

Anläggningar för spänningsutjämning

Ändamålet med en anläggning för spänningsutjämning är att skydda byggnader och utrustning från effekterna av elektriska störningar av olika slag. Det må gälla blixtnedslag, urladdningar orsakade av statisk elektricitet, plötsliga lastförändringar i elnätet, nukleära explosioner samt andra plötsliga förändringar i den elektriska balansen.

Christer Bohlin, Åskskyddskonsult AB, redovisar i denna artikel de gemensamma och speciella krav olika storkällor ställer på spänningsutjämningsanläggningen.

En elektrisk urladdning innebär stora laddningsomflyttningar. En störning av den elektriska balansen ger effekter som, med hela eller delar av ljusets hastighet, breder ut sig som transienta vågor. Genom luft-rymme sprids vågor av våldsamma elektriska och magnetiska fältförändringar. I ledningsnät och även genom den mer eller mindre ledande marken flyter galvaniska strömmar av transient karaktär.

Störmottagare

Inne i en anläggning fungerar varje elektriskt ledande anläggningsdel, dvs varje metallföremål, som antenn eller elektrod för de elektriska och magnetiska energier som drar förbi anläggningen. Varje metallföremål kommer att motta störningen på ett egenartat sätt och alla metallföremål kan därför sägas vara unikt kopplade till storkällan. Kopplingen är både induktiv och kapacitiv och ofta även resistiv. Vid ett elektromagnetiskt angrepp mot anläggningen kommer därför varje enskild metalldel att erhålla en potential som bestäms av delens aktuella koppling till storkällan. Inget föremål tar skada av en förhöjd potential; problemet är att skilda föremål inom ett objekt, i varje tidsmoment, kommer att anta olika potentialer, vilket resulterar i transienta potentialdifferenser mellan dem.

Potentialskillnaden som därvid uppstår mellan föremålen utjämnas genom en ström som flyter inne i de ledande föremålen och i ledande förbindelser mellan dem. Är den ledande förbindelsen svag kan den ta skada av utjämningsströmmen. Saknas ledande förbindelse mellan föremålen kan spänningen mellan dessa växa så pass att det finns risk för ett överslag genom luften eller genom det isolerande material som skiljer föremålen.

Sekundär storkälla

Den laddningsomflyttning som sker sekundärt inom anläggningen uppträder som en lokal storkälla. Man kan därför tala om elektriska och magnetiska kopplingar också mellan olika störda metalldelar i byggnaden. Varje enskilt metallföremål måste därför betraktas både som en störmottagare och en störsändare.

Störkänslig utrustning

Eftersom det mellan olika metalliska anläggningsdelar finns spänningskänslig utrustning, såsom elektroniska instrument, datorer m m, kan skador på dessa uppkomma. Skadorna är i första hand funktionsfel, i andra hand utmattningsskador och i tredje hand utslagning.

Funktionsfelen kan leda till att apparater och tekniska system av olika slag betar sig felaktigt, vilket ibland kan få allvarliga konsekvenser. Även om felet inte blir bestående kan konsekvenserna ibland bli förödande.

Utmattningsskadorna sänker elektronikkomponenternas livslängd. Om man med ett mikroskop studerar en integrerad krets som utsatts för så små överspänningar att den ändå fungerar, kan man ibland finna små kratrar i halvledarmaterialet. Även om ledningsbanorna inte har brutits kan de ha allvarligt försämrats. Den ökning av strömtätheten som därmed uppstår omkring kratern, ger lokalt en ökad värmeutveckling som först efter en tid förstör komponenten. Utslagning av elektronik, som är den mest dramatiska konsekvensen, medför stillstånd som kan bli kostsamma. Vilken av komponenterna som slagits ut är ofta lätt att upptäcka varefter felet kan repareras genom att den felaktiga komponenten byts ut. Men om en av komponenterna i en apparat har fått sådana skador att den slutat fungera finns det all anledning att befara att flera av de övriga komponenterna erhållig utmattningsskador.

Vanligt förekommande skyddsåtgärder

Avledare

En vanlig åtgärd för att förhindra händelser av det här slaget är att utrusta anläggningen med överspänningsskydd av olika sorter. Ofta tänker man sig överspänningsskydden som något som tar bort eller begränsar överspänningen. I själva verket fungerar överspänningsskydden som elektriska "brottanvisningar" i isolationen mellan de metalliska delar som utgör terminaler för olika spänningskänsliga apparater.

Överspänningsskyddens verkan är därför både positiv och negativ. De utjämnar visserligen spänningen mellande delar som kopplats samman, vilket är den positiva verkan som var avsikten med skydden. Men samtidigt sprids den transienta överspänningsvågen till andra delar av anläggningen på ett sätt som ibland kan vara negativt.

De flesta överspänningsskydd måste dessutom betraktas som elakartade störgivare i det ögonblick de fyller sin riktiga funktion. Den strömpuls som komponenterna avleder har nästan alltid en högre frekvens än den ursprungliga transienten, vilket skärper den induktiva och kapacitiva kopplingen till känsliga system inne i anläggningen. Det är därför av betydelse att överspänningsskydden placeras på sådana ställen att deras verkan inte leder till nya problem.

Galvaniska brott

En annan metod att skydda utrustning mot överspänningsskador är att isolera spänningssärliga anläggningsdelar med magnetiska och optiska länkar. Även sådana åtgärder kan leda till framgång om de genomförs i tillräcklig omfattning och utifrån en väl genomtänkt anläggningsstopologi. Samtliga elektriskt ledande förbindelser med omvärlden måste brytas och bortbrutna kretsar måste ha sådan geometri att de induktiva och kapacitiva kopplingarna till störda anläggningsdelar blir tillräckligt liten.

Både magnetiska och optiska länkar är dessutom i sig själva så spänningssärliga att de i sig själva kan behöva skyddas mot överspänningar. I allmänhet håller de en spänningssärlighet av någon eller några kilovolt. Vilket gör att länkarna endast lämpar sig att finkorrigera resteffekter från en grövre spänningsutjämningsanläggning.

Såväl av ledande komponenter som galvaniska barriärer är emellertid värdefulla "verktyg" som är nödvändiga i en välplanerad spänningsutjämningsanläggning.

Spänningsutjämningsanläggning

Barriär

En spänningsutjämningsanläggning (SU-anläggning) består i första hand av en spänningssärlighet elektromagnetisk barriär mot omvärlden. Det innebär bl a att det mellan samtliga ledningsnät som anländer till byggnaden görs en spänningsutjämnning innan ledningsnäten tillåts att spridas i byggnaden.

Spänningsutjämningsledarna skall ha mycket låg induktans, vilket endast kan åstadkommas om avstånden mellan de olika ledningsnätens intagsställen är litet. Med ledningsnät skall här förstås både kablar och rör.

Förekommer stora luftburna elektriska och magnetiska fältförändringar skall byggnadens fundament urformas så att reflektion och absorption av skadliga elektriska och magnetiska fält blir tillräckligt stor.

De spänningsgradienter som uppträder i marken utanför byggnaden begränsas genom ett för ändamålet väl fungerande gemensamt jordtag för byggnaden, Punktjordtag undviks eller underställs det gemensamma jordtaget. Krav på skedna jordtag måste avvisas samtidigt som den kvalitet som var syftet med begäran om det "egna jordtaget", tillgodoses med hjälp av SU-anläggningen.

Topologi

I andra hand skall den inre installationen utföras så att dess induktiva, kapacitiva och resistiva koppling till yttre och inre storkällor blir tillräckligt liten. Det innebär bl a en topologiskt väl uppbyggd installation och att kablar fördelas på tillgänglig kanalisation på ett sådant sätt att onödiga magnetfältsamlade slingor undviks.

En vald punkt i byggnadens SU-anläggning utses till spänningsreferens varefter alla övriga punkter i SU-anläggningen betraktas som mer eller mindre störda. Alla jordningar bör med minsta möjliga induktans utgå från spänningsreferensen.

Integration

Den elektromagnetiska barriären består alltså dels av spänningsutjämnings mellan de ledare som från yttervärlden anländer till byggnaden, dels av skärmar mot den luftburna elektromagnetiska våg som angriper byggnaden. Spänningsutjämningsdelarna kopplas till byggnadens fundament som därmed nyttjas. Skärmar mot elektromagnetiska vågor kan i vissa fall utgöras av byggnadens fundament, i andra fall utgöras av en särskild skärmlåt eller -nät som kopplas till spänningsutjämnings på samma sätt som en utifrån kommande ledare.

För ledare som inte kan kopplas samman galvaniskt, vare sig inbördes eller till byggnadsfundamentet insätts överspänningsskydd som kopplar samman ledarna först då spänningen överskridit ett visst förutbestämt gränsvärde. Överspänningsskydden skall väljas med omsorg.

Innanför den elektromagnetiska barriären kan ledningsdämpningar av olika slag behövas såvida inte de normala installationerna är tillräckligt dämpande i sig själva.

Begränsad SU-anläggning

Byggnader som innehåller anläggningsdelar som är särskilt spänningssärliga och/eller anläggningsdelar vars funktion är särskilt viktiga kan förses med en begränsad spänningsutjämningsanläggning som underställs byggnadens allmänna SU-anläggning. Det är därvid värdefullt om den speciella anläggningen är koncentrerad till viss region av byggnaden.

Fina skyddskomponenter som placeras i underordnade SU-anläggning skall vara väl harmoniserade med de grova skydden i byggnadens SU-anläggning så att rätt tändföljd mellan skydden åstadkoms. Ledningsdämpningen i den installation som förekommer mellan över- och underordnad SU-anläggning är därvid ett viktigt konstruktivt element.

I en underordnad SU-anläggning anordnas en underordnad spänningsreferens.

En spänningsutjämningsanläggning är ett materialiserande av en strategisk tankegång. Tanken, som berör alla fack, måste finnas med under hela byggprocessen; annars blir tekniken svår att genomföra till ett rimligt pris.