

Firma/oppdragsgiver: Siemens Energy	Kontaktperson i firmaet: Vidar Kristoffersen
	Navn: Vidar Kristoffersen
	Telefon: 974 84 327
	Email-adresse: Vidar.Kristoffersen@siemens-energy.com
Prosjekt-tittel, norsk: Modellering av skin effekt under DC kortslutning	Prosjekt-tittel, engelsk: Modeling of skin effect in DC short circuit

## Innledning

Interessen for DC-distribusjonssystem om bord på maritime fartøy har hatt en betydelig økning de siste årene. Sammenlignet med et tradisjonelt AC-anlegg, hvor generatorene må matche både frekvens og spenning som gjør at de kan havne i sub-optimale driftsområder ved ulike last senarioer, trenger de i et DC-anlegg kun å matche spenningen grunnet likeretterdiodene. I tillegg er det mulig med direkte tilkobling av batterilagrinssystem og en felles DC-bus hvor alle de ulike frekvensomformerne er tilkoblet, som fjerner behovet for store og tunge transformatorer. En utfordring med et DC-distribusjonssystem er de høye kortslutningsstrømmene som kan oppstå ettersom hver frekvensomformer har sin egen kondensatorbank. På store anlegg kan dette være snakk om flere hundre kiloampere i kortslutningsstrøm. Energien er ikke så stor grunnet den raske utladningen til kondensatorer, men de mekaniske påkjenningene blir store. Normal er det kun snakk om skin effekt i AC-anlegg ettersom det er et fenomen avhengig av frekvensen til strømmen, men under en DC-kortslutning hvor bidragsyterne hovedsakelig er den raske utladningen til kondensatorene, oppstår det en veldig høy frekvens i systemet og dermed også en skin effekt på de ulike lederne. Ved dimensjonering av slike DC-distribusjonssystemer er naturligvis kortslutningsstrømmen en viktig faktor å ta hensyn til. Både med tanke på mekaniske krefter på skinnepakken, men også smelting av de ulike sikringene for sikker drift av anlegget. I den forbindelse er det ønskelig at studentene skal se på hvordan skin effekt kan oppstå i skinner og kabler i DC-anlegg ved kortslutningsfeil på enten skinnepakka eller i enden av en lengre kabel.

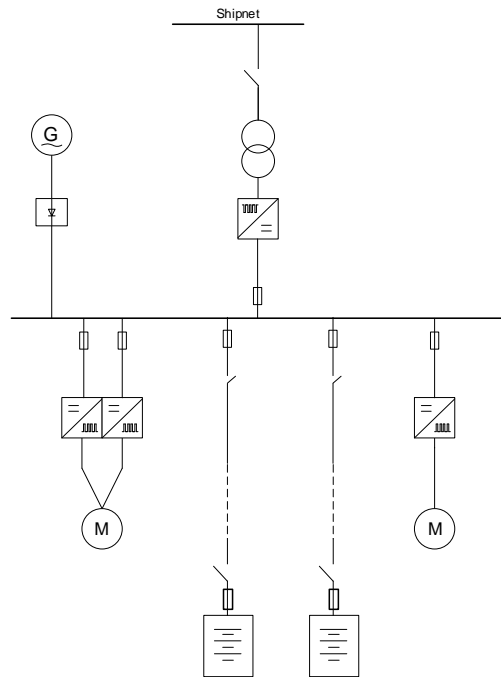
## Faglige elementer

Skin effekt, DC-distribusjonssystem, frekvensrespons, DC kortslutning

## Kravspesifikasjon

### Systembeskrivelse

I Figur 1 vises enlinjeskjemaet til et DC-distribusjonssystem kalt BlueDrive PlusC. Det består av en felles DC skinne hvor motormoduler og shipnet omformere er tilkoblet direkte og beskyttes av kjappe smeltesikringer. I tillegg er generatorer med variabel hastighet tilkoblet via likeretterdioder. Batteritavlen består av flere batteriskap og er tilkoblet hovedtavlen gjennom flere meter med kabel. Det må gjøres kortslutningsberegninger på både hovedtavlen og nede på batteritavlen. For å verifisere at tavlen tåler de maksimale kortslutningsstrømmene, samt forsikre seg om at sikringene smelter raskt nok ved minste kortslutningsstrøm kreves det en simulering hvor dette blir utført. Skin effekt er et fenomen som oppstår i en leder med strøm av høy frekvens, som gjør at strømtettheten vil være størst langs overflaten til lederen. Dette fenomenet reduserer det effektive tverrsnittet til en kabel/skinne som fører til økt motstand i kablen. Det er de induserte, sirkulerende strømmene som vil motvirke strømmen og føre til at den blir «presset» ut, nær overflaten av lederen.



**Figur 1: Eksempel på DC distribusjonssystem**

### Modulbeskrivelser

Det er ønskelig å se på den matematiske fremstillingen av skin effekt, og overføre dette til en simuleringsmodell i Matlab/Simulink. Vi ser for oss en enkel DC krets hvor flere kondensatorbanker er tilkoblet en hovedsamleskinne og en avgang med noen meter kabel ned til en batteritavle. Studentene må utvikle en ekvivalent krets (ladder-circuit) av skin effekten som vil kunne representere ulike kabel- og skinnestørrelser under ulike frekvensrespons.

### Dokumentasjonskrav

Utvikling av matematisk modell og simuleringsmodell av kabel hvor skin effekten fremgår som en funksjon av frekvens.

### Omfang og gjennomføring

Antall studenter: 2-3

Hvor skal arbeidet utføres: Høgskolen på Vestlandet (HVL) - Kronstad

Hvilket utstyr og verktøy vil det være behov for - vil dette bli stilt til rådighet fra oppdragsgiver:

Matlab og Simulink dekkes av HVL

Eventuelle transportkostnader: Ikke relevant

Det skal føres jevnlig prosjektlogg og timelister

### Veiledning og oppfølging underveis

Oppdragsgivers kontaktperson: Vidar Kristoffersen

Faglig veiledning hos oppdragsgiver: Oppfølging ved behov. I utgangspunktet er jeg tilgjengelig på mail og flere veiledningsmøter hos Siemens Energy kan være ønskelig.

Høgskolens kontaktperson: Foreslår at Shujun Zhang eller Lasse Sivertsen er veileder fra HVL.

### Rettigheter og publisering

Normalt vil høgskolen ha fulle rettigheter til det ferdige produkt/årsverk – eventuelt delt med oppdragsgiver, studenter.

Eventuell konfidensialitet kan avtales ved behov.