg. Energikurven i forhold til stødstrømmen 10/350 μ s ved denne konfiguration kan ses på diagrammet i figur 9. Følgende kan udledes af dette diagram:

- Allerede ved en påvirkning med en stødstrøm på 2,5 kA 10/350 μ s bliver den efterfølgende referencevaristor påvirket af en energi, der er større end den max. energi på 150 J, som denne S20K275 varistor er opgivet at kunne holde til. Ved ca. 4 kA 10/350 μ s bliver den med stor sandsynlighed ødelagt.
- Ved beskyttelsesenheder, hvor producenten specificerer en højere max vedvarende spænding f.eks $U_C = 315$ V, vil dette betyde en endnu mere ugunstig opdeling af stødstrømmen mellem SPD Type 1 på varistorbasis og referencevaristor, og det betyder, at den energetiske overbelastning og ødelæggelse af referencevaristoren opstår ved lavere værdier af stødstrømmen end de tidligere angivne. Det fører til, at efterfølgende beskyttelseskoblinger eller apparater bliver energetisk overbelastet, og derved ødelagt, allerede ved væsentlig mindre stødstrømme end den opgivne max stødstrøm på 12,5 kA 10/350 μ s. I praksis betyder det, at disse komponenter og apparater beskadiges eller ødelægges.

En betragtning ved en kabellængde på f.eks 2 m imellem overspændingsbeskyttelse og referencevaristor er ikke vist på billede 9, da der af teknologiske årsager næppe er den store forskel på de på billedet viste værdier.

Resume

De beskrevne resultater viser tydeligt, at en funktionel koordination til efterfølgende beskyttelser (Type 2 og/eller Type 3) samt slutapparater, uden kendskab til den interne beskyttelseskobling, kun kan opnås med kombinerede afledere for lyn- og overspændingsbeskyttelse (type 1 SPD) baseret på gnistgabsteknologi.

På grund af gnistgabets bølgebrydende effekt, og den derved forbundne spændingskoblende karakteristik, reduceres restspændingen fra lynstrømmen (10/350 μ s) til en værdi, der ikke ødelægger efterfølgende beskyttelseskoblinger og apparater.

Ved en overspændingsbeskyttelse (type 1 SPD) på varistorbasis er dette ikke muligt. Energien bliver her ikke "brudt" - den bliver kun begrænset - og der er samtidigt en fast fordeling af energien imellem de forskellige beskyttelsesniveauer og slutapparater.

Da det i et 230/400 V lavspændingsnet altid i tvivlstilfælde forudsættes, at beskyttelsesniveauer og slutapparater beregnes med 275 V, bliver disse klart energetisk højere belastet. Det kan allerede selv ved små lyntransienter strømme føre til en beskadigelse eller ødelæggelse af komponenter og apparater i installationen.

Litteratur:

DIN EN 61643-11

Low-voltage protective devices- Part 11: Surge protective devices connected to low-voltage power distribution system-Requirements and tests.

DIN CLC/TS 61643-12

Low-voltage protective devices- Part 12: Surge protective devices connected to low-voltage power distribution system- Selection and application principles

DIN EN 62305-4

Protection against lightning- Part 4: Electrical and electronic systems within structures.