

## Nollpunktsreaktorer och avstämningsautomatik

**Under senare år har omfattande delar av det svenska elnätet utförts som kabelnät. Processen tog fart på allvar efter Stormen Gudrun, och idag har många elnät övergått till symmetriska kabelnät med kapacitiv effektfaktor. Stora kabelnät kräver nollpunktsreaktorer med väl fungerande avstämningsautomatik.**

När kabelnäten övergår till att primärt bestå av kabelnät behövs ströminjicering för att kunna genomföra en korrekt avstämning av nollpunktsreaktorn. Ännu ett led i kablifieringen är att de kapacitiva jordfelsströmmarna blir så omfattande att elnätet måste förses med distribuerad kompensering i nätstationer, och/eller sektioneras, exempelvis via nollpunktsbildare.

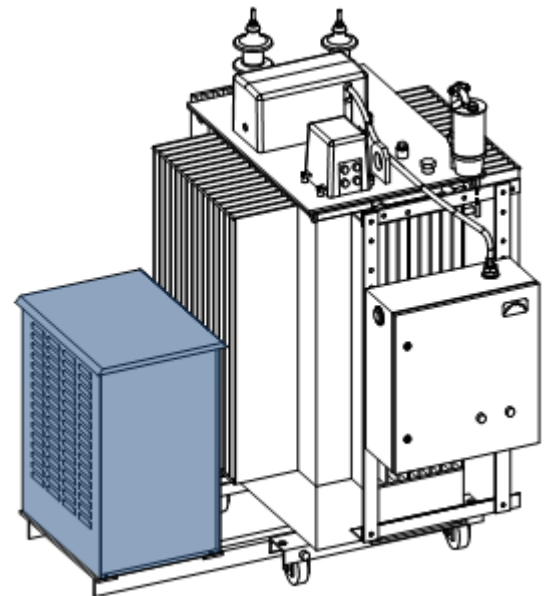
Alternativet till detta kan i vissa fall vara risk för skador på krafttransformatorer och kabelskärmar i händelse av jordfel där de kapacitiva jordfelsströmmarna är omfattande. Utbildningen genomförs under **två arbetsdagar**.

**Utbildningen är intressant för** ingenjörer, tekniker och underhållspersonal på nätbolag.

### Program

**08.00 Elnät och bakomliggande problematik**  
Isolerade luftledningar och luftkabel  
Kapacitiva egenskaper i kraftkablar  
Enfaskablar jämfört med trefaskablage  
Detektering och lokalisering av jordfel  
Detektering av framtida jordfel  
Kabelförläggning i rör  
Reaktiv effekt och effektfaktor  
Kondensatorbatterier och shuntreaktorer  
Systemjordning  
Felströmmar vid maskade och radiella elnät

**10.15 Nollpunktsutrustning**  
Kapacitiva jordfelsströmmar  
Nollpunktsmotstånd och jordfelsskydd  
Jordfelströmmar i kabelskärmar  
Två buggar i systemet  
20kV kablage i 10kV system  
Överkompensering eller underkompensering

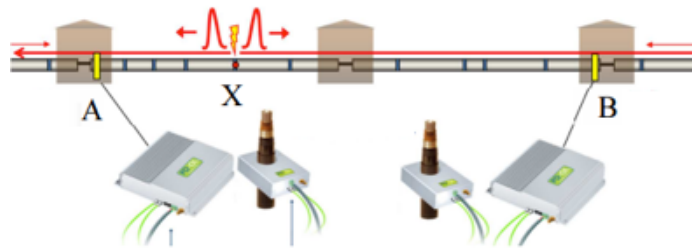


Dubbla jordfel  
Kompenseringsnivå beroende av driftläge  
Kombinerade nollpunktsbildare och nollpunktsreaktorer

**11.00 Gemensam lunch**

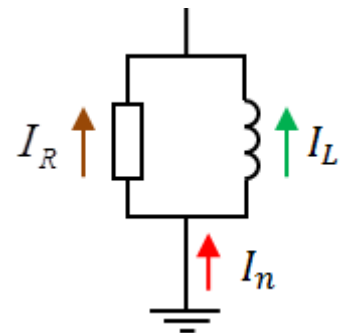
**12.00 Transformatorns neutralpunkt**

Amperevarvsbalans  
Nollföljdsimpedans  
Egenskaper hos olika kopplingsart  
Isolering av neutralpunkter genom ventilavledare  
Bakmatade felströmmar vid småskalig produktion  
Mätning av nollpunktsspänning



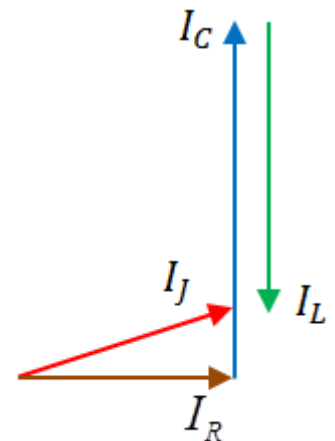
**13.00 Nollpunktsbildare och utjämningslindning**

Kopplingsart för nollpunktsbildare  
Tillämpning av nollpunktsbildare  
Sektionering av elnät  
Utgjämningslindning, för- och nackdelar



**14:30 Stegspänning vid jordfel**

Beröringsspänning  
Jordfelsströmmar beroende av systemjordning  
Myndighetskrav  
Föreskrifter och standarder  
Risker med kabelfiering av elnät  
Risk för spänningssatt PEN ledare



**15.30 Teknisk utveckling av nollpunktsutrustning**

Historisk användning  
Övergång till symmetriska kabelnät  
Tillverkare av nollpunktsutrustning

**16.00 Utbildningsdagen avslutas**

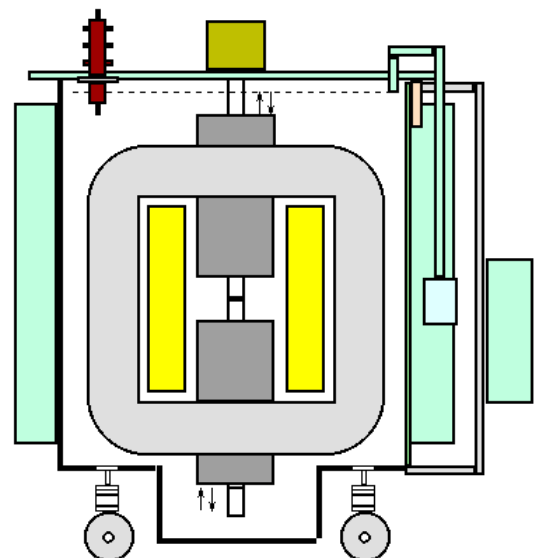
**Dag 2**

**08.00 Nollpunktsreaktorer med dykkärna**

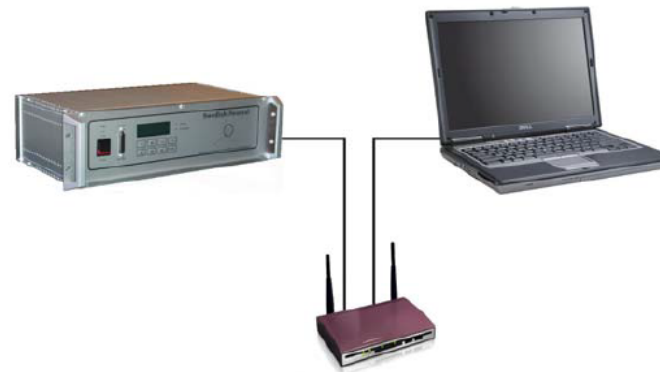
Trench:s nollpunktsreaktorer  
Reglerintervall och funktion

**09.00 Avstämningsautomatik för Trench:s reaktorer**

Admittanskurvor



Över- och underkompensering  
Gränsvärden och tidsfördröjning  
Ströminjicering – ECI  
Särskild transient detekteringsmetod  
Kommunikation mellan enheter



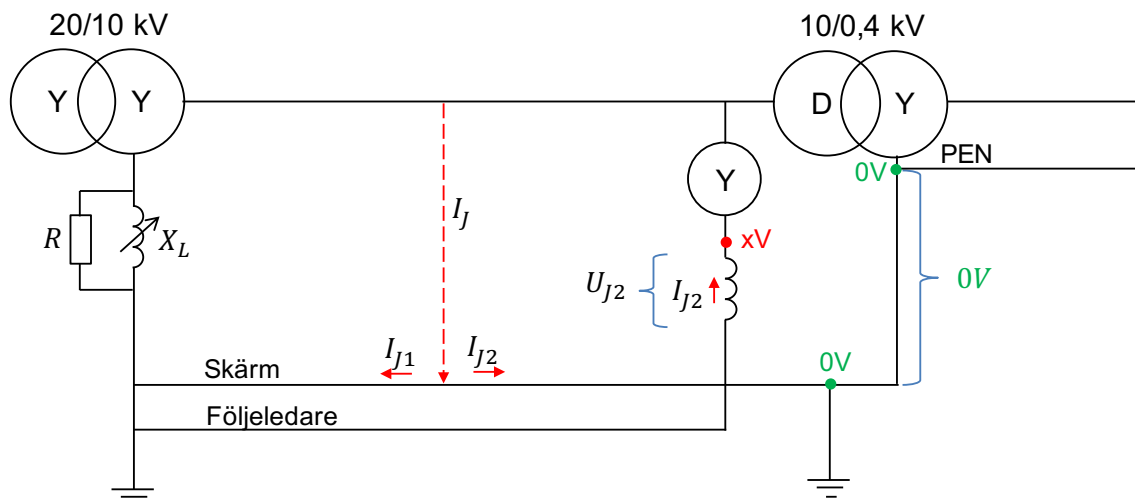
**09.45 Snabbreglerande fastkärnreaktorer**

Reglering via kondensatorer  
Torrisolerade nollpunktsreaktorer

**11.00 Gemensam lunch**

**12.00 Distribuerad kompensering och hybridkompensering**

Tillämpning i stora kabelnät  
Placering i lokalnät  
Kombinerad shuntreaktor och petersenspole i nätstationer



Krafttransformatorer med inkluderad petersenspole  
Kombinerad krafttransformator, shuntreaktor och petersenspole  
Spänningssättning av PEN-ledaren vid jordfel  
Hybridkompensering  
Risker med stora kabelnät  
Värmeutveckling i kabelskärmar  
Övre gräns för distribuerad kompensering per radial  
Paralleldrifv vid annorlunda kopplingsarter  
För- och nackdelar med ZNyn11 transformatorer med P-spole.

**14.10 Intermittenta jordfel**

Åldring av isolationsmaterial  
Detektering och samplingsfrekvens  
Lokalisering av intermittenta jordfel

**15.00 Praktiska erfarenheter av ett projekt**

15.45 Utbildningen avslutas

**Förkunskaper:** Deltagarna bör ha grundläggande kunskaper i elkraft.

**Utbildningens mål:** Deltagarna ska erhålla grundläggande och fördjupade kunskaper inom nollpunktsreaktorer, avstärningsautomatik och tillämpning i kraftsystem.

**Föreläsare:** Gustav Lundqvist, är Civilingenjör i energiteknik och utbildad lärare. Arbetar som utbildare och ingenjör för kraftindustrin.

