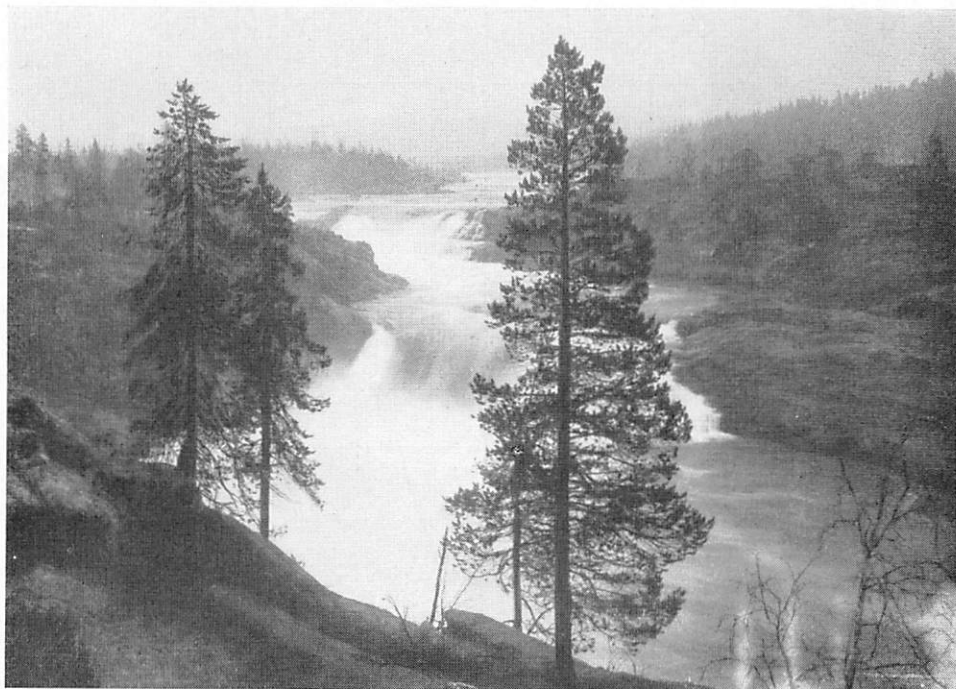


INMATNINGSSTATIONERNA OCH KRAFTFÖRSÖRJNINGEN



"De vita kolen." Motiv från Porjusfallen före kraftverkets byggnad.

Kraftförsörjningen för de svenska statsbanornas ledningsnät är ordnat efter två skilda system. Orsakerna till detta förhållande hava redan inledningsvis blivit berörda. Här må därför endast nämnas, att malmbanans kraftöverföringsanläggning är baserad på den principen, att lågperiodig ström alstras redan i kraftverket, medan övriga elektrifierade bandelar via omformare äro anslutna till det för allmän kraftdistribution avsedda kraftledningsnätet.

Vid malmbanans utfördes samtliga transformatorstationer efter likartade principer och med undantag för smärre moderniseringar hava de fått kvarstå i oförändrat skick. Med inmatningsstationerna vid övriga linjer har det förhållit sig

annorlunda. Allt eftersom de tillkommit hava nämligen på dem tillämpats de erfarenheter som samlats under årens lopp, varför de framträda som representeranter för olika skeden i en fortgående utveckling. Det kan med hänsyn härtill vara av intresse att anknyta den följande redogörelsen särskilt till omformarstationerna.

Tack vare den högt valda kontaktledningsspänningen ha omformarstationerna kunnat förläggas relativt glest. Placeringen har därför i allmänhet kunnat rättas efter kraftledningarnas belägenhet, vilket i kostnadsavseende varit fördelaktigt.

Enligt de avtal, som tillämpas, tillhandahåller kraftleverantören den av statens järnvägar köpta energien vid en för alla omformarstationer — med ett undantag — gällande spänning av 6300 volt.

I omformarstationen omvandlas den trefasiga energien med hjälp av synkronomformare med tillhörig apparatur och instrumentering till 16 $\frac{2}{3}$ -periodig enfasenergi av 16000 volts spänning, vilken utmatas i kontaktledningen.

För närvarande äro statens järnvägars omformarstationer utförda i fem olika typer.

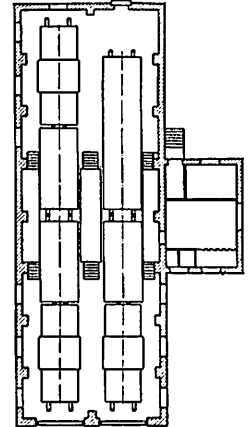
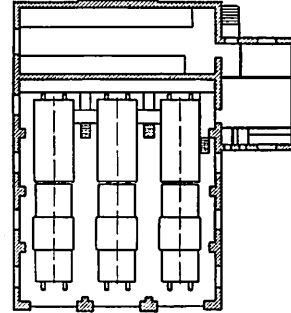
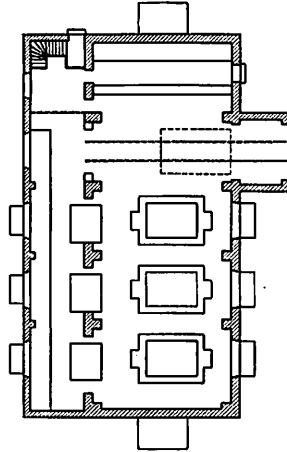
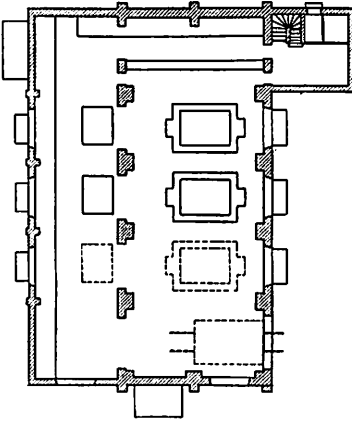
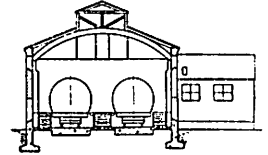
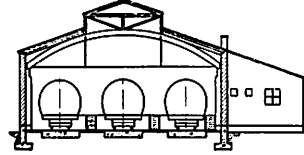
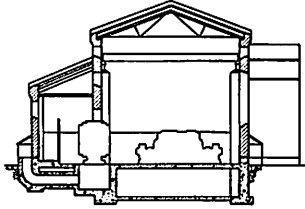
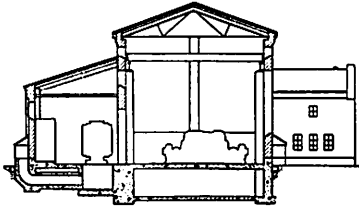
De två äldsta utföringsformerna, typerna I och II, förekomma vid västra stambanan och malmölinjerna. Dessa typer, vilka endast förete smärre skillnader, äro båda byggda för att kunna inrymma tre fast uppställda omformaraggregat, ehuru i några stationer blott två uppställningsplatser äro tagna i anspråk.

Mellan kraftleverantörens understation och omformarmaskinerierna äro oljebrytare insatta. Dessa äro uppställda i omformarstationen i det s. k. 6 kV-stativet, vilket även inrymmer plats för de inkommande kablarnas kabelboxar, för mättransformatorer samt för oljebrytare till banbelysningstransformatorerna. 6 kV-stativet är uppsatt utefter byggnadens ena långsida. Utefter en av dess kortsidor är 16 kV-stativet ordnat. Detta inrymmer oljebrytare för banströmmen, mättransformatorer samt kabelboxar för utgående kablar. Stationens kontrolltavla är uppsatt framför 16 kV-stativet, och huvudtransformatorerna, i vilka den av omformarmaskineriet lämnade enfasenergien om 3000 volts spänning höjes till 16 kV, äro uppställda mellan 6 kV-stativet och omformaraggregaten.

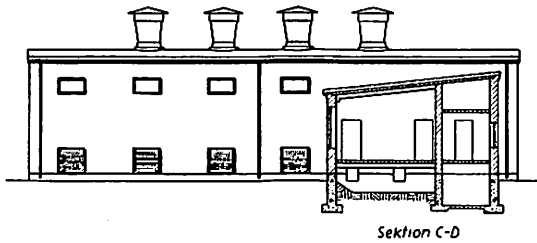
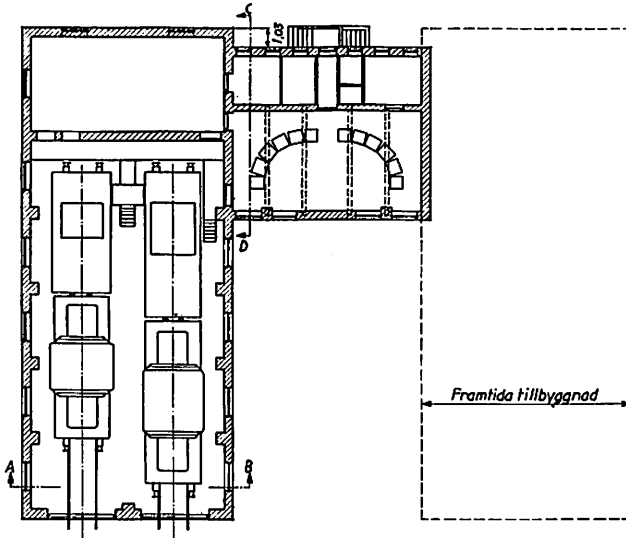
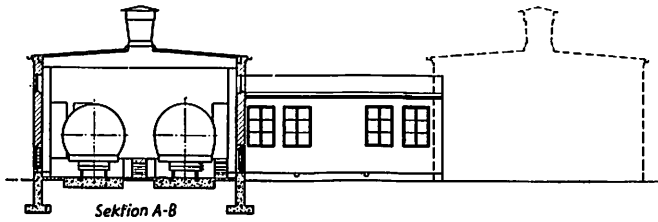
Övrig utrustning, omfattande i huvudsak ackumulatorbatterier, laddningsomformare, likriktare och lokaltransformatorer, är för typ I uppställd i bottenvåningen och för typ II i källarvåningen. Källarutrymmena tagas vidare i anspråk av maskinernas fundament, av banbelysningstransformatorerna samt i typ II av starttransformatorer. I typ I finnes en för samtliga aggregat gemensam starttransformator i 6 kV-stativet. På kortsidorna av byggnaden äro anordnade intag för kyl luften och på långsidorna motsvarande utlopp.

För underlättande av montage och reparation av den maskinella utrustningen finnes i dessa stationer en travers för 30—50 tons lyftkraft och 7.5 m lyfthöjd, varjämte i de flesta fall även ett sänkbord om 80—100 tons belastning och ett

OLIKA TYPER AV OMFORMARSTATIONER



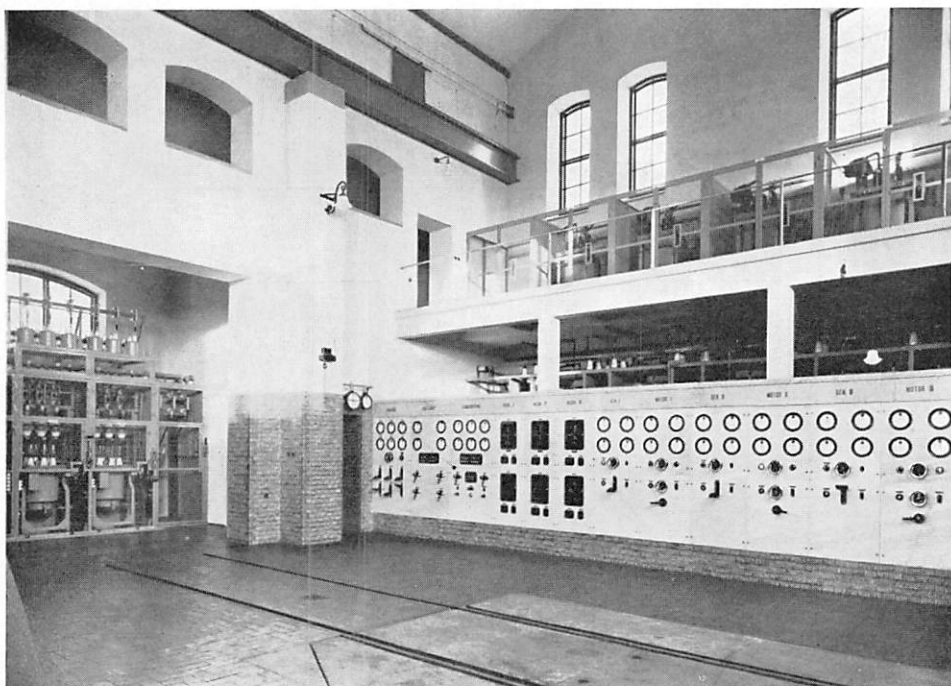
Plan och sektion för omformarstationer, från vänster till höger typ I, II, III och IV.



Plan och sektion av omformarstation typ V.

sänkdjup av 3.5—4 m anordnats. Det senare är huvudsakligen avsett att användas vid tillsyn eller reparation av kraftleverantörens transformatorer och oljebrytare.

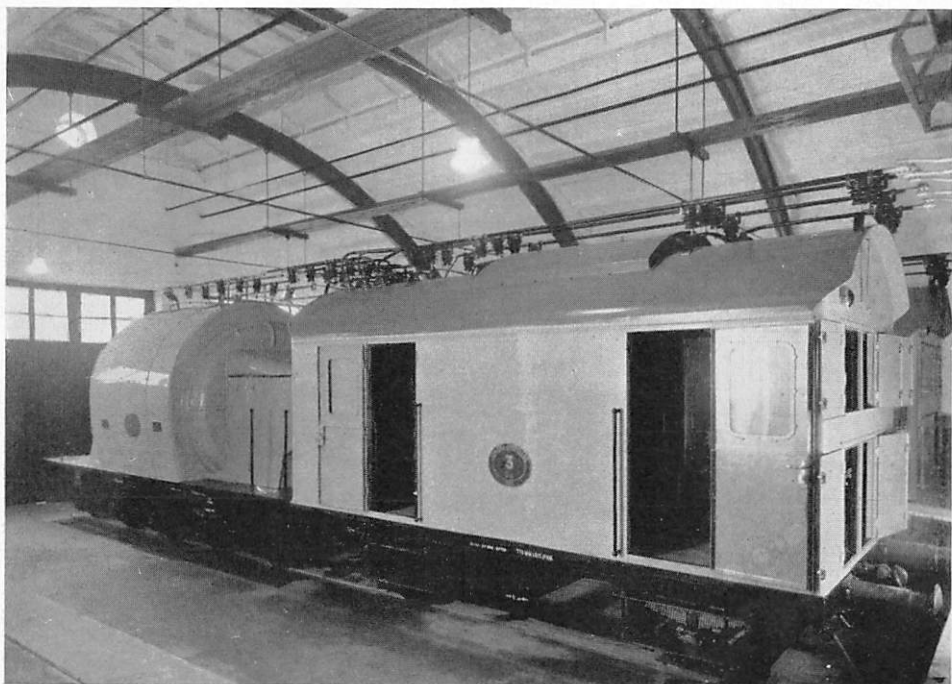
Nästa typ av omformarstationer, typ III, tillkom vid elektrifieringen av ångelinjerna. Den skiljer sig väsentligt från sina föregångare, då omformaraggregaten gjorts transportabla. Avsevärda fördelar vunnos härigenom. Tillgänglig maskineffekt kunde lätt omflyttas för täckande av varierande lokala kraftbehov, och re-



Kontrolltavla i omformarstation typ II.

servhållningen av aggregat blev underlättad. Även stationsbyggnaden kunde göras mindre dyrbar, då traverser och av dem betingade väggförstärkningar bortföll. De relativt dyrbara maskinfundamenten erfordrades ej heller, och några källarutrymmen behövde ej anordnas. Stationen består därför blott av en maskinhall med tre inkommande spår för aggregatens uppställning, ett ställverksrum för fast utrustning samt en utbyggnad inrymmande kontrollrum och expeditionsrum för ledningsmästaren. Golvplanet i ställverksrummet och utbyggnaden ligger i höjd med golvet i omformarvagnarna, mellan vilka plattformar ordnats, så att en rak passage erhålles från kontrollrummet genom samtliga vagnar. Härigenom nås en betydligt underlättad övervakning av de transportabla enheterna. På byggnadens långsidor och i portarna finnas intagsöppningar för kyl Luft, vilken utsläppes genom öppningar i en taklanternin.

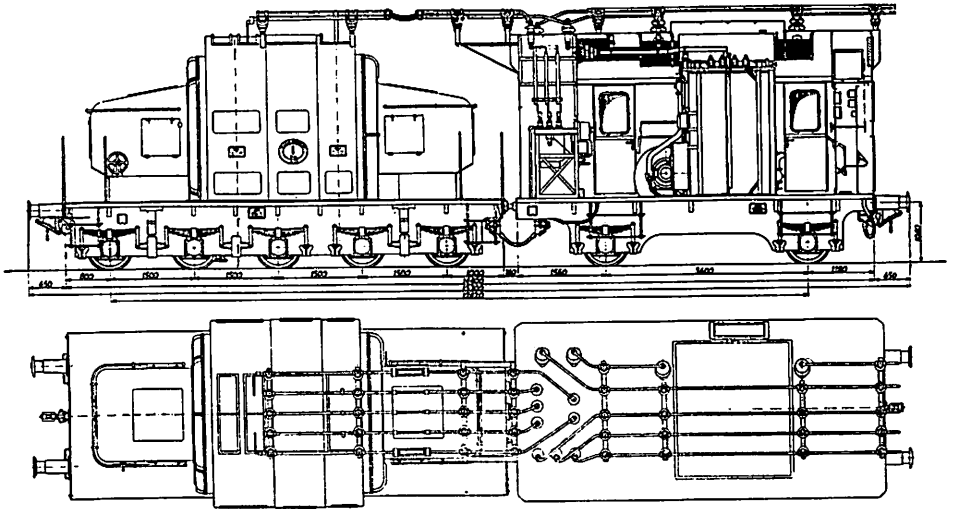
Den fasta utrustningen omfattar 6- och 16-kV-stativ, banbelysningstransformatorer, ackumulatorbatteri med likriktare samt kontrolltavla. Då den instrumentering och de apparater, som erfordras för maskinernas igångsättning och reglering finnas placerade i en till omformaraggregaten hörande instrumentvagn, har den fasta 6kV-utrustningen blivit i motsvarande grad förenklad.



Interiör från omformarstation typ III med transportabla aggregat.

För att få all instrumentering transportabel, anskaffades senare, ehuru mera på prov en ställverksvagn inrymmande en utrustning motsvarande den fasta utrustningen i omformarstation typ III. På grund av det begränsade utrymmet måste dock härvid en viss inskränkning företagas. En omformarstation bestående av ställverksvagn jämte transportabla omformaraggregat inrymd i en härför avsedd byggnad har betecknats med typ IV. Endast en sådan station har emellertid blivit uppförd vid statens järnvägar. Den har två uppställningsspår för vagnarna, varvid på ena spåret två omformare och på andra spåret en omformare och ställverksvagnen kunna uppställas och anslutas. Byggnaden är försedd med kylloftsintag samt lanternin med två vertikala fläktar för utgående kylloft. Vid sidan om maskinhallen finnes en tillbyggnad innehållande kontrollrum samt expeditjonsrum för ledningsmästaren. Den fasta kontrolltavlan disponeras till största delen av kraftleverantören för dennes instrumentering i utomhusställverket.

De i samband med fortsatt elektrifiering tillkommande omformarstationerna bliva av typ V. Fullt utbyggda äro dessa att betrakta såsom dubbelstationer. De bestå nämligen av två maskinhallar, vardera för två aggregat, samt av ett mellanliggande kontrollrum. Utbyggnaden kan också ske i två etapper, enär den andra

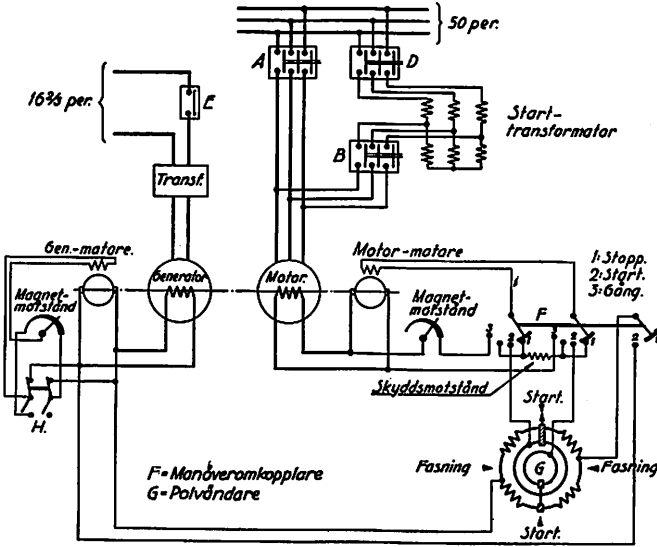


Transportabelt omformaraggregat bestående av omformarvagn jämte instrumentvagn. Aggregaten tillhöra stationer av typerna III—V.

maskinhallen kan tillbyggas senare, då behov härav föreligger. På hallarnas långsidor samt i portarna finnas kylfluftsintag, och på vardera taket monteras fyra stycken utsugningshuvor av plåt för kylluft. Dessa förses tillika med elektriskt motordrivna fläktar. I mellanbyggnaden inrymmer förutom kontrollrum även batterirum samt expeditjonsrum för ledningsmästaren. Gentemot föregående typer kunna dessa stationer väntas bli bättre utnyttjade med avseende på kylningen, emedan aggregaten äro fördelade två och två. En fördel är även att stationerna kunna förses med större maskineffekt, då anslutningsdetaljer finnas för sammanlagt fyra aggregat.

Omformaraggregaten bestå av en trefas synkronmotor samt en enfas synkron-generator. Den förstnämnda är tolvpolig och byggd för 6300 volts huvudspänning och 3200 kVA vid $\cos\varphi = 0.7$. Den senare ger vid en enfasspänning av 3000 volt och $\cos\varphi = 0.8$ en effekt av 2400 kVA. Maskinerna ha gemensam axel, vilande i 2 lager på en hel bottenplåt. Varvtalet är 500 pr minut. Enfasgeneratorns stator är uppdelad i två halvor. I elektriskt avseende äro maskinerna synnerligen rikligt dimensionerade. Överbelastningsförmågan efter föregående kontinuerlig fullbelastning uppgår till 80 % under 15 min.

Varje enfasgenerator är direkt ansluten till en enfastransformator för 2400 kVA med omsättningen 3000/16800 volt i tomgång. I instrumenteringen för varje aggregat ingå fyra oljebrytare, nämligen en motorbrytare för 6 kV, två startbrytare för 2 resp. 6 kV samt en generatorbrytare för 16 kV.



Startning.

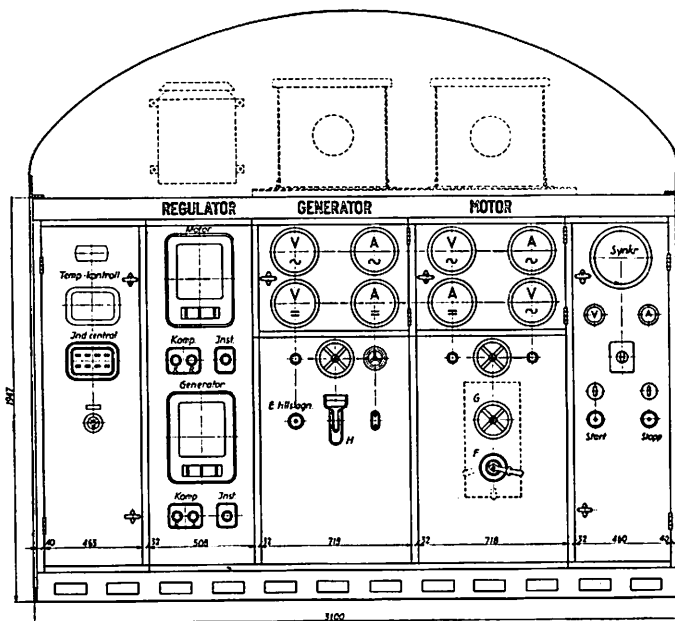
- G och F ställas i startläget. B och D tillslås.
- H tillslås sedan motorn uppnått synkron hastighet.
- G ställs omväxlande i den ena och andra fasningsställningen, tills rätt fasläge uppnåtts på 1-fassidan.
- F ställs i gångläge, D och B fränslås, A tillslås.
- E tillslås

Vid fränslagning av A fränslås E automatiskt.

Vid fränslagning av E fränslås H automatiskt.

Startdiagram för omformarstation typ II samt för transportabla aggregat.

Vid startningen av ett omformaraggregat tillslås c:a en tredjedel av normalspänningen direkt på motorn, som härvid startar på grund av virvelströmmar i poler och polplattor. Startspänning erhålles från den förut omnämnda starttransformatorn. Eftersom motorn är 12-polig och generatoren 4-polig är det icke säkert att maskinen, då den uppnår synkronism, kommer i fas på generatorsidan med den eller de generatorer, som förut äro i drift i stationen. Före inkopplingen till 16-kV-samlingsskenan måst därför i de flesta fall fasning verkställas, vilket sker genom upprepad omkastning av motorns magnetström. Härvid bringas rotorn att falla tillbaka en poldelning för varje omkastning, till dess rätt fasläge uppnås. Fasläget avläses på ett synkroskop, som är anslutet dels till generatorspänningen från ett förut i drift varande aggregat, dels till generatorspänningen från det aggregat, som startas. Strömriktningen i motorns magnetlindning omkastas med hjälp av en polvändare, som i omformarstationerna av typ I har tämligen stora dimensioner. I senare utförande har man för att slippa den stora polvändaren övergått till att omkasta strömriktningen i motorns magnetlindning genom ändring



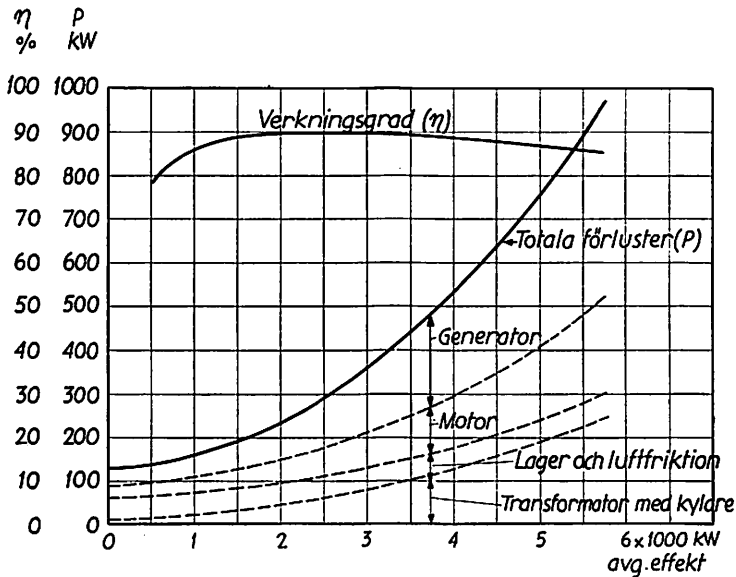
Kontrolltavla i instrumentvagn hörande till transportabelt omformaraggregat.

av motormatarens polaritet. Motormataren är därför under fasningen separat magnetiserad från generatormataren över ett bryggmotstånd av kontrollertyp. Då kontrollervalsen omkastas, ändras strömriktningen i motormatarens magnetlindning och därmed polariteten hos mataren.

De till aggregaten hörande oljebrytarna för igångsättning samt till- och frånslagning äro elektriskt manövrerade samt till förhindrande av felmanövrar förreglade på lämpligt sätt. De för manövrarnas fullgörande erforderliga manöverkopplarna äro sammanförda på kontrolltavlan, vilken även utrustats med erforderliga instrument för start och driftövervakning.

Spänningsreglering finnes på såväl motor- som generatorsidan. I båda fallen är den utförd enligt tirillprincipen och sammansatt av, dels själva regulatormekanismen, dels ett av denna styrt mellanrelä med 8 st. kontaktpar. Magnetmotståndet är uppdelat i två parallella grupper, vardera bestående av 4 st. seriekopplade sektioner, vilka äro anslutna till ovannämnda kontaktpar. En strömdelningsdrossel tvingar den pulserande magnetströmmen att fördela sig lika över de båda parallella motståndsgrupperna.

Motorregulatorerna matas från närmast motorns uttag placerade spänningstransformatorer samt från strömtransformatorer i tilledningarna till motorn och



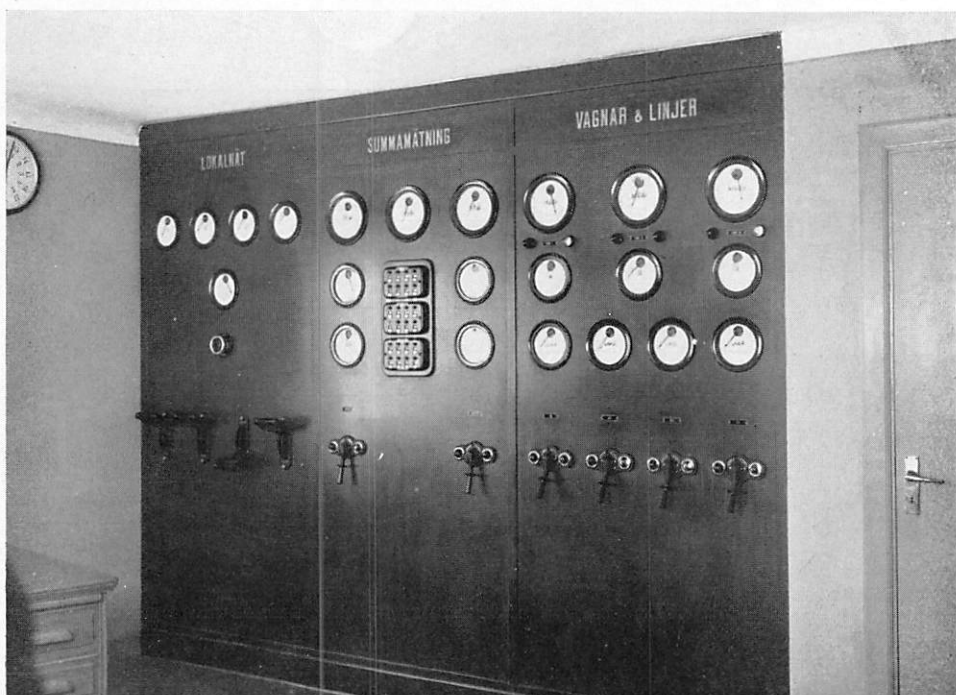
Förluster och verkningsgrad för transportabelt omformaraggregat.

medgiva genom rattinställning reaktivmatning till trefasnätet, varigenom hjälp kan beredas kraftleverantören med spänningens upprätthållande vid större belastningar.

På generatorsidan matas regulatorerna från spänningstransformatorer på huvudtransformatorernas sekundärsida, varvid spänningen kan ställas in mellan gränserna $\pm 10\%$. Paralleldriften mellan generatorerna stabiliseras genom en fast reaktans, som matas över en strömtransformator med varje generators egen ström och som åstadkommer en motkompounding av c:a 5% . Regulatorerna bliva härigenom beroende av varje aggregats egen ström, så att riktig belastningsfördelning och stabil paralleldriften erhålles. För överkompounding av spänningen är varje generatorregulator dessutom försedd med en reglerbar kompounderingsimpedans, vilken över en strömtransformator matas från de i resp. generatorledningarna insatta parallellkopplade strömtransformatorerna och sålunda påverkas av stationens totala belastning.

All denna till aggregaten hörande utrustning är i stationer med fasta aggregat sammanförd dels i 6 kV-stativet dels på kontrolltavlan samt i skåp i källaren. I stationer med transportabla aggregat är däremot denna utrustning monterad i den till varje aggregat hörande instrumentvagnen.

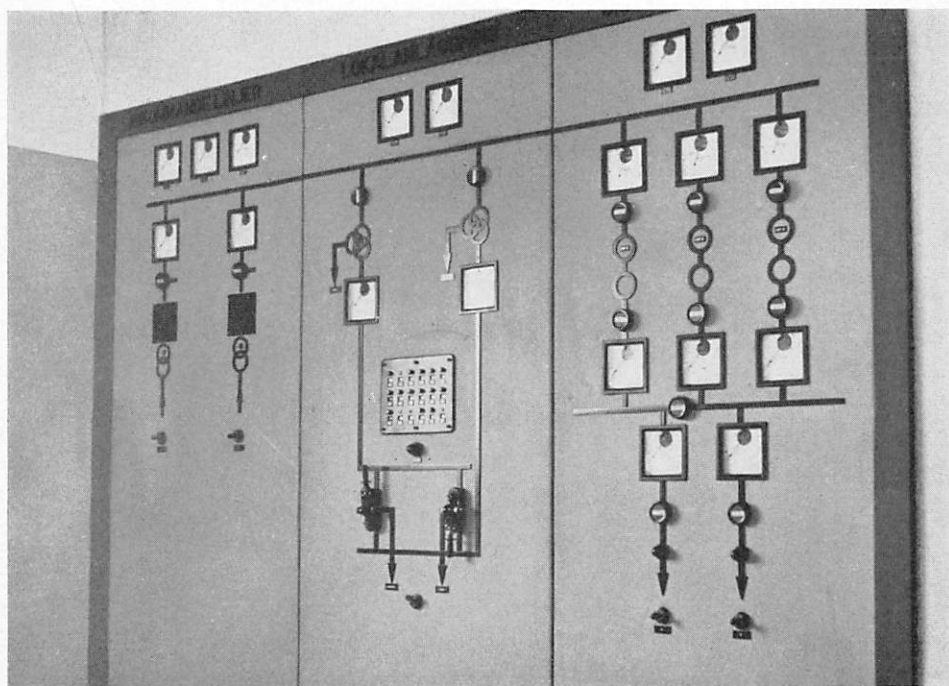
En transportabel omformarutrustning består sålunda av en omformarvagn och en instrumentvagn. Tillsammans väga dessa 120 ton. Omformarvagnen är



Kontrolltavla av äldre utförande i omformarstation av typ III.

försedd med handbroms samt genomgångsledning för tryckluftbroms. Med hänsyn till påkänningen på lagerbockarna måste rotorn under transport vara fastlåst i längdriktningen, varför en särskild låsspak för detta ändamål finnes anbragt vid motorn. Över matarmaskinerna finnas plåthuvor, försedda med stängbara öppningar för inkommande kylluft. Den bortgående varma kyl Luft utblåses genom öppningar ovanpå omformaren. Såväl motor- som generatorlagret äro försedda med inborrade termokontakter, vilka vid en temperatur av 75°C sluta en signalkrets.

Huvudtransformatorn är uppställd i instrumentvagnen, vilken även inrymmer alla de apparater och instrument, som erfordras för startning och reglering av omformaraggregatet. Huvudtransformatorn jämte start-, lokal-, ström- och spänningstransformatorer äro inbyggda i en gemensam, ungefär mitt i vagnen placerad oljelåda. I utrymmet mellan transformatorlådan och ena vagnsgaveln finnes ett hjälpaggregat, bestående av en trefasmotor, direktkopplad till en likströmgenerator, en ventilator samt en oljepump. Likströmgeneratorn levererar den för manövreringen av brytarna erforderliga spänningen under det oljepumpen ombesörjer transformatoroljans cirkulation genom en vid sidan om transformatorn uppställd



Kontrolltavla av senare utförande i omformarstation av typ III.

kylare, som genomströmmas av kylluft, framdriven av ventilatorn. Hjälpaggregatets motor till- eller frånslås medelst två tryckknappar på lokalfältet i vagnen, varvid startningen sker genom automatisk Y/D-koppling. På en konsol på väggen ovanför ventilatorn finnes uppställt ett 24 volts batteri, som står under ständig laddning från en likriktare. Batteriet levererar ström till signalklaffar, automatisk utlösning samt nödbelysning. I samma ände av vagnen äro de fyra oljebrytare uppställda, medelst vilka omformaraggregatet manövreras.

Kontrolltavlan, som är uppställd i motsatt ände av vagnen, består av fem plåtfält, i vilka erforderliga manöverorgan och instrument monterats. Bakom fälten, som kunna öppnas på gångjärn, finnas regulatorstillbehör, maximal- och tidreläer samt småautomater m. m.

De för manöver- och mätändamål erforderliga ledarna mellan omformarvagnen och instrumentvagnen samt mellan den senare och den fasta stationens utrustning äro sammanförda till böjliga, löstagbara kablar. Dessa äro försedda med särskilda kopplingsdosor, vilka anslutas till motsvarande fasta plintar.

Verkningsgraden hos en transportabel omformarutrustning av senaste ut-



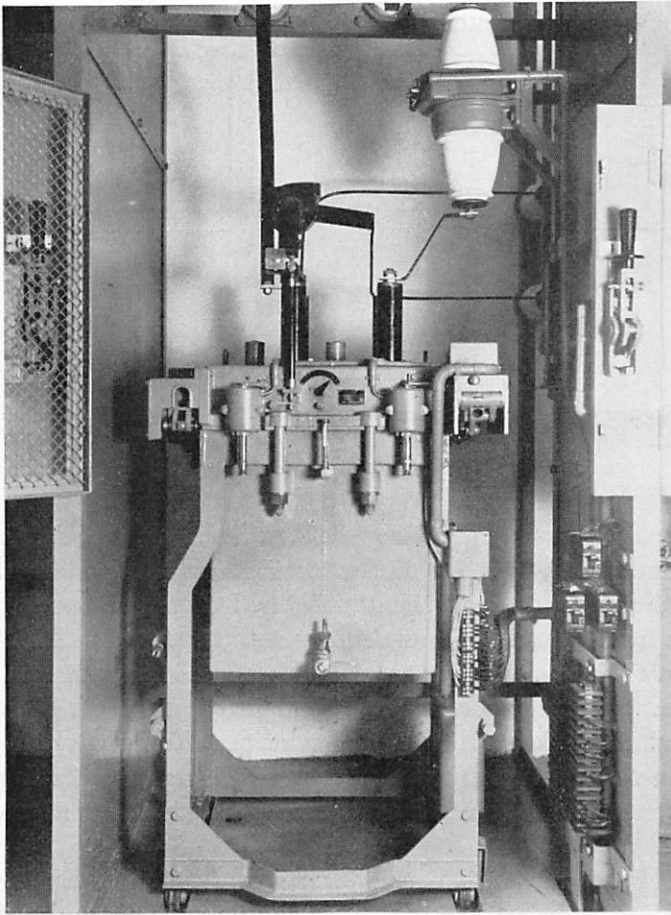
Omformarstation av typ III, 6 och 16 kV-stativ.

förande uppgår vid full last och gynnsammast⁸ magnetisering på motorsidan till 89 %.

Utöver den instrumentering, som ingår i en transportabel utrustning, finnes i varje omformarstation en fast uppsättning detaljer, omfattande oljebrytare och mätutrustning för inkommande spänning om 6 kV, banbelysningstransformatörer jämte tillbehör för matning av hjälpkraftledningarna, linjebrytare för kontaktledningarna samt batteri, likriktare och kontrolltavla med manöverorgan till den fasta utrustningen.

De inkommande 6 kV matarkablarna äro vanligen uppdelade i två grupper, vardera gruppen bestående av två parallellkopplade trefaskablar, vilka över oljebrytare och frånskiljare äro anslutna till samlingsskenorna. Oljebrytarna manövreras elektriskt medelst tillslagningsswitchar på kontrolltavlan, och mellan frånskiljare och motsvarande oljebrytare är elektrisk förregling så anordnad, att utlösning av oljebrytaren erhålles, om denna är tillslagen och någon försöker manövrera avskiljaren. Liknande förregling finnes vid alla oljebrytare i stationen.

Banbelysningstransformatörerna äro vanligen enfasigt utförda för 150 kVA och för transformering av 50-periodig energi från 6300 till 10000 volt. De äro



Kombinerad snabb- och hjälpbrytare.

anslutna till 6 kV-samlingsskenorna över oljebrytare med automatisk maximal-utlösning samt frångiljare och strömtransformatorer. Mittpunkten på 10000 volt-lindningen är jordad genom en strömtransformator med sekundäruttagen anslutna till ett jordströmsrelä, som löser ut oljebrytaren på 6 kV-sidan, ifall en jordslutning inträffar på linjen.

Linjebrytarna äro med undantag för stationerna på sträckan Stockholm—Göteborg byggda såsom snabbbrytare, vilka vid kortslutning åstadkomma utlösning efter en halvperiod. Varje snabbbrytaraggregat av den först konstruerade typen består av en snabbbrytare och en huvudbrytare, helt skilda från varandra, samt ett provningsmotstånd. Båda brytarna äro utförda med stumkontakter. Utlösnings-

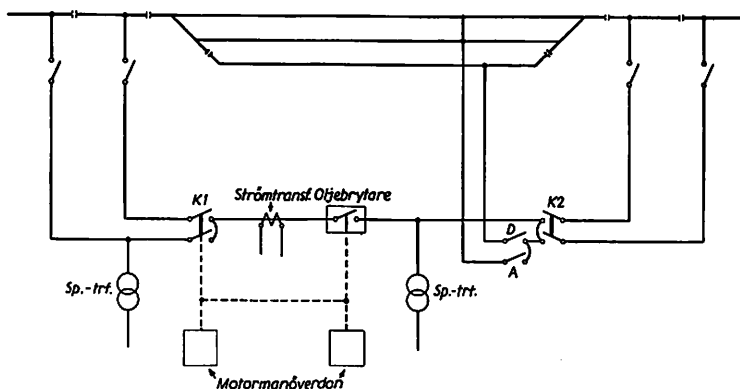
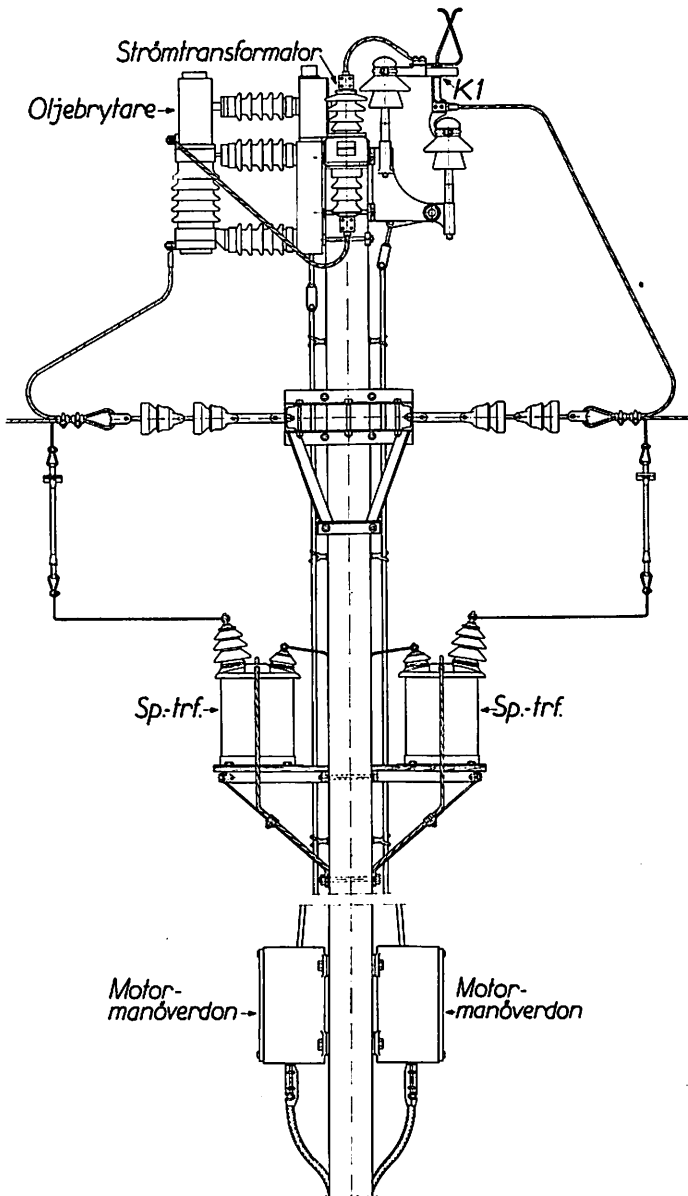


Diagram för hopkopplingsanordning med oljebrytare för skyddssektion.

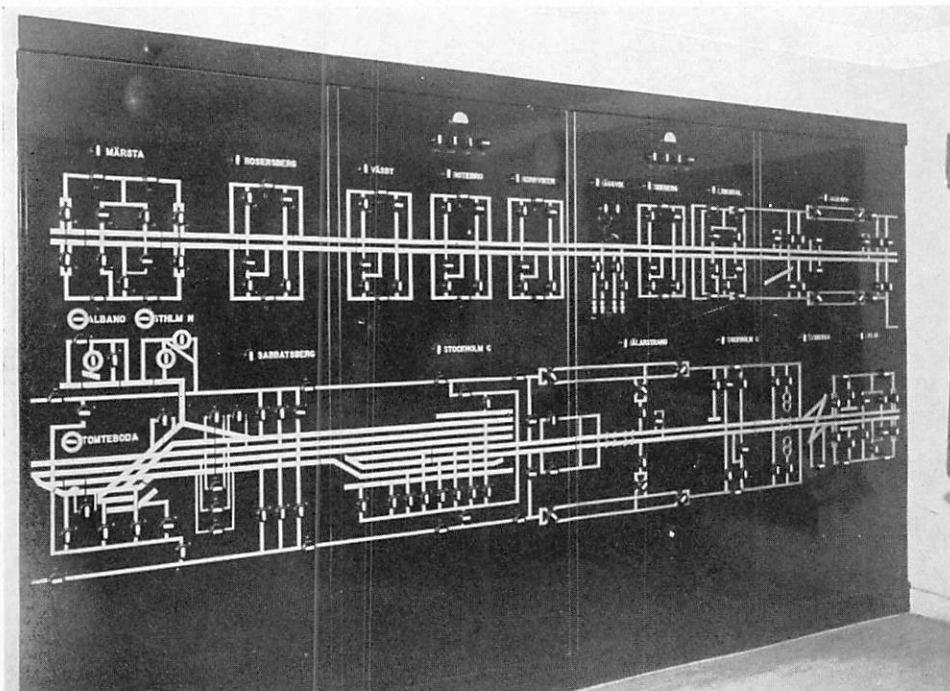
anordningen på snabbbrytaren består av dels ett snabbrelä med friktionslås utfört i form av lamellpaket, dels ett direktströmsrelä av normalutförande. Huvudbrytaren är försedd med enbart shuntutlösning. I ett senare ändrat utförande är snabbbrytaren försedd med släckningskamrar samt hopbyggd med hjälpbrytaren i en gemensam oljelåda. Dessutom är snabbreläet helt omkonstruerat. I de senast levererade snabbbrytarutrustningarna äro såväl snabbbrytare som hjälpbrytare försedda med släckningskamrar, varjämte principen för manövreringen ändrats såtillvida, att hjälpbrytaren normalt ligger fränslagen utom vid provinkopplingen, då den hålles tillslagen av manöverströmmen under högst en eller ett par sekunder.

Varje linjebrytare är försedd med utrustning för automatisk återinkoppling över provningsmotståndet. Efter inträffad utlösning på grund av kortslutning eller överbelastning gör brytaren sålunda automatiskt tre återinkopplingsförsök, det första efter 5 sek, det andra efter 30 sek och det tredje efter ytterligare 3 min. Om alla tre försöken misslyckas, d. v. s. om kortslutningen är kvarstående, påkallas vaktens uppmärksamhet av en alarmklocka.

I omformarstation av typ IV ingår, förutom de transportabla omformarna, en 2-axlig ställverksvagn, som med komplett utrustning väger 25 ton. Vagnen inrymmer instrumentering för inkommande 6 kV spänning, banbelysningstransformator med tillbehör samt två snabbbrytaraggregat. Mittpartiet i vagnen är anordnat såsom kontrollrum, begränsat i ena ändan av kontrolltavlan och i den andra ändan av ett stativ med vridbara fält för mätare. I stativet, som är åtkomligt från baksidan, finnes dessutom batteri, likriktare och klädsåp. På taket finnas uttag för inkommande 3-fasig spänning om 6 kV, 2 st. utgående 16 kV-matarledningar, en återledning samt en utgående 1-fasig belysningsledning för 10 kV. För manöverkablar äro tre normala kopplingsdosor uppsatta, en vid ena vagns-



Schematisk bild över hopkopplingsanordning med oljebrytare vid skyddssektion.

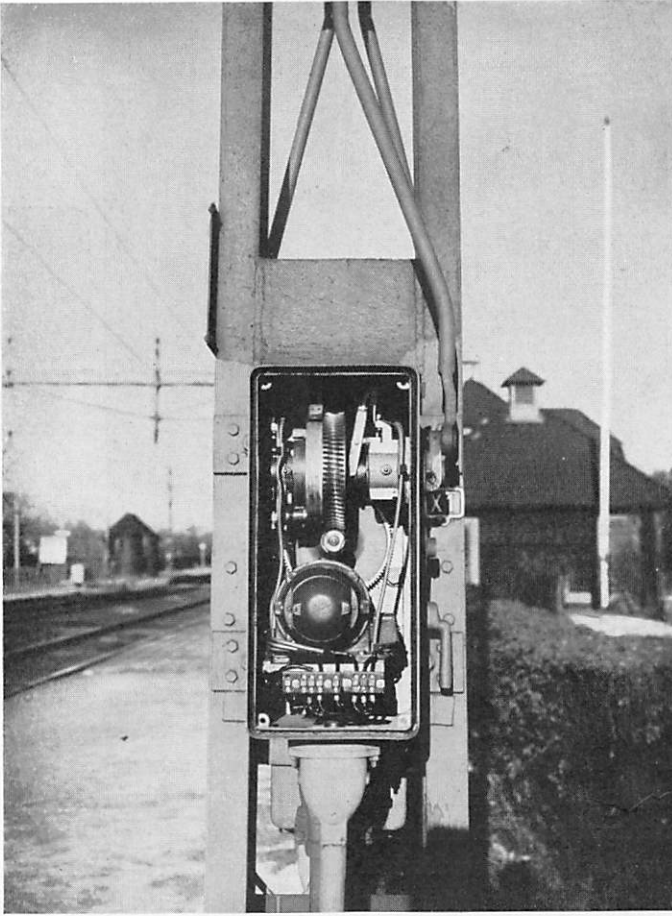


Kontrolltavla för fjärrstyrning av avskiljare för bandriften.

ändan samt två vid den andra ändan av vagnen. Vidare finnas för telefon m. m. två parallellkopplade anslutningsproppar med böjliga sladdar, placerade en vid vardera långsidan på vagnen.

I kontaktledningen ungefär mitt emellan omformarstationerna finnes alltid en s. k. skyddssektion, vilken kan hållas spänningslös. Tidigare voro också matningssträckorna åtskilda genom dessa sektioner, varvid varje omformarstation arbetade fullt oberoende av närgränsande stationer. Sedan numera landets större kraftledningar sammanslutits till ett enda gemensamt block och hindret för parallellkörning på enfassidan härigenom blivit undanröjt, har i allt större utsträckning sådan driftform börjat tillämpas. Genom parallellkörningen vinnas nämligen betydande fördelar ifråga om minskat spenningsfall på linjen samt bättre belastningsutjämning i stationerna.

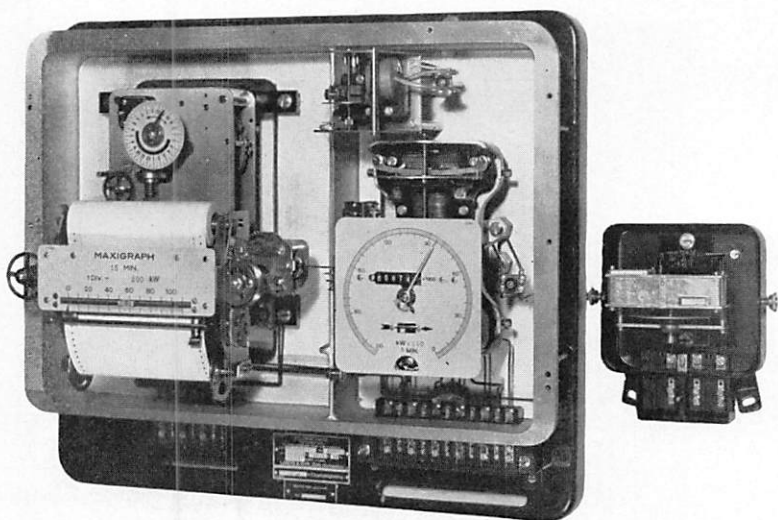
Före sammankopplingen på enfassidan måste den ena stationens aggregat infasas mot den andra stationens enfasspänning, vilket här endast kan ske stegvis genom lämpligt antal omkastningar av polariteten hos motorns magnetiseringsström. Om trefassspänningarna vid de olika stationerna hava överensstämmande faslägen, blir givetvis fasningen på enfassidan exakt. Äro däremot 6 kV-spän-



Motormanöverdon för fjärrstyrning av avskiljare.

ningarna t. ex. på grund av olika transformatorkopplingar vridna en viss vinkel i förhållande till varandra, kan det inträffa att enfassspänningarna även komma att avvika från varandra. Den största avvikelse, som på så sätt kan uppstå, är emellertid blott 10° , vilket i praktiken visat sig vara betydelselöst.

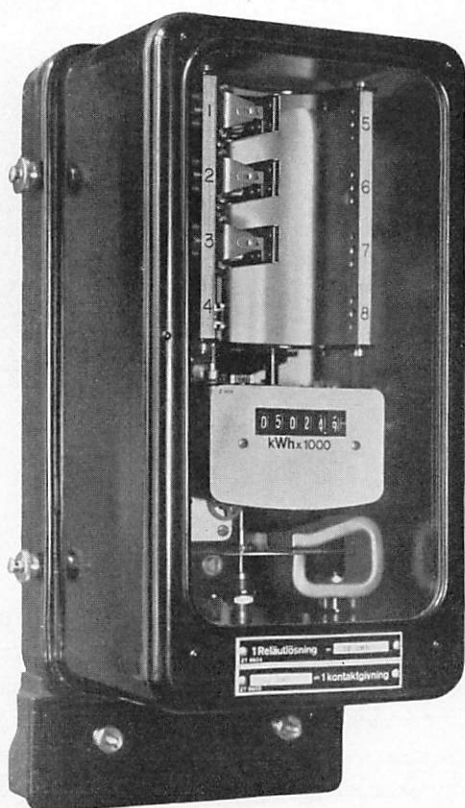
I samband med hopkopplingen av kontaktledningarna till större sammanhängande nät hava reläutrustningarna i omformarstationerna måst kompletteras med bl. a. bakeffektreläer, vilkas uppgift är att förhindra utmatning av effekt till trefasnätet. Vidare har för vissa skyddssektioner anskaffats motordrivna hopkopplingsanordningar, som automatiskt bryta sammankopplingen, ifall linjen skulle förbli spänningslös under längre tid än c:a 2 min. Ett bestående fel någon-



Maxigraf med omkopplingsur för 1-minutsmaximal.

stans på linjen blir alltså tämligen snart automatiskt begränsat till halva sträckan mellan två omformarstationer. I det senaste utförandet äro dessa hopkopplingsanordningar försedda med oljebrytare för stolpmontage. Härigenom kan skyddssektionen till- eller frånslås, även då linjen är strömförande.

För underlättande av felsökning eller sektionering inom mera invecklade kontaktledningsavschnitt har man även börjat anordna fjärrstyrning av avskiljare. Den första anläggningen av detta slag är utförd på sträckorna Märsta—Älvsjö och Tomteboda—Albano. Utrustningen omfattar en manövertavla med miniatyrschema samt ett antal understationsskåp. Vidare äro de avskiljare, som ingå i systemet, utrustade med elektriska manöverdon, som äro utförda såväl enkla som dubbla. De sistnämnda användas på platser, där två avskiljare äro monterade på lämpligt sätt intill varandra. Systemet arbetar med relävaljare, och för överföring av manöver- och indikeringsimpulserna har ett antal ledningspar i telefonkabeln tagits i anspråk. På miniatyrschemat har varje avskiljare sin manöverställare, insatt på den plats, som motsvarar avskiljarens placering i ledningssystemet. Manöverställaren är vridbar samt försedd med ett rektangulärt glasfönster, som allt efter manöverställarens läge kan stå i linje med eller vinkelrätt emot miniatyrskenan, motsvarande till- resp. frånslaget läge. Glasfönstret är inifrån belyst med fast sken, om manöverställaren är vriden i det läge, som överensstämmer med avskiljarens ställning. Om lägena däremot icke överensstämma är skenet blinkande. Då en avskiljare skall exempelvis frånslås, kallas först läget genom att motsvarande manöverställare intryckes ett ögonblick. Härvid startar väljaren och fortskrider tills

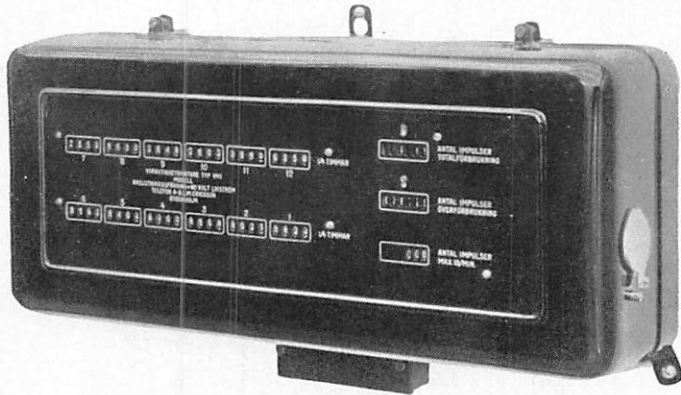


Summeringsverk med tre mottagningsreläer.

rätt läge uppnåtts. Direkt förbindelse har då erhållits mellan avskiljarens manöverdon och motsvarande manöverställare. Manövreringen sker därefter på så sätt, att manöverställaren först vrides 90° samt därefter ytterligare 10° . Då manöverställaren släppes återgår den 10° , varefter glasfönstret står vinkelrätt mot miniatyrskenan. Det blinkande ljuset i glasfönstret övergår till fast sken, då avskiljaren gått ifrån.

Även understationsskåpen äro försedda med manöverställare, varför manövrering av tillhörande avskiljare kan äga rum även därifrån. Vid sådan manövrering behöver väljaren icke kallas, enär samtliga till en och samma understation hörande manöverdon äro direkt anslutna till understationsskåpet.

I tilliedningarna till vissa avskiljare, som mata sidogrupper eller sektioner, finnas dessutom insatta strömtransformatorer med sekundäruttagen anslutna till inställbara maximalreläer. Om en bestående kortslutning inträffar på ett sådant ledningsavschnitt, startar väljarsystemet automatiskt och indikerar på kon-



Varaktighetsmätare.

trolltavlan vid driftcentralen. Härigenom erhålles en snabb lokalisering av felets belägenhet.

Den till omformarstationerna levererade energimängden uppmättes, summeras och registreras med hjälp av en speciell summeringsanordning bestående av maxigraf, summeringsverk och varaktighetsmätare, sammankopplade genom en för ändamålet avdelad registreringsledning i svagströmskabeln. Mätningen verkställes vid omformarstationernas primärsida, där de inkommande matarkablarna äro anslutna till samlingsskenorna. I varje omformarstation finnes för ändamålet en maxigraf, bestående av dels en vanlig kWh-mätare, försedd med kontaktverk för impulsgivning, dels en till mätaren mekaniskt kopplad registreringsanordning. Denna visar stationens kvarttimmedelvärden, uppritade på en tidsindeldad pappersremsa såsom raka streck, vinkelräta mot papperets rörelseriktning och till sin längd proportionella mot belastningen. Kontaktverket för impulsgivningen är så avpassat, att en momentan kontakt erhålles efter var 50:e kWh. Strömimpulserna från maxigraferna framgå genom registreringsledningen och påverka en summamaxigraf, som uppmäter och registrerar totala antalet impulser under varje kvarttimme. Härvid måste emellertid impulserna inkomma i följd efter varandra även om de råkat utgå samtidigt från flera kontaktverk. I mellanstationerna hava därför anordnats summeringsverk eller köbildare, vilka mottaga impulser från olika kontaktverk och därefter avgiva motsvarande antal impulser alltid i följd efter varandra, även om de mottagna impulserna inkommit samtidigt. Summamaxigrafen är försedd med två räkneverk, av vilka det ena visar totalförbrukningen och det andra överförbrukningen över en viss inställbar subtraktionsgräns.

Varaktighetsmätaren, som har tolv numrerade räkneverk, matas med strömimpulser från en impulsfördelare i summamaxigrafen. Genom att på ett kurvblad

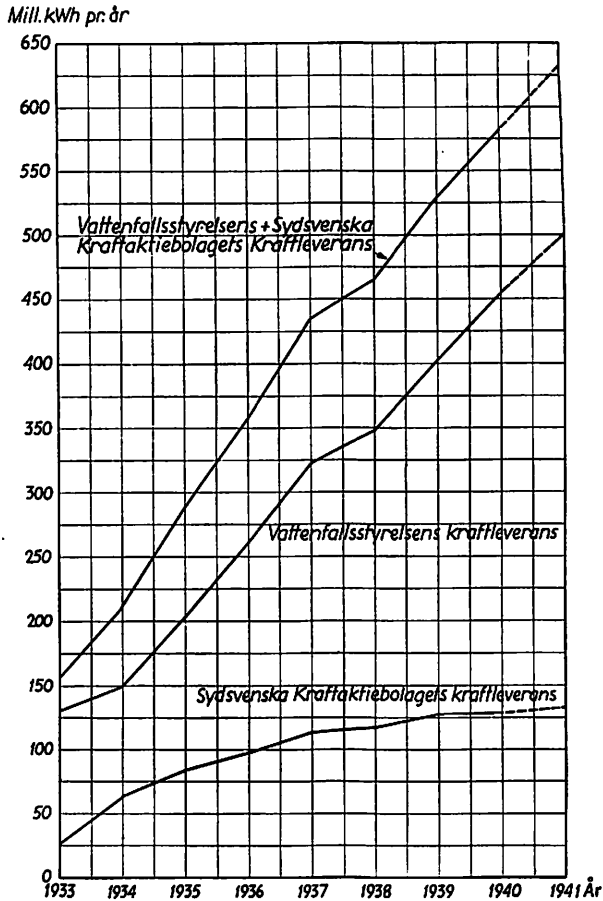
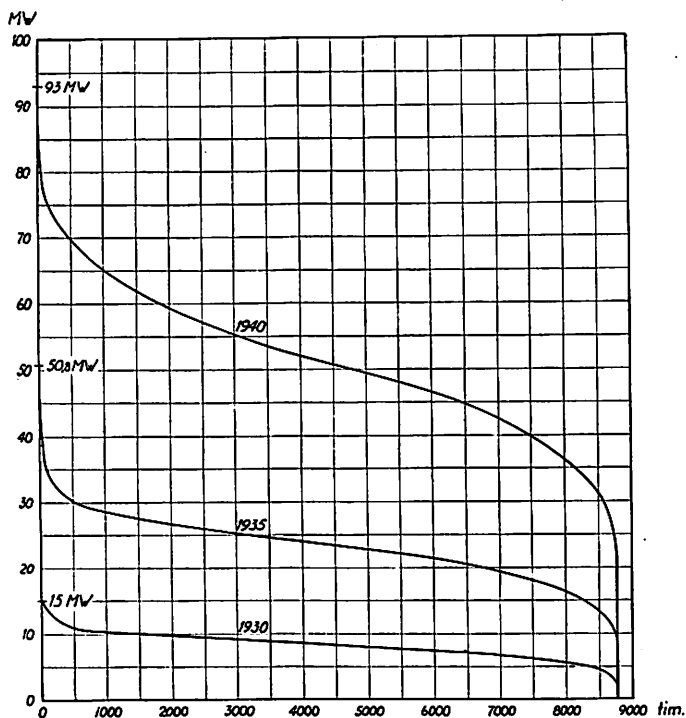


Diagram utvisande stegringen av energiförbrukningen för bandriften söder om Boden under åren 1933—1940.

upprita de avlästa och uträknade värdena från de tolv räkneverken, erhåller man varaktighetskurvan för den summerade belastningens kvarttimmedelvärdet.

I samband med summeringen har registreringsledningen på vissa sträckor även tagits i anspråk såsom manöverledning för fjärrutlösning av omformarstationernas linjebrytare vid sådana tillfällen, då det gäller att avvärja en befarad tågolycka. Ledningen är på dessa sträckor kopplad så, att den bildar en sluten krets med ett polariserat relä insatt i serie i vardera omformarstationen. I neutral-läget äro dessa reläer försedda med kontakter, vilka över tidsdämpade mellanreläer åstadkomma utlösning av linjebrytarna. En konstant vilström av viss polaritet framgår ständigt genom ledningsslingan. På varje till sträckan hörande järnvägs-

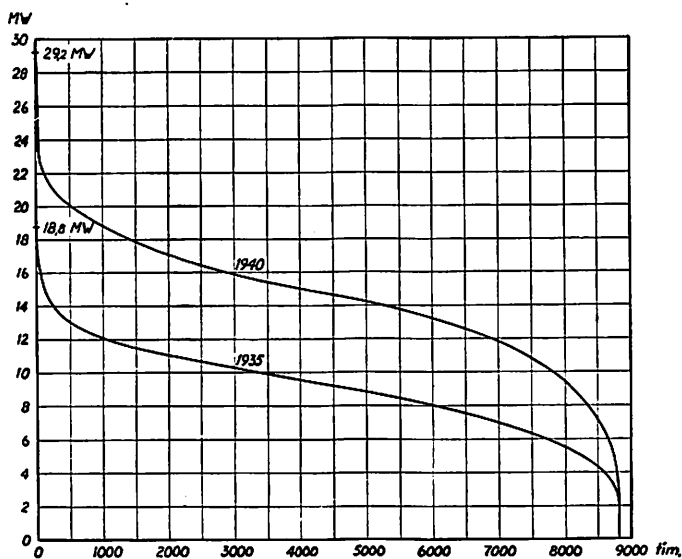


Varaktighetskurvor för statens vattenfallsverks kraftleverans söder om Boden under åren 1930, 1935 och 1940.

station finnes uppsatt en plomberad tryckknapp, medelst vilken ledningens ena bransch kan brytas. Då vilströmmen på så sätt försvinner, slutas de neutrala kontaktfjädrarna i de polariserade reläerna, och utlösning av linjebrytarna erhålles i båda omformarstationerna. Summeringen fortgår på så sätt, att vilströmmens polaritet omkastas ett ögonblick för varje impuls, vilket icke har någon inverkan på utlösningensreläerna.

Den av statens järnvägar förbrukade elektriska energien tillhandahålles av två kraftleverantörer, statens vattenfallsverk samt Sydsvenska Kraftaktiebolaget. För den vid Porjus genererade kraften betalas till vattenfallsverket dels en årlig avgift av 1,000,000 kronor, dels en avgift av 0.75 öre pr kWh för den energimängd, som överstiger 35 milj. kWh pr år.

Leveransen av den vid övriga elektrifierade linjer förbrukade kraften delas av ovannämnda båda leverantörer. Till var och en av dessa betala statens järnvägar dels en fast årlig avgift, som utgår oberoende av kraftuttagningens storlek, dels en effektagift av 97: 50 kr pr kW och år för bottenkraften samt 35: — kr



Varaktighetskurvor för Sydsvenska Kraftaktiebolagets kraftleverans under åren 1935 och 1940.

pr kW och år för överkraften samt dessutom en energiavgift av 2.5 öre pr kWh för den energi, som ligger ovanför den abonnerade bottenkraften. Med kW avses de summerade kvarttimmedelvärdena från de olika omformarstationerna inom varje leveransgrupp. Den sistnämnda energiavgiften, 2.5 öre pr kWh, gäller så länge kolpriset icke överstiger 25:— kr. pr ton. Vid ökat kolpris utgår tilläggsavgift för överkraftenergien. I kontraktet med vattenfallsstyrelsen finnes dessutom stipulerat, att statens järnvägar äga rätt att gratis uttaga en viss högre effekt än den för vilken avgiften skall erläggas utom under vissa tidsperioder, då den övriga borgerliga belastningen är särskilt hög. Såsom högsta debiteringsvärde i vattenfallsstyrelsens leverans räknas medelvärdet av de fyra högsta dygnseffekterna, varvid med dygnseffekt avses den högsta kvartimmeffekten under ett kalenderdygn. I taxan för de efter 1939 beslutade elektrifieringarna ingår jämväl en indexkoefficient, som reglerar avgifterna med viss procent allt efter storleken hos gällande levnadskostnadsindex.

Den elektriska energiförbrukningen vid statens järnvägar har ökat oavlåtligt, dels beroende på allttjämt fortgående elektrifiering, dels på stegring av trafiken. Belysande för detta förhållande är, att energiomsättningen söder om Boden under sexårsperioden 1935—1940 steg med över 100 %.

I samma mån som energiförbrukningen ökat har belastningarnas sammanlagring väsentligt förbättrats. Vid nuvarande förbrukning kan man för vattenfallsstyrelsens leverans räkna med en utnyttjningstid pr år av nära 5,000 timmar,

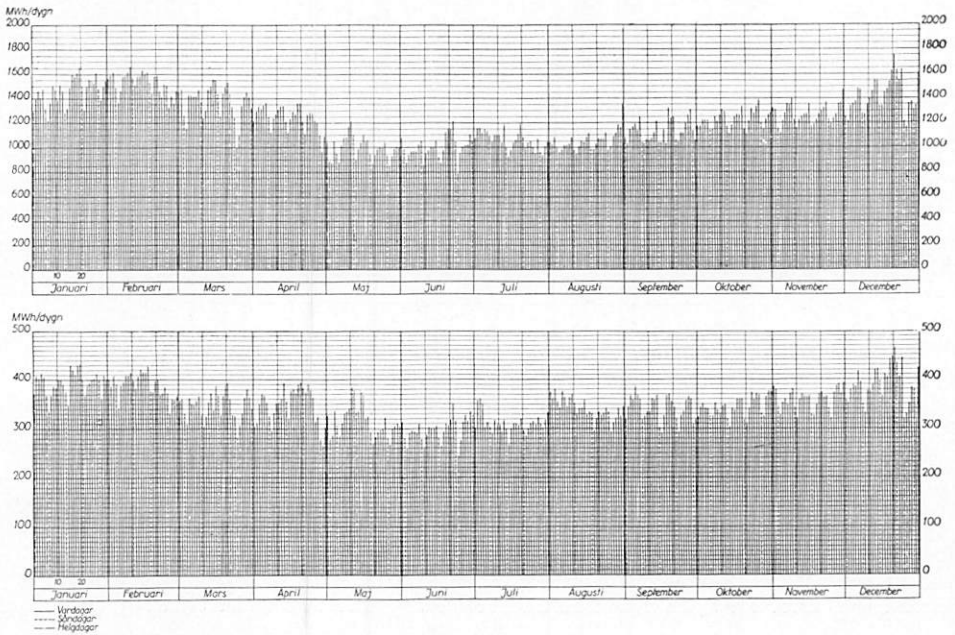


Diagram för energiförbrukningen år 1940 i MWh/dygn. Överst för vattenfallsverkets, underst för Sydsvenska Kraftaktiebolagets leverans.

hänfört till det uppmätta maximala kvarttimmedelvärdet. Hänfört till debiteringsvärdet blir utnyttjningstiden c:a 5,500 timmar. För Sydsvenska Kraftaktiebolagets leverans är utnyttjningstiden c:a 4,300 timmar pr år.

Den förut nämnda energitaxan resulterade år 1940 i ett rörligt medelpris för vattenfallsstyrelsens leverans av 1.7 öre pr kWh trefasström, medan den fasta kostnaden blev 0.38 öre pr kWh. För Sydsvenska Kraftaktiebolagets leverans blevo motsvarande siffror 1.91 resp. 0.3 öre pr kWh. Härei ingår då även det koltillägg, som utgick på grund av att kolpriset för ifrågavarande år utgjorde c:a 50: — kr pr ton. Det totala medelpriset för båda kraftleveranserna blev 2.11 öre pr kWh trefasström.