

VALG AV FORDELINGSSYSTEM

Møre Trafo har utviklet transformatorer som reduserer magnetfelt siden 1994. Magnetfeltet kan reduseres ned til 1/4 av en vanlig konstruksjon i en avstand på to meter fra transformatoren. I denne artikkelen belyses forhold vedrørende EMF ElektroMagnetisk sameksistens eller Forenlighet, (EMC) og utforming av transformator og fordelingssystem for å redusere lavfrekvente magnetfelt 0-1000Hz. Overharmoniske laststrømmer gir en økt belastning på transformatoren og høyfrekvent ”støy” fra for eksempel omformerlast kan skape problemer i fordelingsnettets dersom denne ikke filtreres bort. 10kHz-GHz området.

Kårstein Longva,

Møre Trafo AS Artikkelen er fra 1996 med noen endringer i 2004

Ved kjøp av fordelingstransformatorer er det spesielt viktig å tenke langsiktig fordi den tekniske levetiden på dette produktet kan være opptil 50 år avhengig av størrelse. Den økonomiske levetiden avhenger av om det velges en transformator med lav pris eller om det fokuseres på lave tap og forsiktighet vedrørende magnetfelt. Når det gjelder magnetfelt er både selve transformatoren og plasseringen i forhold til omgivelsene viktig. Helt siden starten i 1951 har noe av strategien vært å innlede samarbeid med kunder med fokus på langsiktighet. Ved bygging av prototyper for forbedring av transformatorer, er det ikke nok å tilfredsstille internasjonale normer og krav, kundens tilbakemelding og driftserfaring er minst like viktig.

Varsomhet lønner seg

Når det gjelder magnetfelt er det sistnevnte utsagn illustrerende. Selv om det arbeides på spreng i normarbeidet, blant annet i Cenelec, Europa-komiteene, er det ikke kommet fram anbefalinger for grenser for magnetfelt som kan gi framtidig trygghet for helse og økonomi. Vi vet at datamaskiner og generell elektronikk ikke bør utsettes for magnetfelt større enn 1,2 microTesla. Fra "Forskrifter for Elektriske anlegg", PE (ET)-1995-FEA-F refereres følgende: "Det er mistanke om helseproblemer dersom mennesker utsettes for lavfrekvente magnetfelt. Visse vitenskapelige undersøkelser har antydnet en statistisk sammenheng mellom magnetfelt og kreft. I påvente av klarere vitenskapelige data vil Statens Strålevern likevel anbefale en varsomhetsstrategi."

Dette er et klart signal om omtanke ved installasjon av transformatorer og tilhørende kabelnettverk. Dersom det ikke tas hensyn til magnetfelt, vil det kunne påløpe store kostnader senere i form av ombygging og eventuell skjerming med aluminiumsplater på vegger og tak. Dette er en dyr og dårlig løsning i forhold til det som foreslås nedenfor.

Hvordan reduseres magnetfelt?

Generelt oppstår høyest magnetfelt i forbindelse med høye strømmer. I et fordelingssystem er det derfor lavspentkabler, eventuelt skinner, og transformatorens lavspentvikling med tilkobling som fører høyest strøm, størrelsesorden 1000 Ampere og oppover. Magnetfeltet kan reduseres ved å øke avstanden fra stedet som vurderes til transformator og elektriske kabler og skinner.

Magnetfeltet fra en oljetransformator og en tørrtransformator, begge med kapsling er omtrent det samme. I Norge har vi ett spesielt lavspent trefase fordelingsystem; IT-systemet. Magnetfeltet kan reduseres ved å legge de tre kablene så nær hverandre som mulig, og ved at man sørger for jevn belastning på de tre fasene. Dette fører til større krefter på kablene ved kortslutning og må tas hensyn til vedrørende personsikkerhet. **Førlegning av kabler og skinner blir en balansegang mellom kostnad, tap, magnetfelt og dynamiske krefter.**

Transformatorer kan feltmessig betraktes som en punktkilde. Magnetfeltet avtar raskt med avstanden r , $1/r^3$. Fra en trefaseføring avtar feltet med $1/r^2$.

Vertikale samleskinner med innbyrdes avstand 5cm avgir ca. 1 microtesla pr kA (1000A) i en avstand på 4-5 meter. Dersom skinneavstanden økes til 20 cm vil det kunne måles 1 microtesla i en avstand på 9 meter. I en avstand på 2 meter vil en transformator avgir 1-2 microtesla. 2 meter fra skinneføringen vil det måles 20 microtesla.

IT-system eller TN-systemvariant?

Elektronisk utstyr, slik som PC'er, trekker smale pulserende strømmer. Dette genererer tredje **harmoniske strømmer** og magnetfelt, (mindre femte, og syvende harmoniske). Det beste fordelingsystemet for denne type last er et IT-system med jevn belastning på de tre fasene. De tredje harmoniske strømmene vil sirkulere mellom lastene, som er trekantkoblet, dermed vil disse ikke belaste transformatoren. Det europeiske fordelingsystemet, TN-systemet, innføres etter hvert i Norge. Selv om lastene er godt fordelt på de tre fasene i et TN-system, vil de tredje harmoniske strømmene summere seg i nøytrallederen (opptrer samtidig i de 3 fasene) og vil kunne bli 1,73 ganger strømmen i fasene. Det finnes forskjellige typer filtre som hindrer denne ekstra belastningen av transformatoren. Ved ulineær last vil den totale strøm i nullelederen kunne bli 80 prosent av strømmen i faselederen.

En av fordelene med TN-systemet vedrørende magnetfelt er at strømmen blir mindre ved samme effektuttak på grunn av at spenningen er høyere, 400 Volt sammenlignet med IT 230 Volt. I TN systemet tas 230 Volt ut mellom faseledere og en Null-leder som også kan være jordleder TN-C. Det har vært vanlig med TN-C system ut fra transformatoren med overgang til separat jordleder TN-S i installasjonen. Utviklingen går nå mot et rent TN-S system.

Forutsetningen for at dette skal fungere godt på alle måter er at nulleleder velges med tilstrekkelig tverrsnitt, og at både nulleleder og jordleder føres tett inntil faseledere.

I et TN-C system har man ikke god nok kontroll over returstrømmene, som da kan gå i andre ledende deler. Resultatet blir at magnetfeltet ikke utlignes og derfor øker.

Frekvensomformere for motordrifter produseres ofte med 6 puls og 12 puls styring.

De genererer hovedsakelig harmoniske som er antall pulser + -1. D.v.s. 6-puls omformere genererer 5-te og 7-ende harmoniske. 12-puls genererer 11-te og 13-de harmoniske.

For 6 puls styring brukes en 2-vikl. transformator med TN system og Dyn-kobling.

For 12 puls styring benyttes 2 transformatorer med faseforskyvning 30 grader eller spesielle 3-viklingstransformatorer med kobling eksempelvis Dyn11d0.

Hvilken transformator er best?

For å redusere utbredelsen eller arealet med lavspentkabler med høye strømmer og høye magnetfelt, vil det være fornuftig å føre inn effekten med høyspenning for eksempel 22 kV eller 11 kV så nært inn til forbrukeren som mulig. Dersom det gjelder innføring til større bygg eller byområder vil det riktige valget være en transformator med brannhemmende olje. Dette kan begrunnes med mange argumenter; lave tap i innføringen og lave bygningskostnader. En oljetransformator har lave tap og er driftsikker. Med silikonolje eller miljøolje FR3 kan

brannslukkingsanlegg og oljegrube sløyfes. Det kreves kun en terskel slik at oljen ikke skal kunne renne ut av rommet .

Transformatorrommet i bygninger plasseres gjerne i underetasjen. For å redusere magnetfeltet i overliggende rom er det da gunstig å samle kablene ned til gulvet eller å bruke skjermede skinneanlegg. Gamle høye oljetransformatorer kan erstattes med nye lave modeller.

Det er mest relevant å se på reduksjonen i magnetfelt i en avstand på to meter fra transformatoren. Reduksjonen av magnetfeltet blir størst dersom det bygges en aluminiumskapsling rundt og over transformatorens lavspentgjennomføringer og dersom transformatoren lages kompakt. Kapsling/holder har størst skjermingseffekt når denne ligger nærmest mulig viklinger/kjerne og strømførende ledere.

Komprimering

I 1990 startet vi utviklingen av en ny generasjon kompakte transformatorer og har siden den gang ved testing av løsninger funnet grenseverdier for spenning, tap og varme som gjør at vi har gode matematiske modeller som er bygd inn i våre beregninger, enten bekreftet gjennom kjent teori eller som empiriske formler.

Finnes den ideelle transformator?

Enkelt sagt eksisterer det en transformator som er ideell ut fra tekniske krav, og en som er den riktige ut fra dagens produksjonsmetoder. Utfordringen ligger i å forsøke å forene og balansere disse ofte motstridende kravene henimot kundens ønsker og behov. Når kunden ønsker lavere magnetfelt er dette isolert sett en dreining mot en mer konstruksjonsmessig riktig transformator. Dersom kunden reduserer kostnader på andre områder og konstruktøren lykkes med løsning og standardisering for produksjon, vil totalbildet bli mer balansert

Det som gjør det interessant å utvikle transformatorer, er at normene ikke spesifiserer den eksakte geometrien, men kun rammebetingelsene som skal sikre riktig kvalitet. Det er viktig med standardisering for å sikre lave kostnader ved produksjon, installasjon og drift. Standardiseringen må imidlertid ikke bli så sterk at den hindrer forbedring, utvikling og tilpassing til framtidige krav.