

ENHET, VERKSAMHETSOMRÅDE
NK, Kontrollanläggning *EB*

VÄR BETECKNING
TR02-03-1

DATUM
2018-09-03

SAMRÅD
AS, AU
md

TEKNISK RIKTLINJE

UTGÅVA
6

GODKÄND
TD
Anders

Systemuppbyggnad

Uppdateringar

Utgåva	Ändringsnot	Datum
05-03-11 E	Ny dokumentmall	08-07-04
6	Anpassning till nuvarande byggsätt	18-09-03

Innehåll

1	Inledning.....	6
2	Allmänt	10
3	Uppbyggnad.....	10
3.1	Allmänt	10
3.1.1	Tidssynkronisering	12
3.2	Standarder	13
3.3	Datorer i kontrollanläggningar	13
3.4	Kontroll och provning	13
3.5	Tillämpning av IEC 61850 i kontrollanläggningar	13
4	Manöver och indikeringssystem.....	14
4.1	Manöverblockering för frånskiljare.....	14
4.2	Människa maskin kommunikation (HMI).....	15
4.3	Fjärrkontroll	16
5	Reläskyddssystem	17
5.1	Allmänt	17
5.1.1	Felbortkoppling vid olika stationsutformningar.....	18
5.1.2	Larm för obalansström mellan A400 och B400 i tvåbrytarställverk.....	20
5.2	Skydd för ledningar	21
5.3	Telesamverkan	21
5.4	Brytarfelsskydd.....	22
5.5	Reaktorskydd	22
5.6	Shuntkondensatorskydd.....	23
5.7	Transformatorskydd	23
5.8	Samlingsskeneskydd.....	23
5.9	Brytarvalsutrustning för reläskydd och automatiker	23
5.10	Skydd för sektioneringsbrytare.....	23
5.11	Nätvärn	23

6	Automatiksystem.....	25
6.1	Driftuppbyggnadsautomatik.....	25
6.2	Utrustning för FPS-funktion	25
6.3	Snabbåterinkopplingsautomatik (SÅI).....	25
6.4	Nollspänningsautomatik (U0-aut.).....	26
6.5	Lindningskopplarsautomatik.....	26
6.6	Brytarsynkroniseringsdon.....	26
6.7	Fördröjd återinkopplingsautomatik (FÅI)	27
7	Mätsystem.....	28
7.1	Mätvärdesomvandlare.....	28
7.2	Debiteringsmätning.....	28
8	Signaler, larm och händelseregistrering	29
8.1	Störningsskrivare	29
8.2	Felsignalsystem.....	29
8.3	Händelseskrivare.....	29
8.4	Larmsystem.....	30
8.5	Servicenätverk	30
9	Hjälpkraftssystem	30
9.1	Likströmssystem	30
9.2	Batterier	31
9.3	Laddningslikriktare.....	31
9.4	Övervakningsutrustning	31
9.5	Växelströmssystem	31
9.6	Växelriktare.....	31
9.7	LS-omriktare.....	31
10	Övrigt	32
10.1	Dokumentation	32
10.2	Montageprinciper	32

11	Primära apparater	33
11.1	Mättransformatorer	33
11.2	Brytare och frångiljare	33
	<i>Bilaga 1 Översikt kopplingar till ställverk</i>	<i>34</i>

1 Inledning

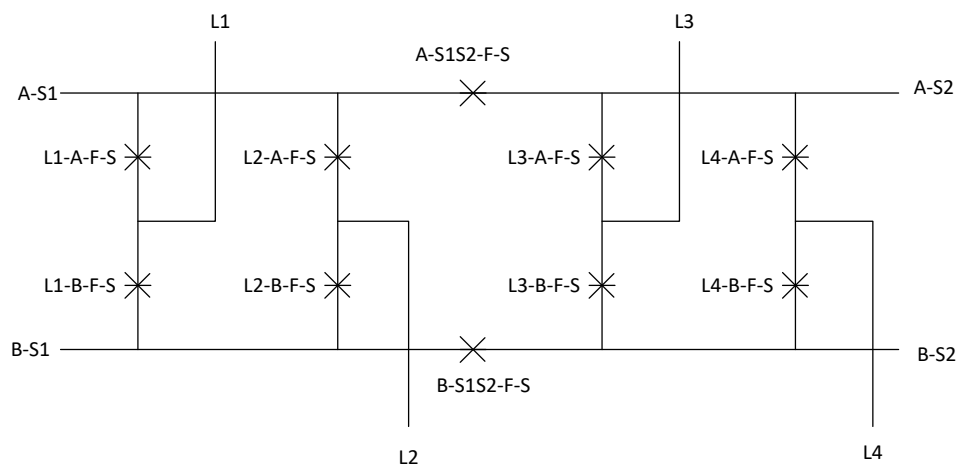
Detta dokument behandlar kontrollanläggningar allmänt, dess olika funktionsenheter och hur dessa samverkar.

När man bygger nya stationer så varierar kontrollanläggningens utformning marginellt och utformningen är inte i så stor utsträckning längre beroende på var stationen ligger geografiskt eller dess betydelse för nätet. Stationer placerade i anslutning till stora produktionsanläggningar har ofta tilläggskrav på kontrollanläggningen men i övrigt ser kraven lika ut oberoende på betydelseklass eller geografisk placering. Nya stationer är idag vanligtvis utformad som tvåbrytarställverk med frånskiljande brytare i vissa fall med sektionerade samlingsskenor. Mindre stationer kan ha enkelskena även här kan sektionerad samlingsskena förekomma.

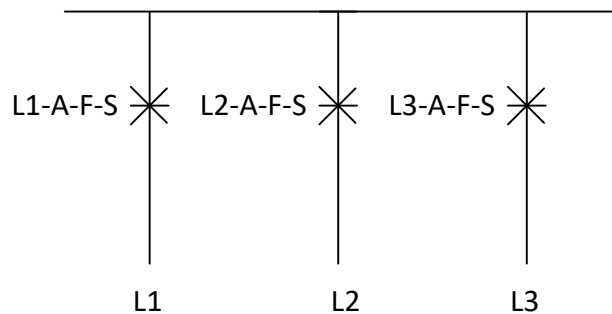
Befintliga stationer har varierande primärutformning och då kan kontrollanläggningen bli mer omfattande. Större och mer betydelsefulla stationer är oftast utformat som ABC-ställverk medans mindre stationer ofta är utformade som AC- eller A-ställverk eller alternativt som enkla påstick.

Några vanligt förekommande ställverkstyper vid nybyggnation eller vid total stationsförnyelse är följande:

Tvåbrytarställverk med frånskiljande brytare och sektionerade skenor

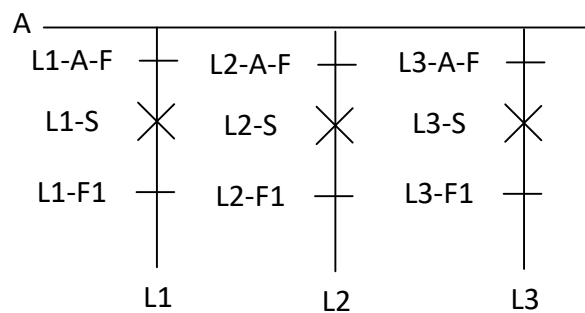


Enkelskena med frånskiljande brytare



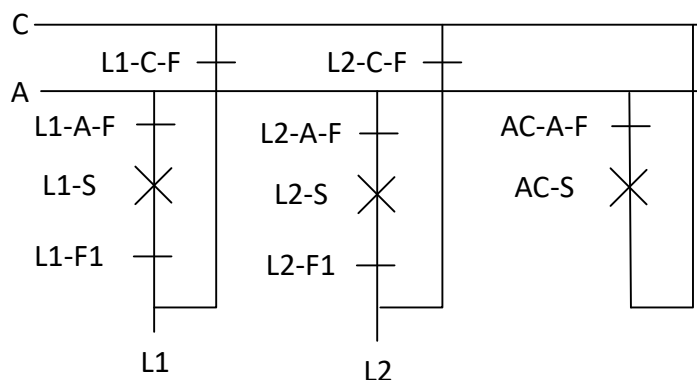
Några vanliga befintliga ställverksutformningar

Enkelskena (A)



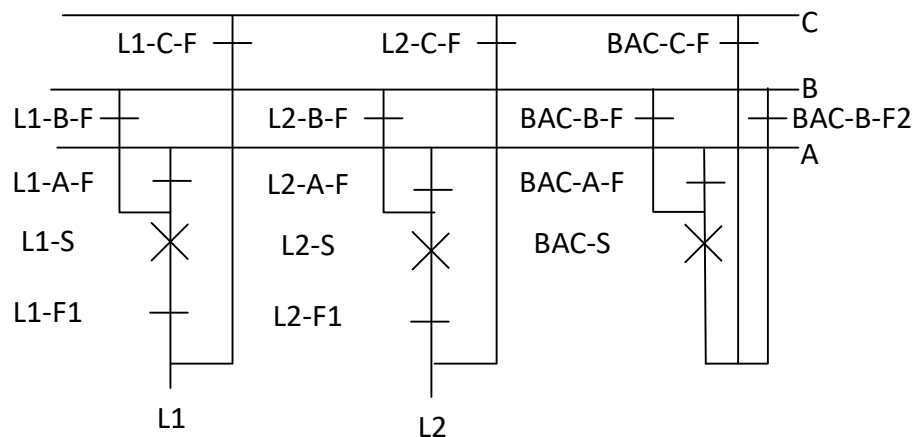
Denna ställverksutformning ger ofta enkla och rena kontrollanläggningar, men nackdelen är att vid underhåll på frånskiljare, som ligger mot skenan måste hela stationen tas ur drift. Vid underhållsåtgärder på övriga kopplingsapparater måste det berörda objektet tas ur drift.

Enkelskena med hjälpskena (AC)



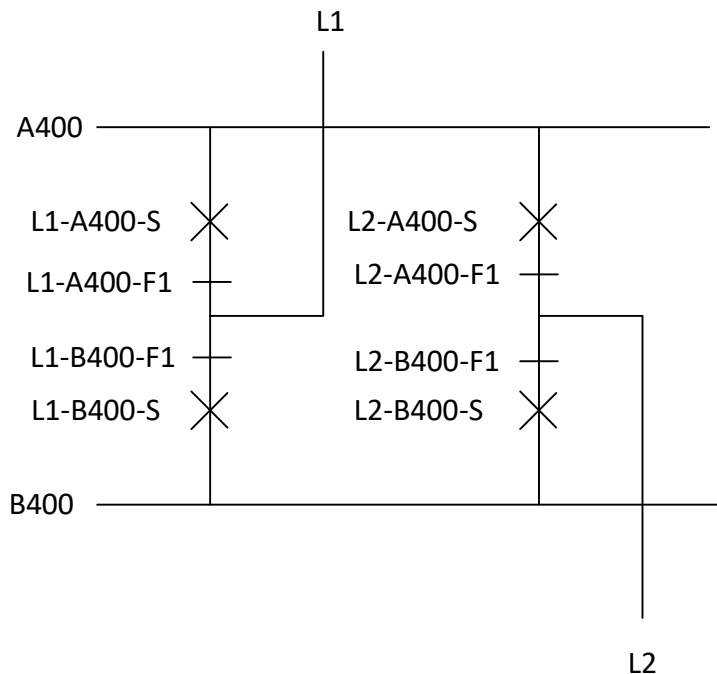
Denna typ av ställverk med en reservbrytare minskar behoven av driftavbrott för underhållsåtgärder. Det är endast vid underhåll på fränskiljare, som ligger mot skenan, som hela stationen måste tas ur drift, men då kan stationen förbikopplas via hjälpskenan. Vid denna utformning krävs ett automatval för att styra automatikers och reläskydds Till- och Fränslagsimpulser till rätt brytare.

Flera skenor med hjälpskena (ABC)



Vid denna utformning krävs ett komplicerat automatval för att styra automatikers och reläskydds Till- och Fränslagsimpulser till rätt brytare. Avbrott, som påverkar driften, behövs endast för underhållsåtgärder på apparater som är placerad närmast objektet t.ex. linjefränskiljare.

Tvåbrytarställverk med frånskiljare



Här behövs ingen valautomatik och kontrollanläggningen blir därför något enklare. Vid underhåll av brytare tar man en skena åt gången ur drift, vilket inte påverkar den normala driften. Underhåll av frånskiljare mot t.ex. ledning medför som i alla andra fall att objektet måste tas ur drift.

Om man i någon av ovanstående ställverkstyper sparar in på primärapparater, kommer detta att ge till resultat att man får en mer komplicerad kontrollanläggning. Framförallt kommer det att påverka automatval för FPS-utrustning, reläskyddsutformning och manöverblockeringen.

Stationer är i regel alltid obemannade utom vid underhållsåtgärder och rondningar.

Kontrollanläggningens huvuduppgift är styrning, driftövervakning och initiering av felbortkoppling.

Styrnings- och övervakningsutrustningar används för att automatiskt eller manuellt styra respektive övervaka nätet och stationens elektriska och mekaniska system under normal såväl som störd drift. Reläskyddssystem ska snabbt, selektivt och säkert initiera bortkoppling av felaktiga nät- och anläggningsdelar.

2 Allmänt

Det är viktigt att studera beroendeförhållandet mellan kontrollanläggningens olika delar. Om ett system utgör reserv för ett annat, ska man se till att båda funktionerna så långt som möjligt fungerar oberoende av varandra.

För att uppfylla de höga kraven, som ställs på felbortkoppling i stamnätet erfordras redundanta reläskydd, som är oberoende av varandra. Detta benämns Sub-uppdelning. För stamnätsanläggningar stamnätet används Sub 1 och Sub 2.

Kontrollanläggningen ska struktureras så att stor driftsäkerhet och hög tillgänglighet säkerställs. Följande grundkrav ska tillämpas:

Enstaka fel i kontrollanläggningen får inte äventyra stationens eller nätets säkerhet.

Delfunktioner i kontrollanläggningen ska kunna provas och kontrolleras på ett betryggande sätt utan att anläggningen behöver tas ur drift.

3 Uppbyggnad

3.1 Allmänt

Kontrollanläggningens struktur är av stor vikt för driftsäkerheten. För att erhålla en bra struktur är det viktigt att indelningen sker på ett systematiskt sätt. Kontrollanläggningen ska därför indelas med avseende på objekt, Sub-tillhörighet och funktion

Funktionerna är bland annat:

- > Manöver och indikeringar lokalt och på fjärr.
- > Reläskyddssystem, Nätvärn.
- > Automatiker såsom FÅI, FPS, SÅI, Brytarsynkronisering etc.
- > Energimätning.
- > Felsignalering, fellokalisering, PMU, händelse- och störningsregistrering.
- > Hjälpkraft

De flesta funktioner kan hänföras till ett visst objekt. Objektsuppdelningen ska uppfylla följande krav:

- > Anpassningsutrustning ska vara fackorienterad.

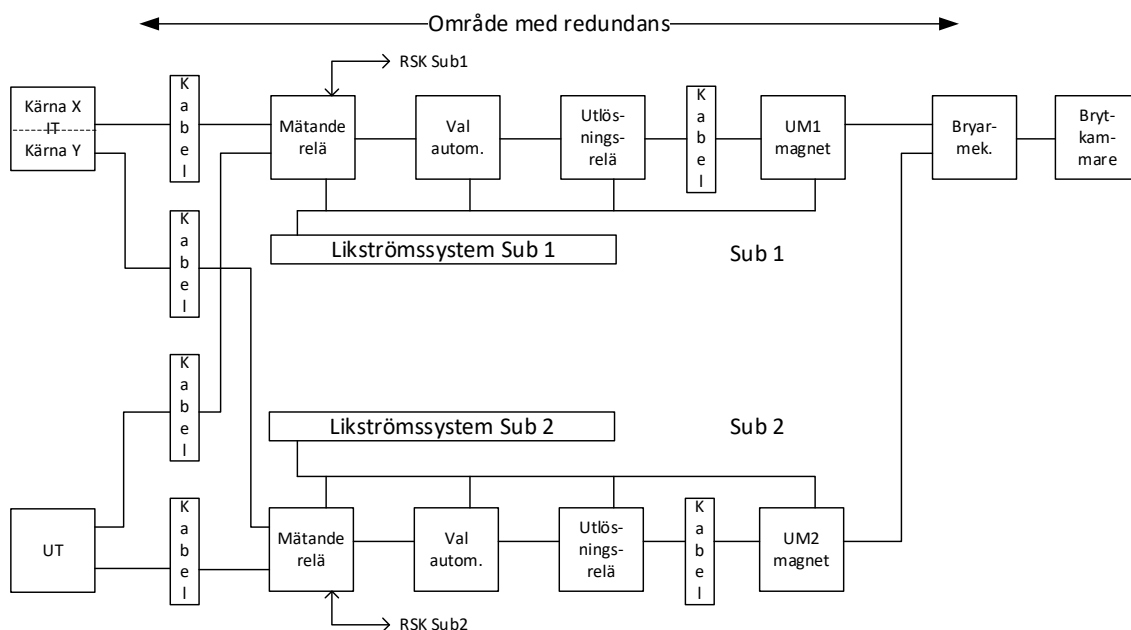
- > Reläskyddsutrustningarna för de olika objekten ska hållas fysiskt separerade från varandra genom placering i olika skåp.

Utförandet ska vara enhetligt för de olika objekten. Finns t.ex. flera objekt med lika bestyckning ska dessa objekts utrustningar vara lika uppbyggda.

Vissa funktioner såsom samlingsskeneskydd, manöverblockering, PFK etc. hänförs helt eller delvis till överordnade kontrollanläggningsdelar. För dessa funktioner bör man samla alla gemensamma delar till en generell enhet och dela upp objektens individuella delar i objektsbundna enheter. De objektsbundna enheterna kan vara placerade i eller i direkt anslutning till där den generella enheten är placerad eller tillsammans med objektets fackbundna utrustning.

Vissa funktioner ska utgöra viss reserv för varandra. Exempel på några av dessa funktioner är:

FÅI - fjärrkontroll	där FÅI ska kunna utföra provinkoppling på ett definitivutlöst objekt även när man tappat fjärrkontrollmöjligheten av en station.
Felsignalsystem - reservlarm	där reservlarmet ska ge larm till driftledaren då ordinarie felsignalsystem inte fungerar eller då man tappat fjärrkontrollmöjligheten av en station.
Lokalkontroll - fjärrkontroll	där lokal manöver ska kunna göras även om fjärrkontrollsystemet inte fungerar.
Reservstyrning – Lokal/Fjärr	Reservstyrning av stationen ska kunna göras om lokal- och fjärrkontroll inte fungerar .
Sub 1 och Sub 2 reläskydd	där redundans ska erhållas enligt nedanstående figur:



3.1.1 Tidssynkronisering

All utrustning i stationen som har egen klocka och som på något sätt lämnar ifrån sig information som innehåller en tidsangivelse, ska tidssynkroniseras. Alla dessa klockor i stationen ska ha samma tid.

Tidssynkroniseringsutrustningen i stationen ska i sin tur vara synkroniserad från en referensklocka via GPS eller NTP-server. En förutsättning är att det system man valt är stabilt där stationen geografiskt är placerad. Tidssynkroniseringsutrustningen ska vara självinställande av datum och tid. Tidsnoggrannheten ska vara lika hög eller högre än det högsta krav som ställs på respektive utrustning.

Överföringen av synkroniseringssignal till respektive utrustning ska ske med tidsmeddelanden med seriell dataöverföring. Om utrustning tappat synkronisering ska utrustningen larma om detta.

All utrustning i stationen ska visa aktuell tid. Omkoppling mellan sommartid och svensk normaltid ska ske automatiskt.

Vid utebliven synksignal får ingen utrustning tidsmässigt avvika med mer än två min/år. Lämplig placering kan vara i störningsskrivarskåpet eller annat stationsgemensamt skåp.

3.2 Standarder

Anläggningar och utrustningar ska uppfylla de krav som finns i Svenska lagar och föreskrifter för elektriska starkströmsanläggningar. De ska dessutom uppfylla kraven i tillämpliga Svenska standarder om ej annat anges i detta eller andra TR02-dokument.

3.3 Datorer i kontrollanläggningar

Praktiskt taget alla kontrollanläggningsdelar idag är någon typ av dator. Kommunikation mellan utrustningarna sker idag med standardiserad kommunikationsbuss. I och med detta har också komplexiteten ökat. Detta ställer mycket stora krav på beställaren så att ökad funktionalitet inte blir ett självändamål. Det ställer också mycket stora krav på programmerare av kontrollanläggningsfunktioner, då ökad funktionalitet inte får betyda minskad tillgänglighet utan ska snarare leda till ökad tillgänglighet för kraftsystemet. Det är viktigt att komma ihåg att man fortfarande måste uppfylla de olika krav som ställs på kontrollanläggningen och att anläggningen går att underhålla under kontrollanläggningens livstid. Man får absolut inte frestas att integrera funktioner, som har krav på individuellt oberoende, bara för att det finns plats i datorn.

Nedan ställs några grundläggande krav:

- > Oberoendekrav mellan funktioner ska beaktas.
- > Datorer innehållande felbortkopplingsfunktioner får inte innehålla andra typer av funktioner. U₀-automatik, SÄI, störningsskrivare, synkrocheck och fellokalisering undantas om det är dokumenterat att dessa funktioner inte påverkar felbortkopplingsfunktionen.

3.4 Kontroll och provning

Innan anläggningsdelar tas idrift med ny kontrollanläggning är det viktigt att verifiera att funktionerna är enligt TR, detta ska göras vid entreprenörens egenkontroll. FAT/SAT är tester där leverantörer visar beställaren att de levererar funktioner enligt kontrakt.

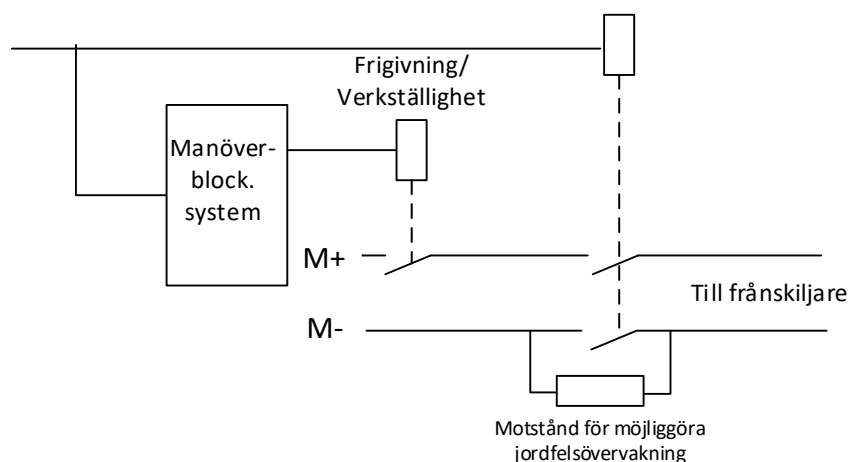
3.5 Tillämpning av IEC 61850 i kontrollanläggningar

Svenska kraftnät har beslutat att använda kommunikation enligt IEC 61850 som stationsbuss. I dagsläget är inte det tillåtet med processbuss enligt IEC 61850.

4 Manöver och indikeringssystem

4.1 Manöverblockering för frånskiljare

Manöver av frånskiljare och jordningsfrånskiljare ska ske via manöverblockeringssystemet. Då LS-systemet är höghohmigt jordat ska manöverkretsen vara tvåpolig d.v.s. både manöverspänningens plus och minus går via manöverreläets kontakter. Kretsen, som går ut till frånskiljaren, ska vara övervakad mot jordfel.



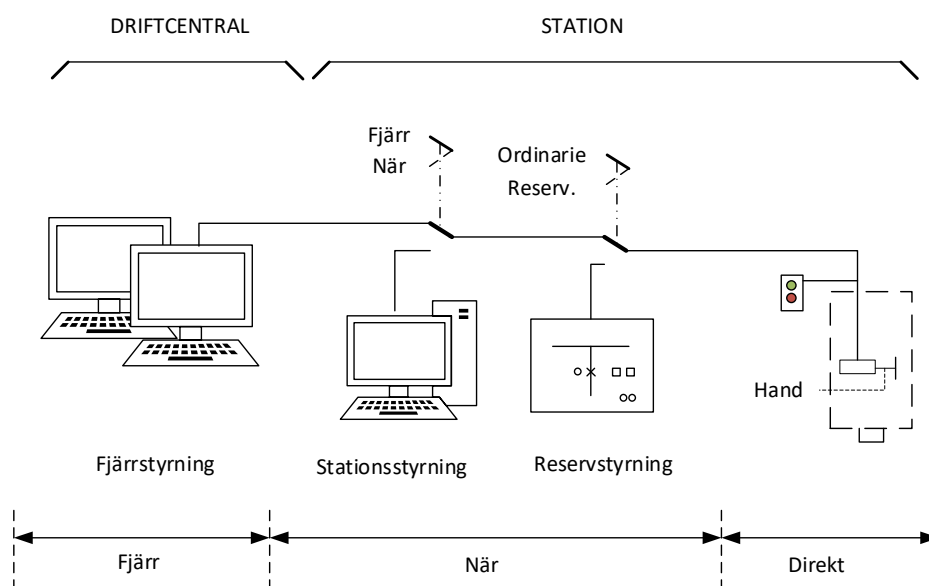
Om stationen inte är försedd med reservstyrningspanel ska blockeringssystemet kunna upphävas lokalt.

För att förhindra felmanöver av utomhusfrånskiljare från en i ställverket placerad manöverplats, ska manövermöjligheten normalt vara blockerad. Detta kan t.ex. ske genom att matningen till tryckknapparna är urbleckade, vilket i sådana fall ska vara väl skyltat.

4.2 Människa maskin kommunikation (HMI)

Styrning och övervakning av stationen sker normalt via fjärr från en driftcentral (DC) men ska också kunna utföras lokalt i stationen. Stationen ska endast kunna styras från en plats åt gången. Valet av manöverplats sker i stationen.

Nedan visas de olika manöverplatserna och de begrepp som används.



Manöversystemet ska ej vara beroende av att båda LS-systemen är i drift. Tillslag av brytare ska normalt ske kontrollerat genom att man använder sig av Fasnings-, Parallellnings- och Spänningssättningsutrustningen, även kallad FPS-utrustningen. En påbörjad tillkoppling ska kunna avbrytas. Vid fel på t.ex. fasningsdonet ska man från fjärr temporärt kunna förbikoppla fasningsutrustningen och göra tillslag av brytaren, s.k. "Rak manöver".

Lokalt i stationen ska det alltid finnas möjlighet att slå till en brytare utan hjälp av FPS-utrustningen. En sådan manöver ska också kunna ske kontrollerat, varför ett system för reservfasning ska finnas där man kan koppla in aktuella spänningar till en synkroniseringsmätsats, så att operatören kan se när rätt förutsättningar för tillkoppling föreligger.

Manöverkretsen för brytare ska vara enpolig d.v.s. enbart manöverspänningens plus går via manöverreläets kontakter medan minusen ligger fast till magneten i brytaren.

När driftformen är "När" och brytare löst ut ska detta indikeras i schemat på manöverplatsen och larm ska erhållas. Om överordnad automatik är startad och är i driftläge, ska larmet och indikeringen undertryckas. På manöverplatsen ska det indikeras att en överordnad automatik arbetar med de objekt som löst ut. Har någon eller några objekt fortfarande avvikande läge, när automatiken arbetat färdigt eller om den manuellt eller automatiskt tas ur drift, ska undertryckta larm och indikeringar frisläppas.

Stationens driftläggning, d.v.s. de primära kopplingsapparaternas aktuella lägen, ska kontinuerligt och automatiskt uppdateras i kontrollanläggningen.

Indikeringen av läget på ställverksapparater ska vid enpoliga manöverdon vara utförda med kontakter i serie.

Indikeringen Till/Sluten ska ske endast när apparaten är i sitt ändläge och kan föra de strömmar den är avsedd för. Likaså ska Från/Öppen endast indikeras när apparaten är i sitt ändläge och avsedd isolation är uppnådd. Indikeringarna ska övervakas med avseende på fellägesinformation (spegelrelä felläge).

4.3 Fjärrkontroll

Samtliga stationer fjärrstyrs normalt från en driftcentral. Lokalt i stationen ska finnas en RTU (Remote Terminal Unit) alt. Gateway för kommunikation med driftcentralen. Om RTU/Gateway och lokal HMI ingår i samma datorsystem krävs en oberoende reservstyrning.

5 Reläskyddssystem

5.1 Allmänt

Reläskyddssystemet byggs upp av ett antal av Svenska Kraftnät godkända skydd enligt fastställd struktur.

Alla in- och utgångar, som behöver vara tillgängliga för provning, samt funktioner, som vid provning kan ge oönskad funktion, ska passera ett provdon. Samtliga reläskyddsutlösningar, tillmanövrar från automatiker och aktiveringar av BFS, som lämnar ett reläskyddsskåp, ska kunna ställas av med en gemensam avställare.

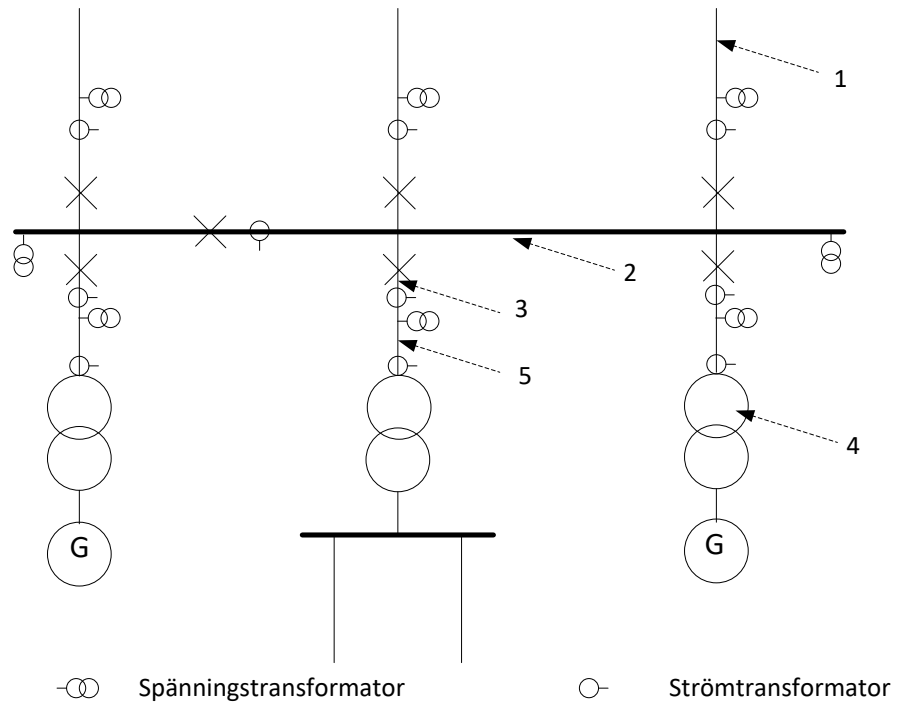
Manöver från operatör ska ej gå via avställare. När avställaren är i läge ”Avställd”, ska larm erhållas i felsignalutrustningen. Alla funktioner, som passerar avställaren, ska kunna mätas på skåpets framsida.

Reläskydd och automatiker, som kan fungera obefogat vid bortfall av mätspänning (t.ex. vid säkringsbrott eller utlöst säkringsautomat), ska vid sådana fall blockeras. Blockeringen ska automatiskt deblockeras, när mätspänningen åter är normal.

Skydd ska vara uppbyggda i ett redundant system med Sub 1 och Sub 2 skydd. I vissa fall krävs ingen lokal redundans för samlingsskeneskydd. Vid eventuella fel på dessa skydd använder man sig av en fjärreserv i motstående ledningsändar samt reservskydd i eventuella transformatorfack. I vissa fall krävs inte heller lokal redundans för ledningsskydd i påsticksstation eller radialmatad station. Redundansen utgörs i dessa fall av ledningsskydd i matande station i kombination med fjärrutlösning.

5.1.1 Felbortkoppling vid olika stationsutformningar

a) Felbortkoppling i Station med normal utformning



Felläge 1

Fel på ledning (1) ska kopplas bort med ledningsskydd, som ska innehas av ledningsinnehavaren. Vid fel på ledningsbrytaren ska dess brytarfelsskydd koppla bort aktuell samlingsskena. Brytarfelsskydd för ledningsbrytare innehas av ledningsinnehavaren.

Felläge 2 och 3

Fel på samlingsskena (2) eller mellan samlingsskena och fristående strömtransformator (3) ska kopplas bort med samlingsskeneskydd, som ska innehas av samlingsskeneinnehavaren. Reservbortkoppling ska ske med motstående ledningsändas ledningsskydd (innehas av ledningsinnehavaren) och transformatorskydd (innehas av transformatorinnehavaren).

För tvåbrytarställverk eller där särskilda krav på snabb felbortkoppling föreligger ska redundanta samlingsskeneskydd finnas. Då ska även samtliga anslutningar ha redundanta skydd för snabb och selektiv felbortkoppling av shuntfel. Seriefel ska selektivt kunna kopplas bort från redundanta skydd.

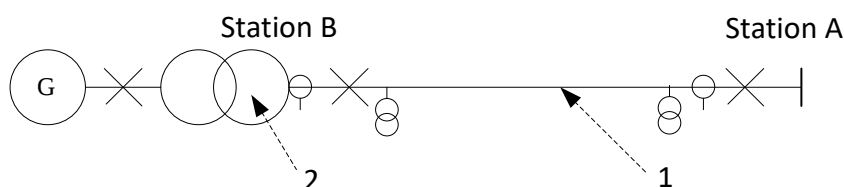
Felläge 4

Fel på transformator (4) ska kopplas bort med transformatorskydd. Skulle transformatorbrytaren inte fungera så kopplar dess brytarfelsskydd bort aktuell samlingsskena. Brytarfelsskydd för transformatorbrytaren innehas av transformatorinnehavaren.

Felläge 5

Fel mellan fristående strömtransformator och transformator (5) ska kopplas bort med transformatorskydd (innehas av transformatorägaren). Reservbortkoppling från Stamnätet ska ske med ledningsskydd i motstående ände av till samlingsskenan anslutna ledningar (innehas av respektive ledningsinnehavare).

b) Felbortkoppling i Radialmatad station



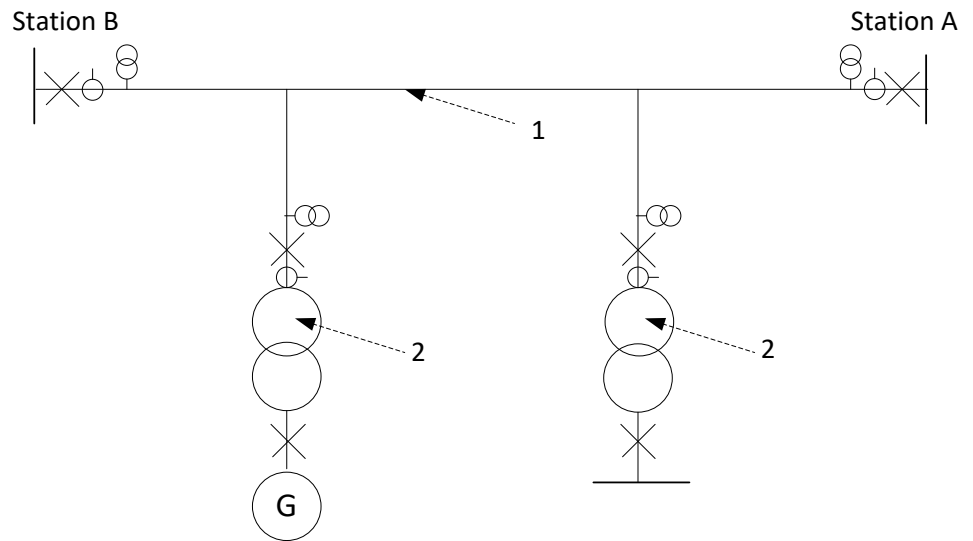
Felläge 1

Fel på ledning (1) ska i Station A kopplas bort med ledningsskydd (innehas av ledningsinnehavaren) som ska skicka fjärrutlösning till transformatorbrytaren i Station B. I Station B ska fel på ledning (1) kopplas bort med ledningsskydd och mottagen fjärrutlösning (innehas av ledningsinnehavaren). Reservbortkoppling kan ske med transformatorskydd (innehas av transformatorinnehavaren). Om transformatorbrytaren ej fungerar, ska brytarfelsskydd koppla bort felet med brytare på nedsidan av transformatorn. Brytarfelsskydd innehas av transformatorinnehavaren.

Felläge 2

Fel på transformator (2) ska kopplas bort med transformatorskydd, som innehas av transformatorinnehavaren. Om transformatorbrytaren inte fungerar ska brytarfelsskydd skicka fjärrutlösning till Station A. Brytarfelsskydd innehas av transformatorinnehavaren. Telekommunikation för fjärrutlösning bekostas av ledningsinnehavaren.

c) Felbortkoppling i Påsticksstation



Felläge 1

Ledningsfel (1) ska kopplas bort med ledningsskydd i Station A och B som ska skicka fjärrutlösning till Påsticksstationerna. I Påsticksstation ska fel på ledning (1) kopplas bort med ledningsskydd och mottagen fjärrutlösning som innehas av ledningsinnehavaren. Om behov av återinkopplingsautomatik föreligger, installeras detta av ledningsinnehavaren. Kostnaden fördelas mellan ledningsinnehavaren och den som ställer kravet. Om transformatorbrytaren ej fungerar ska brytarfelsskydd koppla bort felet med brytare på nedsidan av transformatorn. Brytarfelsskydd innehas av transformatorinnehavaren.

Felläge 2

Fel på transformator (2) ska kopplas bort med hjälp av transformatorskydd, som innehas av transformatorinnehavaren. Om transformatorbrytaren inte fungerar ska brytarfelsskydd skicka fjärrutlösning till alla brytare som är närmast angränsande till den felande brytaren. Brytarfelsskydd innehas av transformatorinnehavaren. Telekommunikation för fjärrutlösning bekostas av ledningsinnehavaren.

5.1.2 Larm för obalansström mellan A400 och B400 i tvåbrytarstallverk

För samtliga 400 kV-brytare ska det finnas en funktion för att detektera om brytaren inte är till eller från i samtliga faser. En strömmätande poldiskrepansfunktion ska användas som enbart ger larm och har en valbar tidsfördröjning. Funktionen ska vara dynamisk och följa genomgående last samt ha ett lägsta funktionsvärde för att undvika

larm vid låg last då den relativa obalansen kan var stor. Olika mätmetoder accepteras förutsatt att de ger god känslighet samt är stabila för normal obalans vid hög last.

5.2 Skydd för ledningar

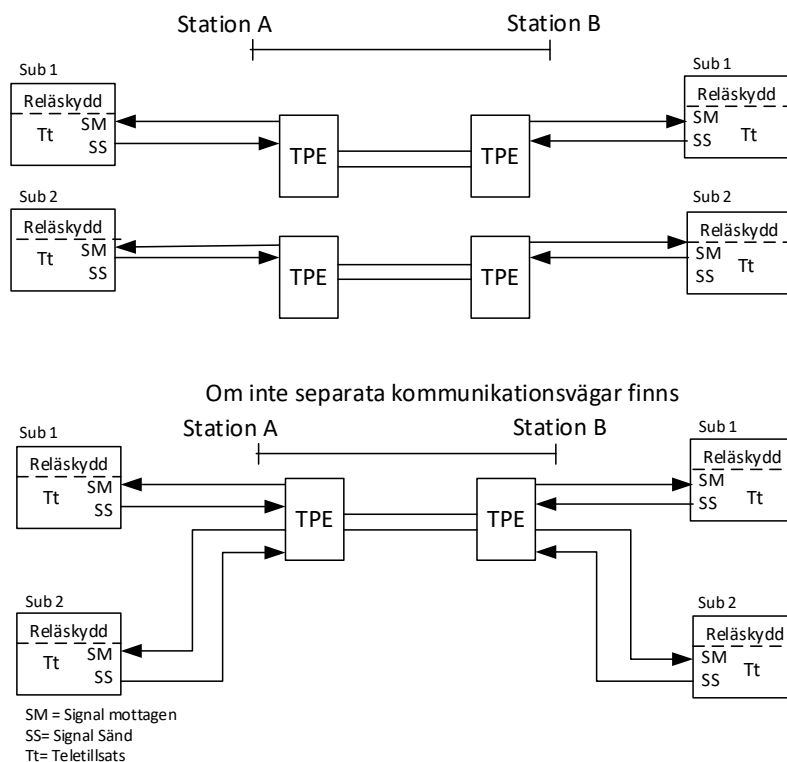
Reläskydden ansluts till mättransformatorerna via fackskåpet. När utlösningvillkoren är uppfyllda, skickar reläskyddet utlösningssimpuls till rätt brytare. Skydden skickar samtidigt information till händelse-, störningsskrivare och BFS, samt SÄI/FÄI.

För att få momentan utlösning av ledningen vid fel längs hela ledningssträckan utväxlar skydden i ändarna binär information med varandra via drifttelenätet, s.k. telesamverkan med reläskyddssamarbete..

5.3 Telesamverkan

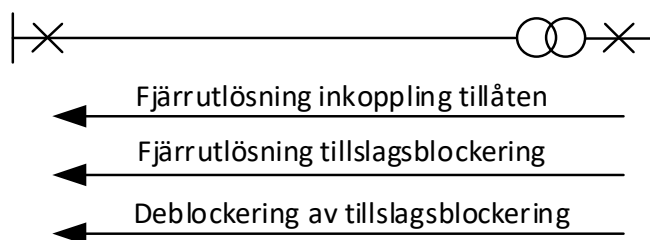
Telesamverkan delas in i bl.a. reläskyddssamarbete, fjärrutlösningar, brytarblockeringar och Systemvärn t.ex. PFK (ProduktionsFrånKoppling). Telesamverkan ska normalt nyttja redundanta kommunikationsvägar.

Vid reläskyddssamarbete ska följande system byggas upp.



Teletillsatsernas funktion är att indikera sändning och mottagning av kommunikationssignaler samt att föra över dessa till reläskydd, händelse- och störningsskrivare. Den ska ge signal, när kommunikationen inte fungerar, samt blockera eventuell återinkopplingsutrustning. Funktionen är normalt integrerad i skyddet.

Där transformatorer har objektsbrytaren i andra ledningsänden ska telesamverkan enligt nedan tillämpas.



5.4 Brytarfelsskydd

Samtliga brytare ska förses med redundanta brytarfelsskydd. Sektioneringsbrytare förses med två redundanta skydd. Brytarfelsskydd ska startas från samtliga skydd och vakter, som löser brytaren (även Fjärrutlösning FUT), utom vid sektioneringsfack, där samlingsskeneskydd startar varsitt brytarfelsskydd. Jordfelsskydd för sektioneringsfack startar endast det ena brytarfelsskyddet. Brytarfelsskydd arbetar normalt bara inom stationen och löser där alla brytare, som angränsar till den felande brytaren, så att felet kan isoleras. I vissa fall där krav på korta felbortkopplingstider är extra höga kan det bli aktuellt att brytarfelsskydd använder telesamverkan för att samverka med ledningsskydd, alternativt sända fjärrutlösning till ledningsbrytare i angränsande station.

Om ledningsbrytare samtidigt är transformatorbrytare, i exempelvis påstick- eller radialmatad station, ska brytarfelsskydd skicka fjärrutlösning men inte brytarblockering till övriga ledningsändar i dessa fall behöver inte BFS vara redundanta. Brytarfelsskydd kan dela kärna med lednings- eller samlingsskeneskydd. BFS ska först skicka utlösningssignal till egen brytare, innan utlösningssignalen sänds till alla andra brytare, som angränsar till den felande brytaren i stationen

5.5 Reaktorskydd

Reaktorskydd arbetar normalt enbart på den egna brytaren och via val på reservbrytaren, men i vissa fall finns brytarinbesparingar och då ska reaktorskydden via automatalet lösa alla brytare, som behövs för att isolera felstället. Då reaktorn löst för inre fel så ska objektet "tillslagsblockeras" för att förhindra manöver både lokalt och från fjärr. Blockeringen ska endast kunna upphävas lokalt i stationen.

5.6 Shuntkondensatorskydd

Shuntkondensatorn ska vid felbortkoppling och vid frånslag vara tillslagsblockerad, tills kondensatorbatteriet är urladdat. Kondensatorskydd arbetar normalt endast på den egna brytaren och via val även på reservbrytare.

5.7 Transformatorskydd

Transformatorskydd arbetar normalt enbart på egna brytare och via val på reservbrytaren. I vissa fall finns brytarinbesparingar, och då ska transformatorskydd via automatvalet lösa alla brytare, som behövs för att isolera felstället. Då transformatorskydden löst för inre fel så ska objektet "tillslagsblockeras" för att förhindra manöver både lokalt och från fjärr. Blockeringen ska kunna upphävas endast lokalt i stationen.

5.8 Samlingsskeneskydd

Samlingsskeneskydd ska installeras på alla samlingsskenor eller skensystem på stamnätet. Hjälpskena ingår i ordinarie skenors skyddszon.

5.9 Brytarvalsutrustning för reläskydd och automatiker

Brytarvalsutrustning installeras i en station för att styra automatikers och reläskydds Till- och Frånslagsimpulser till rätt brytare. Det installeras ett separat val för Sub 1 och Sub 2. Valet i Sub 2 är av enklare utförande än i Sub 1.

Brytarvalsutrustningen i en station ska automatisk följa stationens driftläggning och styras av stationens spegelreläsystem. Bortfall av hjälplikspänning får inte medföra att valsystemet intar ett felaktigt läge eller förorsakar oönskade utlösningar. Brytarvalsutrustningen ska ha övervakning av avvikande läge.

5.10 Skydd för sektioneringsbrytare

För sektioneringsbrytare installeras brytarfelsskydd, U₀-automatik och ett känsligt jordfelsskydd för att detektera seriefel.

5.11 Nätvärn

Nätvärn installeras i kraftsystemet för att om möjligt rädda detta vid drifttillstånd, som kan leda till sammanbrott i kraftsystemet. Dessa tillstånd kan vara över- eller underskott av produktion, extrema spänningar eller brist på överföringsförmåga.

Nätvärn ska betraktas som reläskydd men behöver inte vara redundant uppbyggt i sig själv. Det ska dock alltid ha redundanta kommunikationsvägar.

Produktionfrånkoppling (PFK) installeras när det vid bortkoppling av en ledning finns risk för ett större sammanbrott, bland annat p.g.a. att kvarvarande ledningar utsätts för överlast. PFK startas av att ett objekt blivit definitivt löst av något reläskydd. PFK

signalen skickas lokalt inom stationen eller via drifttelenätet till den eller de produktionsresurser, som ska kopplas bort.

Automatisk förbrukningsfrånkoppling (AFK) installeras framförallt i distributionsnät för att koppla bort belastning vid stort produktionsunderskott för att kraftbalansen ska återställas. AFK mäter frekvensen och kopplar bort belastningar i olika steg, se föreskrift SvKFS 2001:1.

Extremspänningsautomatiker ska installeras på alla shuntreaktorer och shuntkondensatorer för att skydda kraftsystemet från extrema spänningar.

På likströmsförbindelserna med utlandet ska det finnas möjligheter att automatiskt eller manuellt koppla in nödeffekt, d.v.s. snabbt förändra effektöverföringen på ett för kraftsystemet fördelaktigt sätt.

6 Automatiksystem

Automatiker installeras i anläggningar för att underlätta driften av kraftsystemet samt för att de är snabba och effektiva. Automatiker ska vara uppbyggda så att de ger samma automatiska funktion som de instruktioner som driftledaren har.

6.1 Driftuppbyggnadsautomatik

DUBA installeras inte längre i Stamnätet.

6.2 Utrustning för FPS-funktion

Alla tillslag av brytare för ledningar och transformatorer, där skillnad i frekvens, spänning eller fasvinkel kan förekomma, ska ske med hjälp av en automatisk Fasnings-, Parallellnings- och Spänningssättningsutrustning. Utrustningen är normalt en objektsbunden utrustning men kan också vara stationsgemensam. Detta innebär att alla stamnätsstationer ska ha utrustning för FPS-funktion. För radialmatade stationer och enkla påstick, som inte har produktion under sig, samt mindre 220 kV stationer, vilka ligger i rena transmissions- och distributionsområden, räcker det med utrustning för Parallellning- och Spänningssättningsfunktion.

6.3 Snabbåterinkopplingsautomatik (SÅI)

Snabbåterinkopplingsautomatiker har, till skillnad från fördröjd återinkopplingsautomatik (FÅI), återinkopplingstider, som är kortare än 1 s. SÅI installeras normalt i båda subsystemen men vid mindre viktiga ledningar enbart i Sub 1.

Snabbåterinkopplingsautomatiken placeras i anslutning till ledningsskyddet för det objekt, som ska styras. SÅI ska arbeta direkt mot ordinarie brytares tillslagsmagnet och via val mot reservbrytarens. Återinkopplingen ska vara så utförd att den kan tas i drift och Ur drift lokalt såväl som på fjärr.

SÅI installeras på alla stamnätsledningar med undantag av radialledningar med produktion i andra ändan och vissa flerpunktsledningar. På flerpunktsledningar återinkopplar man oftast endast "huvudledningen", medan påsticken får kopplas in med hjälp av FÅI eller manuellt.

Återinkoppling i anslutning till stora produktionsanläggningar ska ha frigivning från två synkronismkontrollen när vinkel-, spänning- och frekvensskillnaden ligger inom tillåten gräns, s.k. två av två koppling.

Kriterium för SÅI är:

- 1 SÅI i drift.

- 2 Telekommunikationen för ledningar med samverkande skydd är felfri.
- 3 Brytare har legat i Till-läge en viss tid.
- 4 Startimpuls från reläskydd.

Start från reläskydd ska komma från ledningsskyddens momentana steg. SÅI ska inte tillämpas för kabelledningar. Består ledningen av både friledning och kabel ska dock SÅI installeras.

6.4 Nollspänningsautomatik (U0-aut.)

Nollspänningsautomatik används i nätet för att förbereda återuppbyggnad efter störning. Samtliga objekt ska förses med egen nollspänningsautomatik.

Nollspänningsautomatiken ska endast slå ifrån det egna objektets brytare eller via val reservbrytaren.

Nollspänningsautomatik för samlingsskena, som löser runt hela skenan, får ej förekomma.

Mätning av spänning ska ske på det egna objektet.

6.5 Lindningskopplarautomatik

Lindningskopplarautomatik installeras på transformatorer med lindningskopplare. Sådana finns vanligtvis på systemtransformatorer mellan stamnät och underliggande nät samt på transformatorer, som matar strömriktare i HVDC-stationer. Automatiken är till för att reglera spänningen på nedsidan av transformatorn. Automatiken ger reglerorder till lindningskopplaren, då spänningen ligger utanför angivna toleranser.

Automatiken ska kunna blockeras, om det är låg spänning på överliggande nät, så att inte spänningen på underliggande nät regleras på bekostnad av överliggande.

Lindningskopplarläget och driftformen ska kunna fjärröverföras till driftcentral.

6.6 Brytarsynkroniseringsdon

Brytarsynkroniseringsdon ska installeras på brytare för samtliga shuntreaktorer och shuntkondensatorer samt på en del större transformatorer.

För reaktorer och shuntkondensatorer installeras brytarsynkroniseringsdon för både Till- och Frånslag.

För större transformatorer (>350 MVA) installeras ett don för Tillslag om brytaren saknar inkopplingsmotstånd.

Utrustningen installeras då brytaren har enpoliga manöverdon, men kan i vissa fall även installeras vid ett trepoligt manöverdon. I sådana fall utförs fördröjningen mellan faserna mekaniskt på brytaren. Den lösningen ska undvikas, vid de tillfällen då synkroniseringsdon krävs för både Till- och Frånslag.

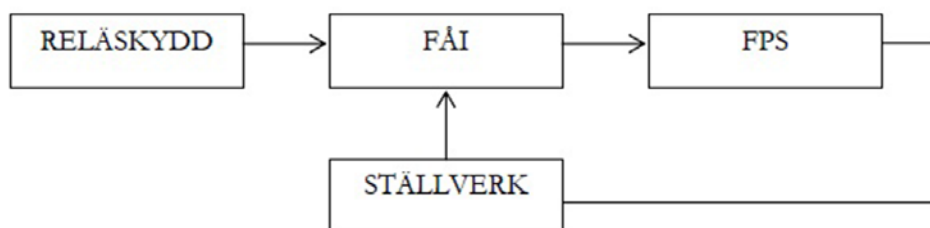
6.7 Fördröjd återkopplingsautomatik (FÅI)

Fördröjd Återkopplingsautomatik (FÅI) är en utrustning som utför en kontrollerad inkoppling av en ledning efter en definitivutlösning. Med definitiv utlösning menas att utlösning från skydd, vakter, automatiker där SÅI saknas eller när utlösning sker efter inkoppling från SÅI mot kvarstående fel. Inkopplingen från FÅI sker normalt med hjälp av Fasnings-, Parallellnings- och Spänningssättnings-utrustningen (FPS).

FÅI gör endast en provinkoppling.

FÅI installeras i stamnätsstationer som ersättning för DUBA vid ny-och reinvesteringar.

För att en FÅI ska kunna utföra sitt arbete behöver den information och funktionell kontakt med stationens olika kontroll- och primäranläggningsdelar. Nedan visas i stort hur en FÅI kommunicerar inom anläggningen.



Funktionen för FÅI är:

- 1 FÅI får sin start från utlösande reläskydd.
 - 2 Därefter avkänns diverse primärtillstånd i kraftsystemet och ställverket.
- När nödvändiga villkor är uppfyllda kopplas FPS in för tillslag av brytaren.

7 Mätsystem

7.1 Mätvärdesomvandlare

Mätvärdesomvandlare installeras för att omvandla strömmar och spänningar till för kontrollanläggningen mera lämplig storheter. Omvandlarna används främst till automatiker, reglerutrustningar, instrument och driftövervakningssystem.

Stationer förses med erforderligt antal mätvärdesomvandlare för mätning av spänning, ström, aktiv och reaktiv effekt samt frekvens. Mätning i en station ska ha omvandlare med klass 0,2 enligt IEC 60688 med Amendment 1 och Amendment 2. Mätonoggrannheten för hela mätkedjan (totalfelet) får högst vara 0,5 %.

7.2 Debiteringsmätning

Samtliga anslutningspunkter till stamnätet ska förses med dubbelriktad redundant mätning av aktiv och reaktiv energi. Mätvärdena ska på begäran fjärröverföras till central avräkningsdator placerad på annan ort. Mätningen ska ske med godkända debiteringsmätare. Vid tvåbrytarställverk får strömmen från de bägge mätkärnorna ej summeras.

Alla övriga objekt ska även dessa ha debiteringsmätare installerad. Samtliga debiteringsmätare ska vara anslutna till lokal mätdator för insamling och analys av mätdata.

8 Signaler, larm och händelseregistrering

För att kunna göra en störningsanalys efter en störning, installeras ett antal hjälputrustningar, som registrerar vad som skett på kraftnätet och i kontrollanläggningen. Störningsskrivaren används för att se hur nätet har reagerat vid störningar, samt för bestämning av felläget. Med hjälp av skrivaren kontrolleras även att skyddssystemet har fungerat som det var avsett.

Alla ledningsskydd ska innehålla fellokalisator som hjälp att bestämma felläget.

Händelseskrivare installeras för att registrera händelser, som rör stamnätet. Det som registreras är brytarlägesförändringar, reläskydds- och automatikindikeringar samt kontrollanläggningsdelars driftlägen.

Störningsinformation ska kunna fjärröverföras till ett centralt analyscenter.

Felsignalsystemet ska ge larm vid fel i anläggningen och information om vad som är fel.

8.1 Störningsskrivare

En fristående störningsskrivare ska installeras i alla stationer. I vissa mindre stationer kan det räcka med störningsskrivare som är integrerade i reläskydden. Förutom den fristående störningsskrivaren ska även reläskydd innehålla störningsskrivare

Av störningsskrivarplanen framgår exakt vad som ska registreras.

Störningsskrivaren är en del i ett system för analys av störningar på nätet. För att den ska passa in i detta system är antalet godkända störningsskrivarfabrikat begränsat.

8.2 Felsignalsystem

Samtliga stationer ska förses med felsignalsystem, som ger driftledaren information om feltillstånd. Utrustningen ska presentera samtliga felsignaler lokalt i stationen samt skicka grupperade signaler via ordinarie fjärrkontrollsystem till driftcentralen. Stationen ska även utrustas med ett reservsystem, som ska sända grupperade felsignaler (Stort larm, Litet larm, Brand, Hjälp etc.) via reservlarmsändare till driftcentralen.

8.3 Händelseskrivare

Händelseskrivare ska installeras i alla stamnätsstationer samt för transformatorobjekt direkt anslutna till stamnätet. Alla stationens händelser ska vara presenterade i en lista. Endast i mycket små stationer är det acceptabelt att listan presenteras objektsvis.

8.4 Larmsystem

Stationer ska förses med larmklockor, sirener eller liknande för att personal i stationer bli uppmärksammade på att fel i stationen har uppkommit.

8.5 Servicenätverk

Ett Ethernet-nätverk benämnt Service-LAN ska installeras. Till detta ansluts alla reläskydd, TPE, händelseskivare, störningsskivare, energimätning, låssystem och all annan utrustning med kommunikationsmöjligheter.

Utrustningen placeras i eget skåp. Observera att störmiljökraven på denna utrustning följer samma krav som för övrig utrustning i kontrollrummet.

Fjärröverföring sker via A-WAN till Svenska kraftnäts centrala system.

Systemet i stationen ska vara utfört så att obehöriga ej kan ansluta sig till utrustningar i stationerna. Detta kan ske m.h.a. behörighetskontroll med lösenord.

9 Hjälpkraftsystem

Hjälpkraftsystemet består av ett likströmssystem och ett växelströmssystem, som matas från växelriktare. All annan växelström i stationen betecknas lokalkraft. Hjälpkraftsystemet används som kraftförsörjning av kontrollanläggningsdelar och annan utrustning, som drivs med likström. Likströmssystem och växelriktare används för att få avbrottsfri kraft i stationen.

9.1 Likströmssystem

Stationens kontrollanläggning ska matas från stationens likströmssystem. Likströmssystemen byggs upp i olika spänningsnivåer, normalt två.

Systemet med den högre spänningen (110 eller 220 V) ska vara uppbyggt av två galvaniskt skilda system. Systemen ska vara lika dimensionerade, och ett system ska vid normala driftförhållanden kunna mata hela stationen. Detta system matar stationens reläskydd, LS-motorer samt mer effektkrävande utrustningar.

Det system som har den lägre spänningsnivån (24 eller 48 V) matar övriga utrustningar såsom datorer, teleutrustningar m.m. Denna spänning får endast användas inom kontrollrumsbyggnaden och får aldrig direktanslutas till utrustning i svåraste elstörningsmiljön. Systemen ska normalt drivas höghmigt jordade.

9.2 Batterier

Normalt installeras batterier för en spänningsnivå (110 alt. 220 V ls). För att få andra spänningar installeras LS-omriktare. Batterierna ska vara av typ fritt ventilerade.

9.3 Laddningslikriktare

Laddningslikriktare ska installeras i stationer för den normala strömförsörjningen av likströmsbelastningar samt för laddning av batterierna.

9.4 Övervakningsutrustning

Varje enskilt LS-system ska övervakas med avseende på hög- och lågspänning, utlösta säkringar, jordfel, batterikretsfel m.m. Onormala tillstånd ska ge larm till felsignalutrustningen.

9.5 Växelströmssystem

Varje station ska vara försedd med växelströmsmatad lokalkraft, som ska försörja diverse motorer, fläktar, värme, belysning, pumpar, likriktare samt vissa kontrollanläggningsdelar. Säkringsgrupper, som matar kontrollanläggningsdelar, ska vara övervakade. Lokalkraften ska ha minst två inmatningar, en ordinarie och en reserv. Om det endast finns en matning till stationen, ska ett reservkraftaggregat användas som reservmatning. Om två matningar finns räcker det med ett mindre reservkraftaggregat för enbart nödkraft. Omkopplingar mellan olika matningsvägar ska ske automatiskt.

9.6 Växelriktare

Samtliga stationer ska förses med växelriktare för att erhålla ett avbrottsfritt växelströmssystem för matning av utrustningar som inte finns för likströmsdrift t.ex. skrivare, bildskärmar, kommunikationsutrustning, teleutrustningar m.m. Växelriktare ska vara dimensionerade för 25 % reservkapacitet, då deras effekt underskrider 1,5 kVA. Om växelriktarspänning behöver lämna manöverbyggnaden ska det vara en egen växelriktare för detta ändamål.

9.7 LS-omriktare

LS-omriktare ingår i likströmssystemet, för att skapa andra spänningsnivåer än batteriernas, eller för att erhålla galvanisk skiljning mot batterierna.

10 Övrigt

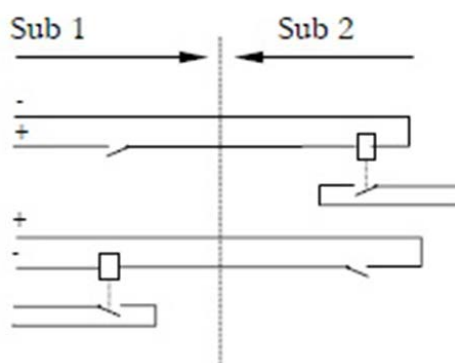
10.1 Dokumentation

Dokumentationen ska vara uppbyggt på ett strukturellt sätt enligt gällande krav i TR02 samt TR08 för dokumentation. Dokumentationen ska beskriva anläggningens utformning såväl fysiskt som funktionellt.

10.2 Montageprinciper

Kablar tillhörande olika Sub-system ska dras separerade i hela sin sträckning.

Kretsar som ingår i Sub 2-systemet får ej dras in i skåp tillhörande Sub 1-systemet. Detta medför att informationsöverföringen mellan de båda systemen måste ske genom kretsar, som ingår i Sub 1-systemet med ett gränssnitt med reläer för att få galvanisk isolation, se figuren nedan.



11 Primära apparater

11.1 Mättransformatorer

Mättransformatorer installeras för att man i kontrollanläggningen ska kunna mäta de strömmar som går genom ett objekt, samt vilken spänning som finns över objektet. Detta görs för att klara felbortkoppling, driftövervakning och debiteringsmätning. Strömtransformatorer ska ha minst fem kärnor, varav en ska vara en mätkärna.

För strömtransformator med fem kärnor ska dessa utnyttjas enligt nedan:

Kärna	Ska användas till
1.	Mätning/Instrumentering
2.	Reläskydd Sub 1, störningsskrivare
3.	Samlingsskeneskydd Sub 1
4.	Samlingsskeneskydd Sub 2
5.	Reläskydd Sub 2

Strömtransformatorer, som används för viktiga samlingsskenors samlingsskeneskydd, ska ej vara placerade i transformatorgenomföringen.

En spänningstransformator ska normalt ha endast en Y-kopplad sekundärlindning men kan i vissa fall ha två sekundärlindningar, en Y-kopplad och en som är kopplad som ett öppet delta. Spänningskretsarna från mättransformatorernas Y-kopplade lindningar ska vara avsäkrade och utrustade med säkringsövervakning. Övervakningen ska vara placerad så nära den matade utrustningen som möjligt.

Kopplingslådor i ställverket för ström och spänningstransformatorer ska ha ett standardiserat utförande.

11.2 Brytare och frånskiljare

Brytare och frånskiljares driftlägen ska via hjälpkontakter speglas i kontrollanläggningen. Apparaterna ska övervakas med avseende på fel i manöverdon och att primärapparaterna är manöverdugliga.

