

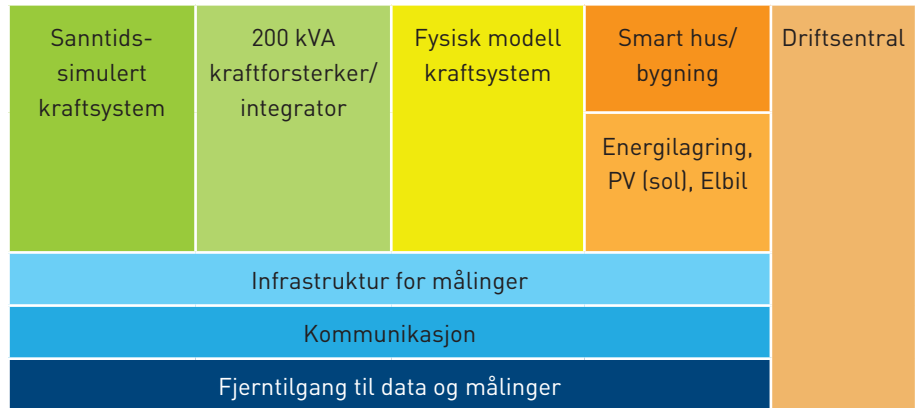
NORGES SMART GRID LABORATORIUM





Nasjonalt Smart Grid Laboratorium

Med støtte fra Forskningsrådet, bygger NTNU og SINTEF et nasjonalt Smart Grid laboratorium i Trondheim. Laboratoriet er systemorientert dvs. velegnet for å teste og verifisere samspill mellom komponenter og delsystemer og kan tilby en moderne laboratorieinfrastruktur for forskning, demonstrasjon, verifikasjon, testing og undervisning. Laboratoriet støtter en rekke områder og use case fra storskala transmisjon til lokal distribusjon og smarte hjem.



Konsept:

Et viktig element i laboratoriekonseptet er mulighetene til å integrere sanntidssimulerte kraftsystem med fysiske modellkraftsystemer (Hardware in the loop/ Power hardware in the loop) med ytelser opp til 200 kVA og spenningsnivå opp til 400 V AC or 700 V DC. Frekvensområdet som dekkes er opp til 5 kHz.



Hva finnes i laboratoriet?

- Overføringsnett (AC og DC)
- Distribusjonsnett (sterke nett/ svake nett)
- Kraftproduksjon (Storskala produksjon, distribuert produksjon, - vindkraft, PV, vannkraft)
- Nettkunder- laster
- AC/DC omformere: Voltage Source Converters (VSC) og Multi-Level Converters (MMC)
- Roterende maskiner: Asynkrongeneratorer/-motorer (IG), Synkrongeneratorer/-motorer (SG), Permanent magnet generatorer/motorer (PM)
- Nettemulator (200 kVA forsterker, DC opp til 5 kHz)
- Sanntidssimulatorer med Hardware-In-the-Loop (HIL) og Power-Hardware-In-the-Loop (PHIL) - (OPAL-RT)
- Smarte energimålere (AMS-målere)
- Smarte hjem/ Smarte bygninger
- Smarte apparater
- Energilagring/batterier
- Elbillading
- Relevern
- Overvåkning/målinger
- Wide area monitoring – Phasor Measurement Units (PMUs)
- Kommunikasjon

Anvendelsesområder

- Smarte transmisjonsnett
- HVDC nett
- Smarte aktive distribusjonsnett
- Mikronett (Microgrids)
- Integrasjon Smart Grids, Smarte hjem/bygninger/ industri
- Integrasjon av fornybare energikilder
- Smart utnyttelse av elektrisitet
- Elektrifisering av transport
- Energilagring i Smart Grids
- Energikonvertering Smart Grids
- Stabilitet i Smart Grids
- Overvåking, styring og automasjon i Smart Grids
- Kommunikasjon I Smart Grids
- Informasjonssikkerhet og personvern i Smart Grids
- Pålitelighet og robusthet i Smart Grids
- Smart grid software
- Big data og analytics i Smart Grids



Eksempler på bruk

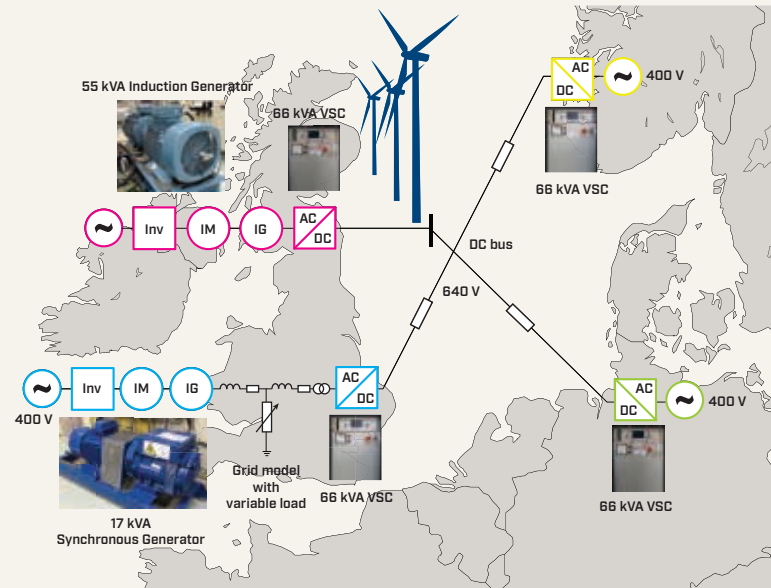
Smarte hjem

Test av apparater, utstyr og styringer i smarte hjem for regulering av energibruk, lysstyring, inneklima og sikkerhet/komfort. Ulike arkitekturer (sentral intelligens versus desentral intelligens) og systemer (f.eks. LonWorks, KNX, ...) kan testes for ulike scenarier mht. funksjoner som styring av temperatur, ventilasjon, lys, integrasjon med smarte målere, fjernstyring, integrasjon med smarte mobiltelefoner etc.

Multi-terminal HVDC nett for tilknytning av offshore vindkraft

Store multiterminal HVDC nett kan spille en viktig rolle i fremtidens kraftsystem. I laboratoriet er kontroll og styringsstrategier for slike anlegg evaluert for å verifisere at driftssikkerhets- og stabilitetskrav er oppfylt. Som del av arbeidet i Nowitech* er det etablert en oppstilling som emulerer et tenkt Nordsjø HVDC-nett. Dette knytter sammen Norge, Tyskland, England og offshore vindparker. Antall konverterere og roterende maskiner i laboratoriet gir muligheter for å gjennomføre omfattende og komplekse tester. De kan vise hvordan styrestrategier kan bidra til stabil drift selv med store mengder vindkraft i systemet.

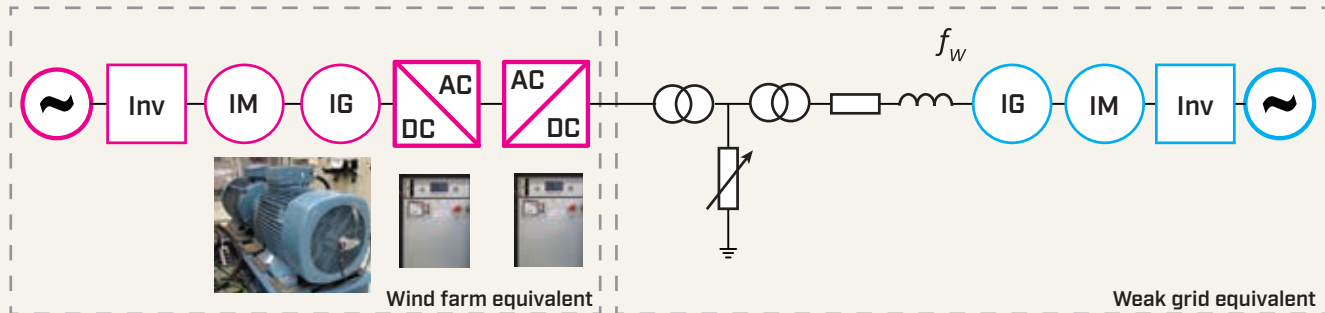
* Nowitech, www.nowitech.no, 2009 – 2017, er et internasjonalt forskingssamarbeid på offshore vindteknologi finansiert av Norges Forskningsråd, industri og forskningspartnere.

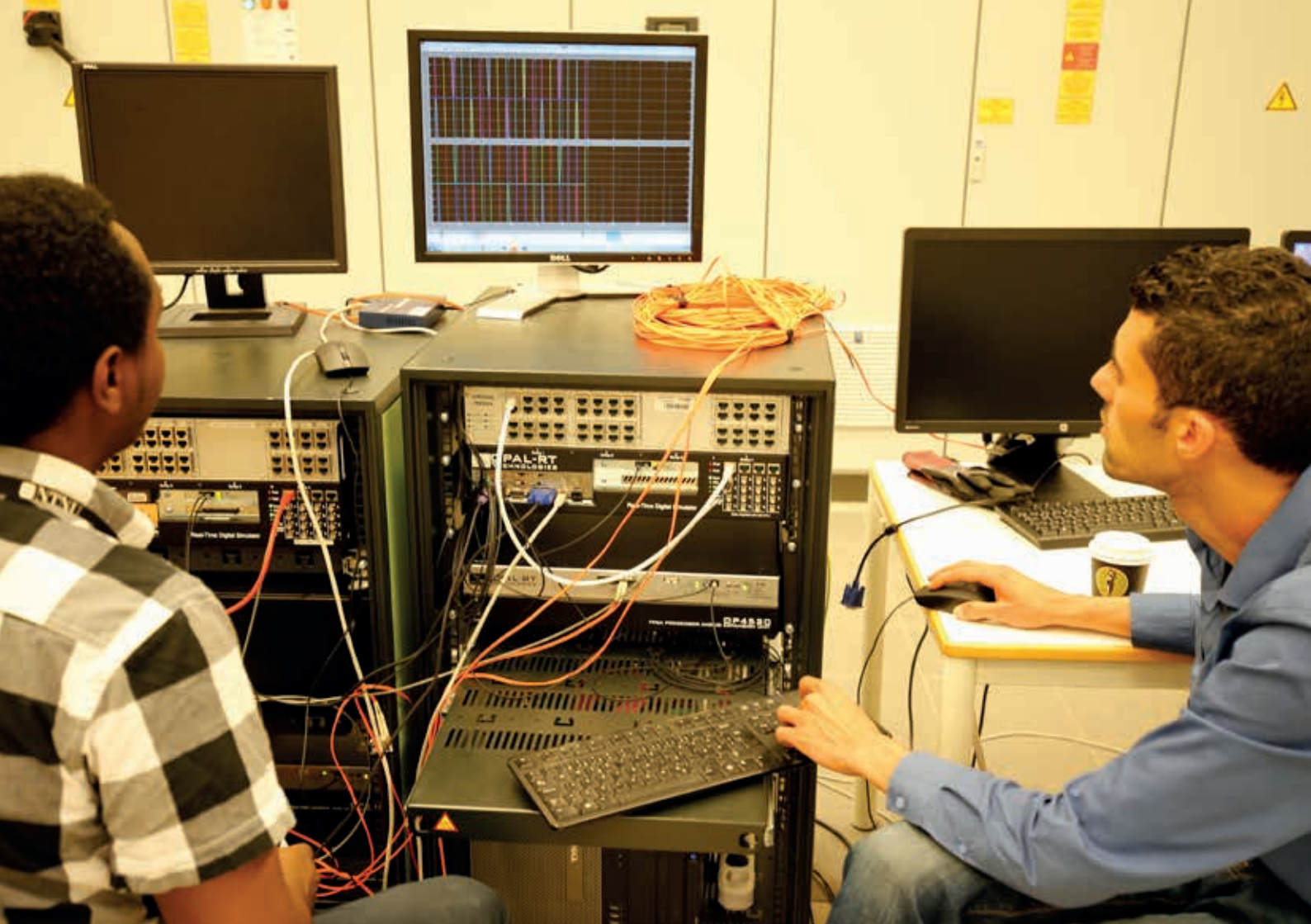


Frekvensstøtte fra vindturbiner

Det er ønskelig at vindkraftverk kan støtte frekvensreguleringen ved feil og spesielt i svake nett. I laboratoriet er det laget et oppsett for å teste og kvantifisere ulike styringsstrategier og hvordan disse

fungerer ved ulike feil (kortslutninger/utfall). Tester er gjort ved hjelp av sanntidssimuleringer og på reelle komponenter og regulatorer for to av de mest brukte vindturbinteknologier.







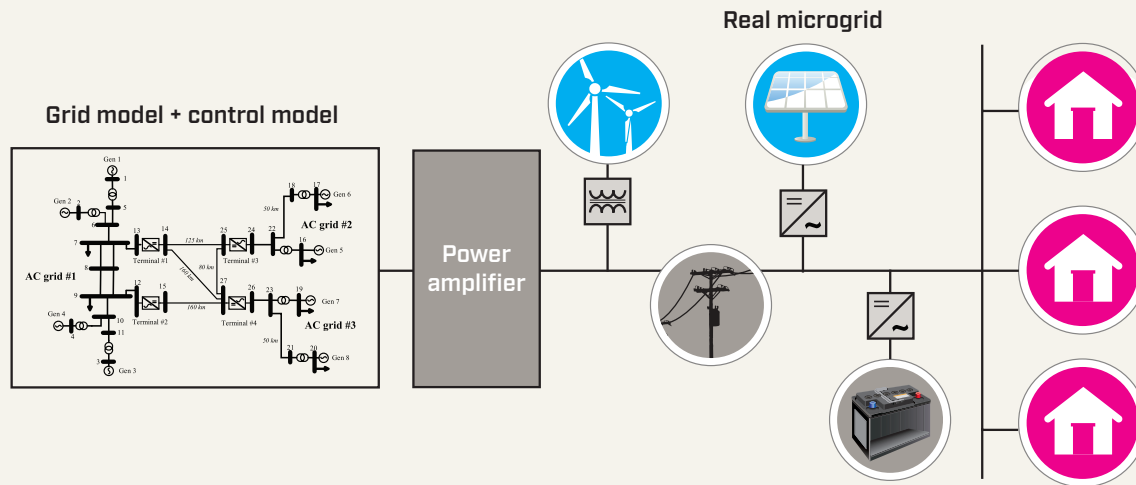
Produkttesting og verifisering

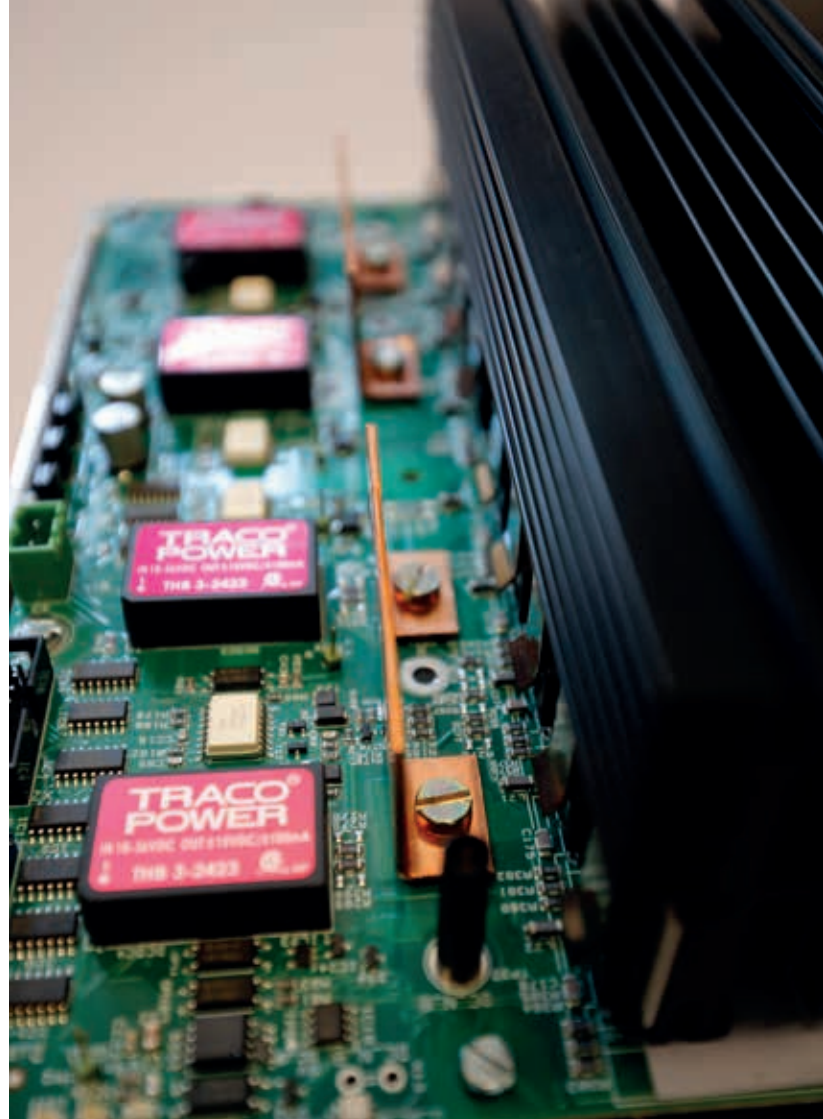
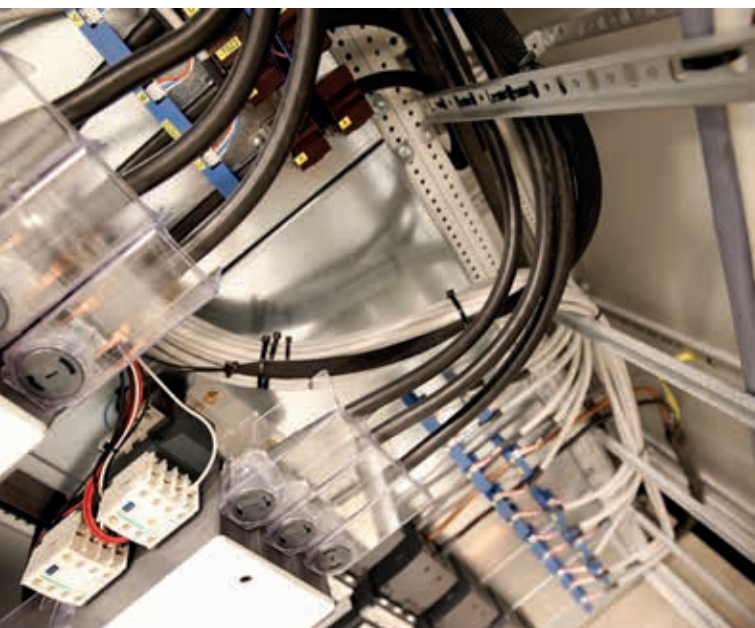
Ny teknologi testes ofte i laboratorier før de kommersialiseres. I smartgridlaboratoriet har ulike leverandører testet utstyr som spenningskompenserings utstyr, kortslutnings-impedansmåleutstyr, spenningskvalitets-analysatorer m.m.

Mikronett (Microgrids)

Ved å integrere sanntidssimulerte kraftsystem inklusive styring/regulering med et lite mikronett bestående av fysiske komponenter som vist i figuren, ble ulike kontrollstrategier for mikronett testet. Som figuren viser er koblingen mellom det simulerte kraftsystemet og

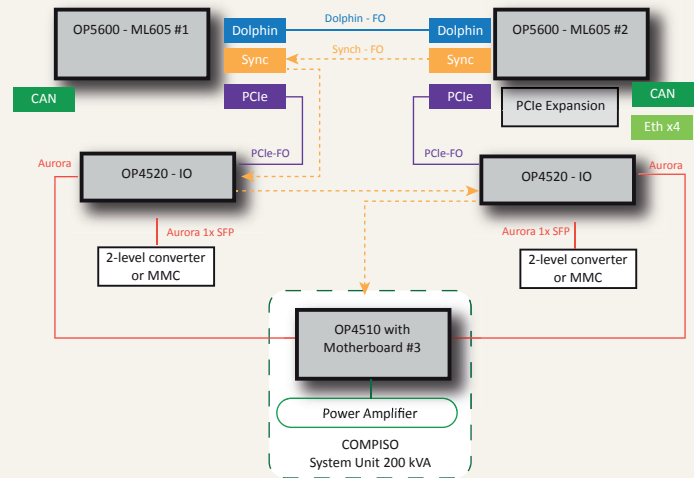
det fysiske mikronett etablert via laboratoriets 200 kVA forsterker slik at f.eks. en simulert kortslutning i det simulerte nettet gir en realistisk spenningsdip i 400 V spenningen på utgangen av forsterkeren.

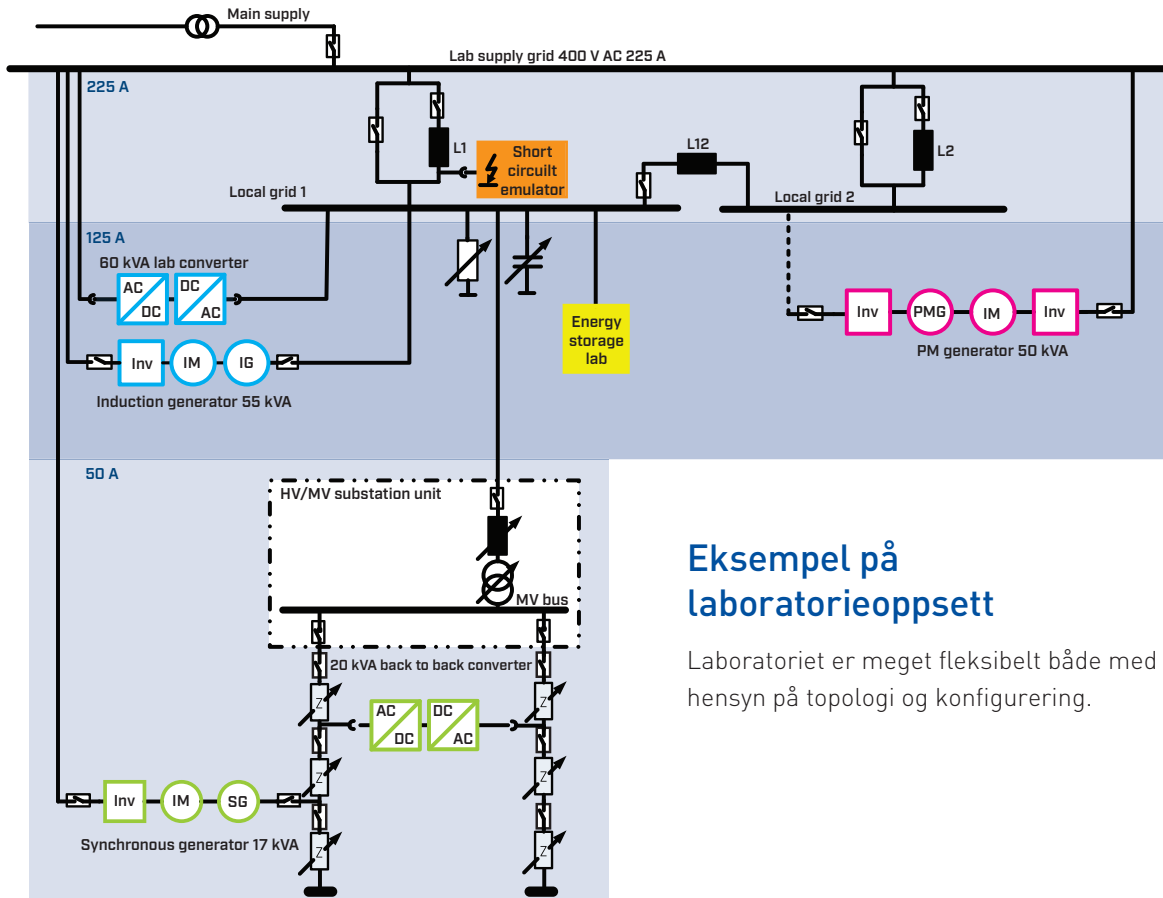




200 kVA Power Hardware in the loop (PHIL)

Hensikten med PHIL er å kunne emulere kraftsystem, utstyr og styring integrert med det fysiske modellkraftsystemet i laboratoriet. Dette medfører at systemstudier kan gjøres for store systemer og dekke rimelige frekvens- og effektområder (0-5000 Hz, 0-400 V AC /700 V DC). Fordelen sammenlignet lavtelsestesting er at ulike fysiske fenomen kan gjenskapes på en mye mer troverdig måte f.eks. termiske forhold og tidskonstanter i roterende maskiner. Figuren viser «Power Hardware in the Loop» med OPAL RT sanntidssimulatorene (OP5600), I/O enheter (OP4520) og Egston forsterkeren (200 kVA, 5kHz).





Eksempel på laboratorieoppsett

Laboratoriet er meget fleksibelt både med hensyn på topologi og konfigurering.

Kontakter:

NTNU

Prosjektleder Professor II Kjell Sand

kjell.sand@ntnu.no

73 59 42 19 / 481 64 542

SINTEF Energi AS

Forskningsleder John O. Tande

John.O.Tande@sintef.no

913 68 188





www.sintef.no / www.ntnu.no

