
Användning av semidefinit optimering vid akut reglering av kraftsystem

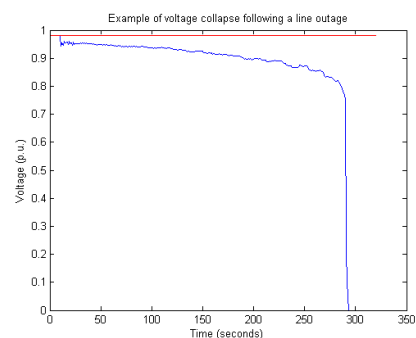
Mikael Henriksson, Lunds Tekniska Högskola

Elnätskollaps till följd av att kraftsystem utsätts för störningar kan kosta samhället stora belopp. Genom storskalig reglering av kraftsystemskomponenter kan dessa kollaps kanske undvikas.

Spänningskollaps

Flera större strömavbrott, bland annat ett som drabbade södra Sverige och Danmark i september 2003, sker till följd av så kallade spänningskollaps. Spänningskollaps inträffar då spänningar hamnar på nivåer som systemet inte klarar av hantera. Vanligt är att detta sker eftersom systemet blivit utsatt för en störning som t.ex. att en ledning kan ha gått av. Vissa spänningar kan då komma att minska för att försöka upprätthålla effektföden i systemet.

Ett sätt att undvika att behöva hamna vid dessa spänningsnivåer kan vara att kontrollera effekten som produceras av varje generator i systemet.



Figur 1: Exempel på en spänningskollaps. Ständigt minskande spänningsvärden följs av en kollaps då systemet inte klarar av att upprätthålla den låga spänningen.

Genom att förändra produktionen kommer även spänningarna att förändras.

Optimering

Metoden som används för att försöka rädda systemet är att förändra produktionen så att effektförlusterna i systemet minimeras. Flödesproblemet, som behöver lösas för att finna den önskade lösningen, är dock ett så kallat icke-konvext optimeringsproblem. Detta innebär att problemet i allmänhet tar lång tid att lösa och att det är svårt att kunna garantera att lösningen verkligen blir korrekt. Det här arbetet utgår ifrån flödesproblemet och gör förändringar så att det blir ett konvext problem, närmare bestämt ett inom kategorien semidefinit optimering. Detta problem löses sedan med en befintliga lösningsmetod för semidefinita optimeringsproblem och resultatet analyseras.

Det finns begränsningar på hur snabbt produktionen från varje generator kan förändras. Dessa begränsningar erhålls genom uppskattningar ur dokumentationen över kraftsystemet och korrigeras sedan för att stämma bättre överrens med resultatet från simuleringarna.

Simulering

Det här arbetet använder sig utav en förenklad modell av det nordiska elnätet och simulerar ett scenario där en viktig ledning upphör att fungera. Utan någon yttre påverkan sker en spänningskollaps efter ungefär 5 minuter.

Ur optimeringen erhålls nya värden på den önskade produktionen och dessa värden skickas in som referensvärden till generatorerna i simuleringen. Dessa referensvärden uppdateras en gång i minuten under 5 minuters tid och varje generator försöker följa sitt referensvärde. Om inte tillräckligt strikta begränsningar på hur snabbt generatorerna kan förändra sin produktion har använts i optimeringen så kan kan generatorerna få problem med att följa sina referensvärden.

Resultat

Genom att förändra produktionen i systemet ökar dess livslängd från 5 minuter till 15 minuter efter störningen. En anledning till att kollapsen trots allt sker tros vara att den modell över kraftsystemet som används i optimeringen avviker för mycket från

modellen i simuleringen. Systemets spänningar hamnar nämligen trots regleringen av generatorerna på väldigt låga nivåer i simuleringen. De spänningar som systemet väntades ha enligt optimeringsmodellen var betydligt högre.

Skulle arbetet med den här kontrollmetoden fortgå så är det viktigt att korrelationen mellan de två modellerna ökar. Vidare så skulle man ha kunnat upprepa optimeringsproceduren under simuleringarna. Dessa optimeringar hade då kunnat använda sig av information om systemet som erhålls i realtid och använda den informationen för att anpassa de önskade värdena på produktionen till verkligheten. För att denna kontinuerliga återkoppling ska kunna fungera är det dock viktigt att optimeringsberäkningarna sker snabbt, mycket snabbare än vad de har gjort under det här arbetet.

Referenser

[Henriksson, 2013] Use of Semidefinite Optimization in Emergency Power System Control. *Department of Automatic Control, Lund University, Sweden*