

Verifieringsmätningar av transformator för lokal kompensering

En del av ett laboratorium för studier av kablifierade elnät

Examensarbete
Elektroteknikprogrammet, 300 hp

Victor Bagge

Lund, december 2007

Många kraftbolag arbetar för att öka driftsäkerheten i sina landsbygdsnät genom att ersätta friledning genom skogsmark med markförlagd kabel. Detta arbete påskyndades markant genom orkanen Gudrun 8-9 januari 2005 då c:a 2000 mil ledning skadades och c:a 200 mil totalförstördes.

Att ersätta luftledning med markkabel innebär att den kapacitiva jordslutningsströmmen ökar och behovet av distribuerad/lokal kompensering blir därmed större för att jordfelskydd ska kunna fungera korrekt.

Detta är ett relativt nytt område eftersom man tidigare har haft många och korta ledningar i t.ex. städer och i detta fall handlar det istället om färre men längre ledningar. Ett behov av ett laboratorium för test av kabelnät har uppstått som ett steg mellan datorsimuleringar och fältprov i riktiga nät, vilka ofta är tidskrävande och dyra att utföra.

Examensarbetet i denna artikel undersöker en nedskalad distributionstransformator för lokal kompensering utifrån dess förmåga att spegla den verkliga förebildens egenskaper. Detta för att resultat från kommande försök i laboratoriet ska vara relevanta och indikera vad man kan vänta sig i det riktiga systemet. Dessutom är rapporten tänkt som stöd för fortsatt arbete med transformatorn och laborationssystemet.

Förebilden är en distributionstransformator av märket Transfix Ecobloc eftersom det är en sådan som har installerats av E.ON i Stenestad och fältmätningar har utförts på den. Märkeffekten är 100 kVA och omsättningen är 11 kV / 400 V.

Den nedskalade transformatorn har märkeffekten 500 VA och är av typen ZN_{dyn}11. Anledningen

till denna kopplingsart är att genom Z-kopplingen på primärsidan fås låg nollföljdsimpedans vilket krävs för att den lokala kompenseringen ska fungera. Dessutom överförs inga nollföljdskomponenter från primär- till sekundärsidan vid Z-koppling. Omsättningen är 380 / 220 V eftersom samtliga lindningar då blir identiska vilket är praktiskt vid laboratoriebruk och studier.

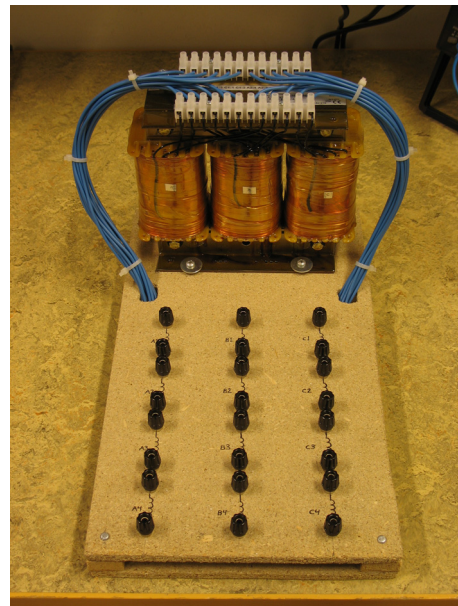


Bild 1: Transformatorn monterad på labplatta och ansluten till polskruvar



För att göra anslutningen av transformatorn flexiblare och mer överskådlig placerades transformatorn på en skiva där polskruvar för lindningarnas anslutningar monterades i logisk ordning med markering av lindningarna. Se bild 1.

Ett antal mätningar vid stationära förhållanden har gjorts, både enklare beloppsmätningar och mätningar med fasvinkel. Mätningarna med transformatorn Z-kopplad jämfördes därefter med förebildens data. I figur 1 visas uppkopplingen.

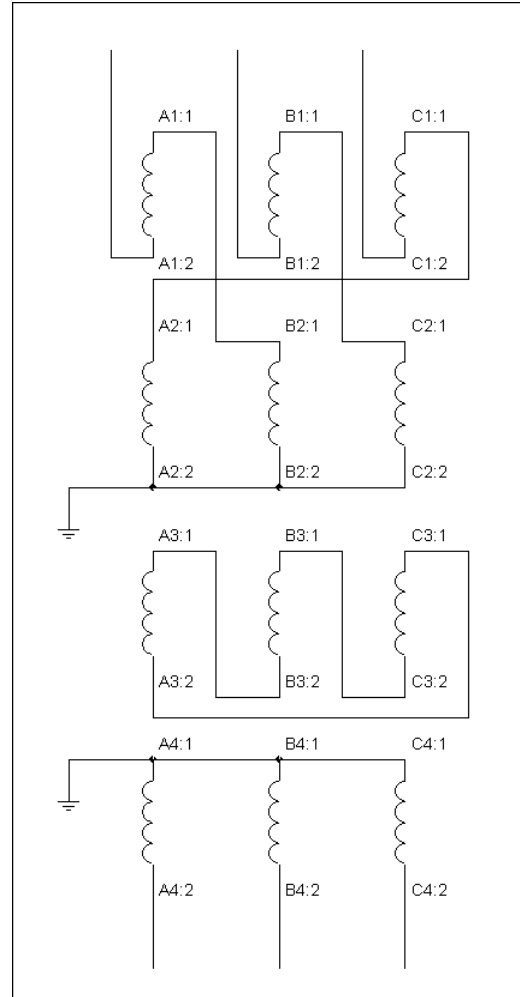
Plusföljdsimpedansens var i samma relativa storleksordning som förebildens men dess fasvinkel avvek en del ($7,7^\circ$ mot förebildens 65°). Detta kan härledas till att de resistiva komponenterna blir mer dominerande vid de låga spänningarna som är aktuella för laborationstransformatorn (400 V jämfört med 11 kV).

Nollföljdsimpedansen stämde mycket väl överens beloppsmässigt och fasvinkeln bör också stämma eftersom Z-kopplingen innebär att de reaktiva komponenterna idealt tar ut varandra helt.

Tomgångsförlusterna var också väl överensstämmande med förebildens om man ser till märkströmmens storlek. Vid last var förlusterna 17% högre (även detta sett relativt transformatorns storlek) än förebildens men detta är ändå i samma storleksordning och ett bra resultat för en transformator med förhållandevis låg märkeffekt.

Referens:

Bagge, Victor (2007), *Verifieringsmätningar av transformator för lokal kompensering*, rapport examensarbete Industriell Elektroteknik och Automation IEA, Lunds Tekniska Högskola LTH, CODEN:LUTEDX/(TEIE-5249)/1-55/(2007)



Figur 1: Transformatorn kopplad ZNdyn.

