

Nya jordkablar i befintliga transmissionsnät

Johan, Engström

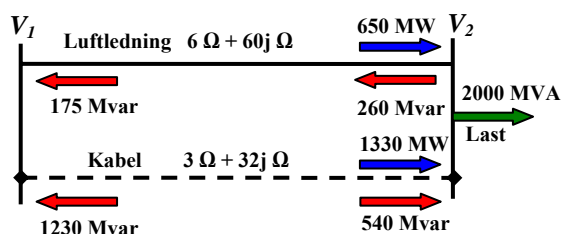
Examensarbete: "Underground cables in transmission networks", CODEN:LUTEDX/(TEIE-5233)/1-40/(2007)

I vårt moderna samhälle är det nästan omöjligt att få tillstånd för nya högspänningsledningar. Boende utmed tänkta ledningssträckningar sätter sig emot byggnationen av nya luftledningar. Ett alternativ till att bygga en ny luftledning är att använda jordkabel för växelström. Kabeln har fördelen att den inte syns och magnetfälten är mycket lägre än för en luftledning.

Kablar används inte i stor utsträckning i transmissionsnäten runt om i världen. En anledning är att de gamla oljefyllda kablarna var dyra i både inköp och drift. De nyare XLPE-kablarna är i princip underhållsfria och billigare. Det kostar någonstans mellan 5 och 10 gånger mer att bygga en kabelsträckning jämfört med en luftledning. En kabelsträckning kan vara enda möjliga alternativet då nya sträckningar ska byggas.

Det går inte bara att koppla in en kabel i ett befintligt transmissionsnät. För det första har en kabel mycket lägre impedans jämfört med luftledningar. För det andra skapar en kabel ungefär 20 ggr mer reaktiv effekt än luftledningar.

Den lägre impedansen för kabeln gör att den tar på sig mer last än luftledningarna. Detta medför att kabeln kan bli överbelastad och att luftledningarna inte kan utnyttjas till fullo. Figur 1 nedan beskriver en situationen då en kabel byggs för att öka överföringsförmågan till punkten V_2 , spänningen är 400 kV och längden till V_1 är 200 km. Luftledningen är en vanligt förekommande ledning i det svenska 400 kV nätet, en såkallad duplex ledning. Kabeln består av tre stycken enledare med dimensionen 2000 mm² var.

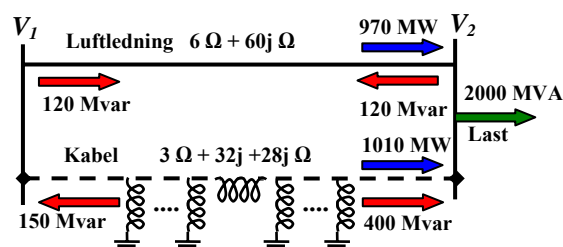


Figur 1: Kabel parallellt med en luftledning

Kabeln tar på sig dubbelt så mycket last och blir överbelastad, blå pilarna figur 1. För att utjämna effektlödena måste en av kretsarna kompenseras. En metod är att seriekompensera luftled-

ningen med en seriekondensator, den har som uppgift att minska reaktansen vilket minskar den totala impedansen för luftledningen. En annan metod är att använda en seriereaktor på kabeln som ökar reaktansen vilket ökar den totala impedansen för kabeln. En dyrare men bättre metod är att använda en fasvridande transformator för att reglera effektlödet. En fasvridande transformator styr effektlödet kontinuerligt och hjälper till att stabilisera nätet.

Den reaktiva effekten som skapas i kabeln är i detta fall 11 Mvar per kilometer. En del av den reaktiva effekten tas upp genom den seriereaktans som kabeln har men det mesta trycks ut genom kabeländpunkterna och överbelastar kabeln, de röda pilarna i figur 1. Den reaktiva effekten är 1230 Mvar i mottagaränden och det är mer än vad kabeln klarar av. För att minska den reaktiva effekten behövs shuntreaktorer, de förbrukar reaktiv effekt. Figur 2 beskriver den nya kompenserade kabeln. Det är 7 stycken à 200 Mvar shuntreaktorer installerade längs kabeln. 4 stycken på mottagarsidan och 3 stycken på sändarsidan om seriereaktorn som är placerad i mitten av kabeln.



Figur 2: Kompenserad kabel parallellt med en luftledning

Shuntreaktorerna reducerar den reaktiva effekten som matas genom kabeländpunkterna och den reaktiva effekten som matas ut behövs för att mata lasten och luftledningen.

Effekten delas lika mellan de båda kretsarna, de blå pilarna i figur 2. Seriereaktorns värde är 28Ω och impedansen ökas till ungefär 60Ω vilket är det samma som för luftledningen. Effektfördelningen är lika på grund av att impedanserna är de samma. I det här fallet ökades impedansen på kabeln med anledning att det inte alltid går att göra modifikationer på en befintlig krets (luftledningen). Kan vara beroende på vem som äger ledningen och att kabeln ska kunna installeras utan att göra ändringar på det nuvarande nätet.

En kabel går att implementera i ett befintligt transmissionsnät men för en längre sträckning behövs det kompensering. Seriekompensering behövs för att reducera effektlödet i kabeln. Shuntkompensering behövs för att ta hand om den reaktiva effekten som kabeln skapar.

Referens:

Engström, Johan (2007) *Underground cables in transmission networks*, Examensarbete Rapport XXXX, Institutionen för industriell elektroteknik och automation (IEA), Lunds Tekniska Högskola (LTH).