

ELEKTRIFIERING AV ROSLAGSBANANS FÖRORTSLINJER.

Föredrag av maskiningenjör *Johannes Lindholm*,
Stockholm—Roslagens Järnvägar.

Innan jag börjar den redogörelse för elektrifieringen av Roslagsbanans förortsbanelinjer, som det är min uppgift att vid detta tillfälle lämna, vill jag förutskicka den anmärkning, att det icke är någon mer eller mindre färdig anläggning, jag nu kommer att beskriva. Tvärtom äro de utåt synliga spåren därav praktiskt taget ännu obefintliga. Arbetet har hittills huvudsakligen varit förlagt till konstruktionsbyråer och verkstäder, men resultaten därav börja snart ge sig tillkänna i form av maskin- och materialleveranser. Det är därför mycket litet jag kan visa sådant det redan är, utan jag måste inskränka mig till att tala om, hur det är avsett att bli.

Det torde måhända vara lämpligt att inledningsvis nämna några ord om våra redan existerande elektrifierade banlinjer. För flertalet av de här närvarande lär det väl vara bekant, att den del av Roslagsbanan, som allt från sin tillkomst benämnes Djursholmsbanan, är den första elektriskt drivna järnvägen i Sverige; den elektriska trafiken på denna linje började i maj 1895. Linjen utgår från Engelbrektsplan i Stockholm, följer huvudlinjen från Stockholm östra till Djursholms Ösby i sydvästra utkanten av Djursholm, avgrenar därifrån och går i en båge genom nämnda samhälle. Dess ursprungliga slutpunkt var Framnäs-viken, 11 km från utgångspunkten.

Smärre utvidgningar ha därefter gång efter annan ägt rum i anslutning till den fortskridande bebyggelsen i de närmast berörda områdena. Sålunda fortsattes linjen år 1901 till dess nuvarande slutpunkt Eddavägen inom Djursholm, år 1905/1906 elektrifierades sträckan Djursholms Ösby—Djursholms Danderyd (nuvarande Ekeby) av huvudlinjen, 1910 byggdes en grenlinje från Djursholms Ösby till Altorp, vilken 1928 fortsattes till Lahäll, 1932 elektrifierades en ny bit av huvudlinjen, nämligen Djursholms Danderyd—Roslagsnäsby, i samband med dubbelspårsanläggning, och slutligen tillkom sista länken Lahäll—Näsbypark, öppnad för trafik innevarande år. Totala linjelängden av de f. n. elektrifierade bandelarna uppgår till 23,2 km, varav 11 km dubbelspår.

Utvecklingen under de gångna 42 åren har således i detta avseende varit av relativt blygsam natur. Detta innebär emellertid icke, att andra

och längre syftande elektrifieringsplaner varit främmande för järnvägens ledning. Tvärtom har under årens lopp mer än ett förslag till anordnande av elektrisk drift å den ena eller andra bandelen diskuterats och preliminära kostnadsförslag upprättats. Tyvärr hava dock de nödvändiga förutsättningarna för att ernå ett ur ekonomisk synpunkt



Fig. 1.

acceptabelt resultat hittills icke förelegat, varför planerna måst skrinläggas.

Under de senare åren hava emellertid förhållandena i olika avseenden förändrats till det bättre, och som följd därav upptogs frågan om fortsatt elektrifiering till förnyad prövning. Sedan noggranna tekniska och ekonomiska undersökningar givit vid handen, att övergång till elektrisk drift å vissa av Roslagsbanans förortslinjer vore väl motiverad, blev beslut fattat om elektrifiering av bandelarna Roslagsnäsby—Österskär och Roslagsnäsby—Vallentuna, med en sammanlagd linjelängd av 30 km. (Å fig. 1 äro dessa bandelar angivna streckade; redan elektrifierade bandelar äro heldragna.)

Det är givetvis flera omständigheter som härvidlag hava samverkat, i främsta rummet den ökade persontrafiken på de berörda bandelarna med därav följande krav på förbättrade förbindelser och behov av ökad dragkraft. Efter att under de svåraste depressionsåren hava varit stagnerande visar trafiken fr. o. m. år 1933 en oavbruten ökning, uppgående till 2,13 % år 1933, 5,87 % år 1934, 5,42 % år 1935 och 4,70 %

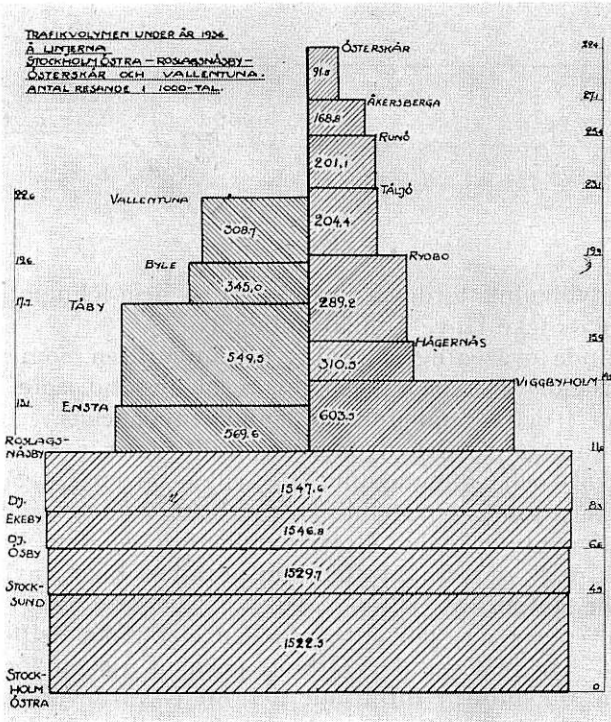


Fig. 2.

år 1936. Den totala ökningen under de fyra sista åren uppgår till över 19 %. Fig. 2 visar grafiskt volymen av den under förra året med ångtåg framförda persontrafiken på dessa bandelar.

Det skulle naturligtvis mycket väl låta sig göra att ännu en följd av år avverka den växande trafiken även med bibehållande av den nuvarande, beprövade drifform. Men det behövdes inga särskilt djupgående undersökningar för att få klarlagt, att denna lösning av trafikproblemet icke var utan sina svårigheter och också den krävde betydande ekonomiska offer. Förbättrade förbindelser förutsätta ökat tågantal och detta i sin ordning ökning av den rullande materielen, framför allt av lokomotiven, vilka redan nu äro fullt utnyttjade, men även av personvagnarna. Den nuvarande lokomotivstationen vid Stockholm östra är emellertid belagd till sista plats, och då utrymme saknas för

ledningsnätet med överföringsledningar som slopande av alla befintliga motorvagnar, vilka självfallet icke kunde apteras för detta system. Härigenom skulle kostnaderna för företaget komma att uppgå till sådana belopp, att anläggningens räntabilitet fullständigt omöjliggjordes.

Med utgångspunkt från den förutsättningen att ett enhetligt system skulle tillämpas på samtliga elektrifierade bandelar, hava olika likströmsalternativ diskuterats och kostnadsberäknats utan att man kunnat komma till ett resultat, som varit i erforderlig mån tillfredsställande ur såväl teknisk som ekonomisk synpunkt. Det blev därför nödvändigt att undersöka möjligheten av ett kombinerat system, ett system med två spänningar, som medgav bibehållandet, åtminstone i

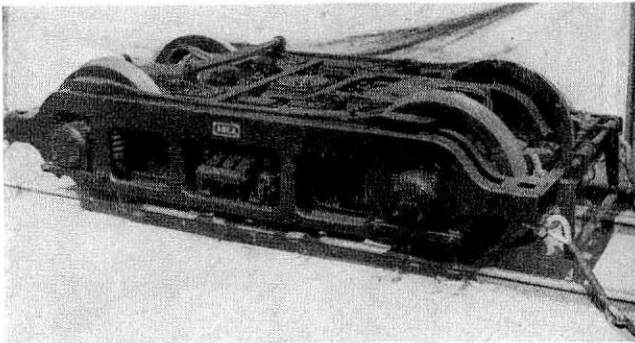


Fig. 4.

huvudsak, av den äldre anläggningen i oförändrat skick men å andra sidan möjliggjorde en rationell drift på de nytillkommande linjerna. Denna väg visade sig också framkomlig, och den lösning av problemet, som på så sätt vunnits och vilken otvivelaktigt är den gynnsammaste, som med hänsyn till rådande förhållanden kan vinnas, innebär användandet av 1 500 V kontaktledningsspänning på de yttre linjerna norr om Djursholms Ösby och på de inre delarna, d. v. s. den ursprungliga Djursholmsbanan och senare tillkomna grenlinjer, halva denna spänning eller 750 V.

Trafiken på ifrågavarande linjer har den för all förortstrafik vanliga karaktären med starka spetsar morgnar och eftermiddagar, under det att belastningen återstoden av dagen är avsevärt mindre. Även helgdagarna visa i regel samma spetsstrafik, under sommaren och vackra vinterdagar blott ännu skarpare accentuerad samt med strömmen gående i motsatt riktning.

För att ombesörja det erforderliga trafikarbetet komma enligt det nu föreliggande programmet endast motorvagnståg att användas. Fig. 3 ger en antydning om de nya motorvagnarnas utseende. Till det yttre och även vad inredningen beträffar överensstämmer de i stort sett med våra redan befintliga vagnar av senare datum. De äro således boggi-

vagnar med en total längd över buffertarna av 18,45 m, rymma 56 sittplatser; deras vikt är beräknad till omkr. 28 ton och de äro konstruerade för en största hastighet av 75 km/tim. De äro utrustade med 4 st. självkylda motorer per vagn, vardera motorn med en timeffekt av 61 kW vid c:a 1 000 varv.

Vagnstommen utgöres av en helsvetsad stålkonstruktion, i vilken U-profiler och plåt använts i största utsträckning i och för nedbringande

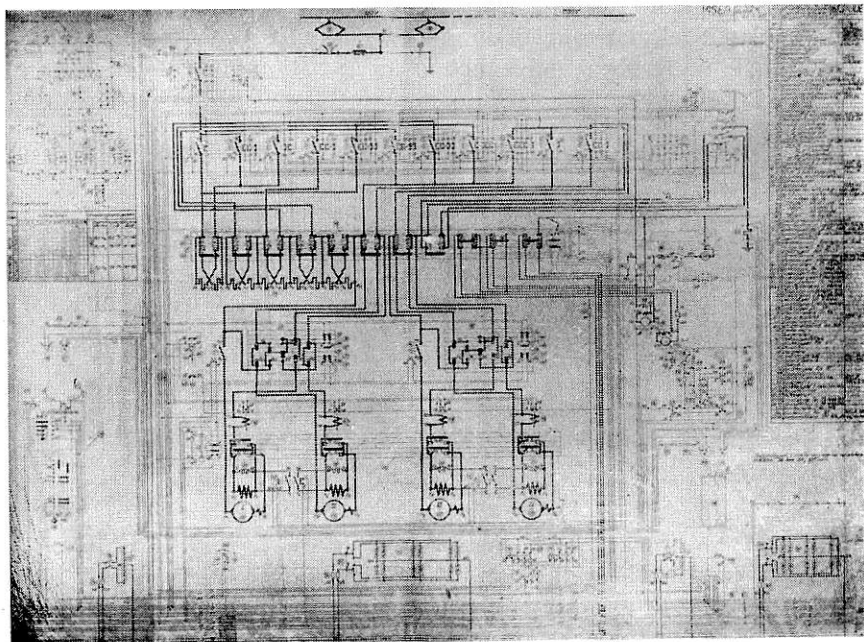


Fig. 5.

av vikten utan att hållfastheten eftersättes. Den yttre beklädnadsplåten nedanför fönsterlisten har en tjocklek av 4 mm och utgör en integrerande del av den bärande konstruktionen. Även boggierna, som äro utförda enligt Dingertz' system, äro helsvetsade (fig. 4).

Varje vagn är utrustad med en elektriskt driven luftkompressor jämte erforderliga apparater för tryckluftbroms samt för manövrering medelst tryckluft av sandningsapparater, luftvislor, instigningsdörrar och strömavtagare. Den speciella elektriska utrustningen kommer att senare beröras.

Inredningen överensstämmer, såsom jag nyss nämnde, i huvudsak med våra nyare vagnars. Sofforna äro stoppade och ha resårsitsar samt äro klädda med »Rexine»; alla beslag äro förkromade; väggfyllningarna äro utförda av teakfanerad masonite, taket i kupéerna är beklätt med ljus »Rexine» och golvet belagt med reflad gummimatta.

Varje motorvagn är avsedd att kunna framföra högst tre släpvagnar.

Då emellertid spetstrafiken fordrar väsentligt större tågheter än dylika 4-vagnars tåg och således i många fall mer än en motorvagn kräves för tågens framförande, anordnas materielen för s. k. multiplekörning, varigenom samtliga i ett tåg befintliga motorvagnar äro elektriskt sammankopplade och kunna manövreras från en förarehytt och sålunda erfordra bemanning med endast en förare.

Fig. 5 visar kopplingsschemat för vagnarnas elektriska utrustning.

Eftersom olika kontaktledningsspänningar skola användas på olika delar av de bansträckor, som vagnarna ha att trafikera, måste dessa utföras för båda spänningarna.

Överkopplingen mellan de båda förekommande spänningarna, 750 och 1 500 V, sker medelst en grupperingsomkopplare (31, 32), vilken manövreras elektropneumatiskt genom impulser från tvenne »kännorgan», ett 750 V (72) och ett dubblerat 1 500 V relä (70, 71). Erforderlig manöverström erhålles från ett särskilt batteri. Spolarna i de båda reläerna äro seriekopplade, så att startning är omöjlig vid fel i någon av dem. Dubbleringen av 1 500 V reläet innebär dessutom en ytterligare begränsning av risken för felgruppering vid övergång från 750 till 1 500 V, då väl sannolikheten av samtidigt uppträdande fel på båda dessa torde få anses mycket liten.

För att förmedla övergången mellan 750 och 1 500 V områdena är en spänningslös sektion anordnad mellan dessa båda i kontaktledningen. Då motorvagnen kommer in på denna sektion och således blir strömlös, falla båda spänningsreläerna och samtidigt också huvudbrytaren. När vagnen åter kommit under spänning, går omkopplaren över i rätt läge. Därest så icke skulle ske, kan huvudbrytaren ej inkopplas. Reläerna äro förreglade, så att inkoppling på felaktig spänning praktiskt taget är utesluten.

Omkopplingen påverkar:

1:o. Motorgrupperingen. Vid 1 500 V linjespänning äro två motorer permanent seriekopplade, vid 750 V kunna motorerna köras antingen två och två i serie eller alla i parallell.

2:o. Grupperingen av startmotstånden. Varje motståndintervall är utfört i två delar, vilka vid 1 500 V äro seriekopplade och vid 750 V parallellkopplade. Vagnens hastighet blir således densamma vid båda spänningarna.

3:o. Motorgeneratorns motor (103). Denna är försedd med två strömsamlare, vilka vid de olika spänningarna äro serie- resp. parallellkopplade.

4:o. Tågvärmet genom serie- eller parallellkoppling av två kaminer.

Den nyss nämnda manöverströmsomformaren består av en motor med två strömsamlare jämte därtill kopplad generator (104). Denna, som är försedd med en ASEA regulatormotor (113) och sålunda lämnar konstant spänning oberoende av event. variationer i linjespänningen, levererar ström, 125 V, för manövrering och tågbelysning. Vid

1 500 V spänning uttages ström till luftkompressorernas motor (101) från omformarens mittpunkt. Vid 750 V anslutes linjespänningen direkt till samma mittpunkt.

Uppstår fel på någon banmotor, vilken som helst, kan denna urkopplas medelst motorfrånskiljare (35, 40). Har någon motor urkopplats, stannar pådraget i sista serieläget.

Vagnarna anordnas för automatisk acceleration, varigenom körnin-

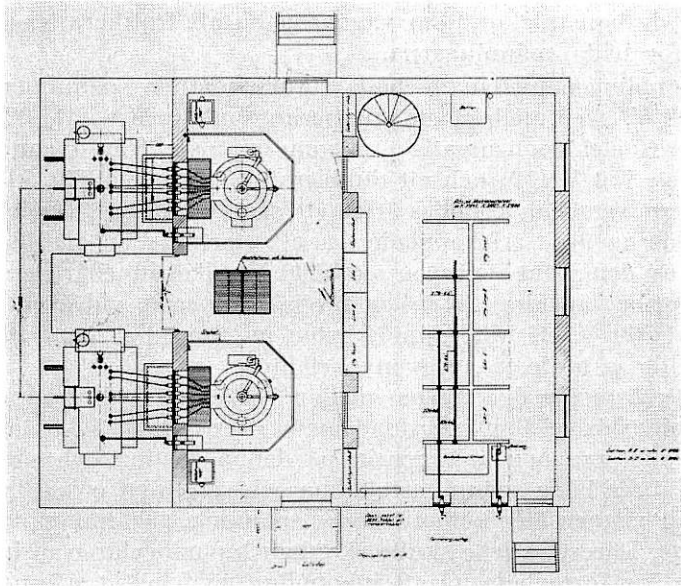


Fig. 6.

gen göres oberoende av olika förarens skiftande personliga uppfattning om vagnens riktiga manövrering.

Huvudorganet för den automatiska accelerationen är accelerationsreläet (28). Detta har två strömspoler inkopplade i banmotorkretsen, parallellkopplade vid 750 V och seriekopplade vid 1 500 V. Genom inmatningsimpulser från accelerationsreläet till de olika kontaktorna in- eller urkopplas dessa automatiskt i en bestämd ordning och på elektriskt noga fixerade tidpunkter sedan kontrollernas reglerväls ställts i ett visst körläge.

Kontrollern har utom 0-läget blott tre körlägen. Det första av dessa är avsett för växlingsrörelser eller obetydliga förflyttningar av vagnen, då någon större hastighet ej erfordras. Vid inställning i nästa körläge sker pådragning automatiskt till sista serieläget, och i sista körläget erhålles full hastighet. Då föraren skall starta vagnen, har han därför endast att ställa kontrollerveven i det önskade slutläget, varefter överkopplingen utan hans vidare åtgärd sker vid vissa bestämda strömgrän-

ser. Föraren kan från början välja vilket slutläge han önskar. Enär systemet är inbördes förreglat, får möjligheten av en felmanöver an-

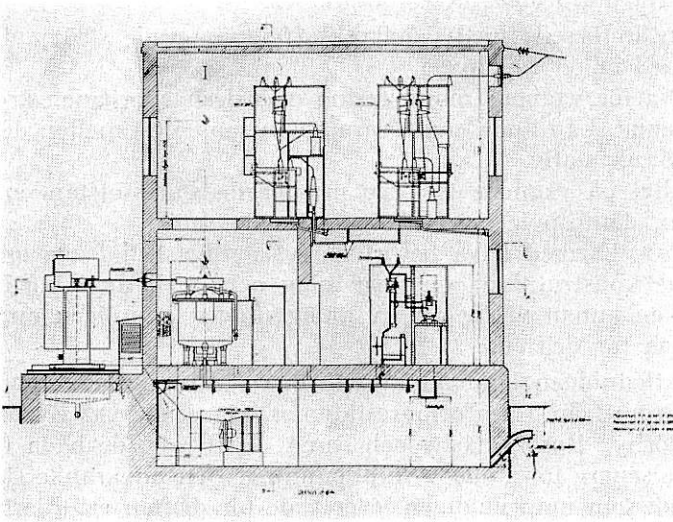


Fig. 7.

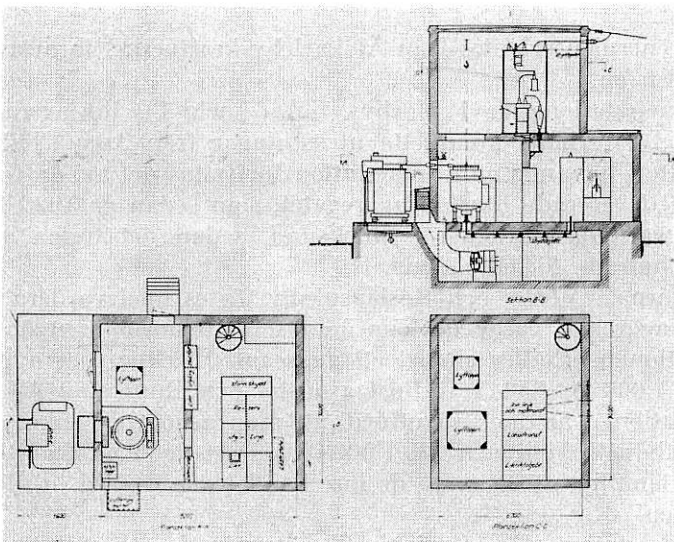


Fig. 8.

ses vara mycket liten. Man torde därför med denna anordning vara berättigad förutsätta en i regel jämnare start samt dessutom minskad risk för obehöriga påfrestningar på den elektriska utrustningen.

Kontrollernas fram- och backvals har likaledes 4 lägen, nämligen »Stopp», »Back», »0» och »Fram». I »Stopp»-läget är allting brutet; i »0» starta omformare och kompressor.

Vagnen är försedd med två tryckluftmanövrerade strömvtagare av saxtyp med enkel toppbygel.

De olika för vagnens manövrering erforderliga organen äro monterade i tvenne skåp i den ena förarehytten samt i ett mellan dem under taket anbragt stativ.

Utvändigt på vagnens tak äro monterade startmotstånden, huvudsäkring, dämpspole och åskskyddskondensator.

Jag torde härmed hava berört det väsentligaste i fråga om motorvagnarnas konstruktion och utrustning och skall nu i korthet redogöra för en annan viktig del av anläggningen, nämligen omformarestationerna för driften.

Kontaktledningen kommer att vid den färdiga anläggningen matas med likström från 4 omformarestationer, placerade vid Experimentalfältet, Mörby, Roslagsnäsby och Runö (se fig. 1), de båda första för 750 V, de senare för 1 500 V linjespänning. Den nuvarande stationen i Stocksund, som ursprungligen levererade för driften erforderlig energi från eget ångkraftverk, skall samtidigt nedläggas. Samtliga de nya stationerna avses normalt vara helautomatiska men kunna även handmanövreras, sedan omkoppling verkställts medelst en särskild omkopplare.

Primärenergien erhålles från Älvkarleby kraftverk i form av 20—22 kV trefasström.

Omformarstationerna i Mörby (fig. 6 och 7), Roslagsnäsby och Runö (fig. 8) erhålla kompletta utrustningar från Asea. Till Experimentalfältets blivande omformarstation förflyttas det av Brown Boveri på sin tid levererade likriktaraggregatet, som sedan år 1926 tjänstgör i den nuvarande stationen i Stocksund, sedan detsamma anpassats efter de ändrade förhållandena.

Stationerna i Mörby och Roslagsnäsby förses med vardera två fullständiga aggregat, varav det ena är avsett att normalt utgöra reserv; Runö-stationen erhåller endast ett aggregat. Effekten per aggregat är i Mörby 1 000 A, 750 V, i Roslagsnäsby och Runö 750 A, 1 500 V. Mörby-stationen är dock så utförd, att man genom en enkel omkoppling kan höja spänningen till 1 500 V, därest det i en framtid skulle finnas lämpligt att även på de inre bandelarna övergå till den högre spänningen.

Samtliga stationer äro i princip lika anordnade och omfatta följande huvuddelar: högspänningsställverk, likriktarutrustning, likströmsställverk och instrumentering med automatik.

Högspänningsställverket innefattar erforderlig utrustning för inkommande linjer, för energimätning och för likriktare och lokaltransformator.

Likriktarutrustningens viktigaste delar äro transformator, likriktarcylinder, hållströmsaggregat, kylanläggning och störningsskydd. Transformatorn (fig. 9), vilken är anordnad för utomhusuppställning, är utförd för 6-anodig likriktare och med inbyggd sugtransformator och seriereaktor samt försedd med uttagsomkopplare med 5 lägen, expansionskärl, signaltermometer, termokontakt för direkt utlösning vid för hög temperatur i oljan och Buchholzrelä. Likriktarcylindern kyles med cirkulerande vatten, vilket återkyles i en pressluftkylare. Cirkulationspumpen är ständigt i gång, men kylfläkten har intermitterent drift och

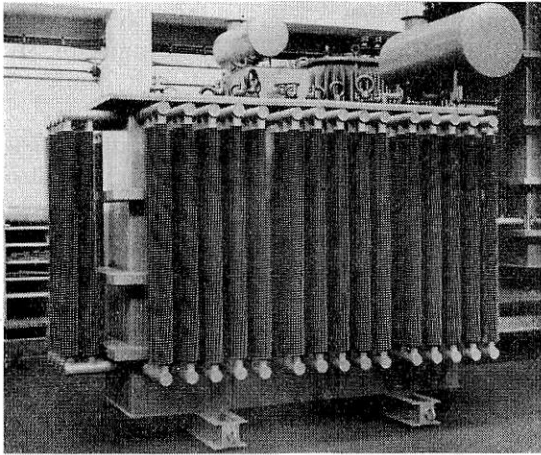


Fig. 9.

startas och stoppas genom en kontakttermometer allt efter belastningens storlek.

Störningsskyddet består av dels för varje aggregat en seriedrossel, inbyggd i likriktartransformatorn, och ett radiostörningsskydd (reaktor och kondensator), dels för stationen gemensamt ett tonfrekvensfilter, bestående av en resonanskrets för vardera 300, 600 och 900 p/s samt en parallellkondensator.

Likströmsställverket innehåller en cell för varje likriktare, en för varje utgående linje och en för störningsskyddet.

Lågspänningsinstrumenteringen är sammanförd i instrumentskåp, ett för inkommande 22 kV-linjer samt för kontroll och fördelning av manöverströmmen, ett för vardera likriktaren med kvitteringsindikatorer och reläcentraler för dess automatik, samt slutligen ett för utgående likströmslinjer.

Skåpens framsida är utbildad som instrumenttavla och upptar instrument, indikatorcentraler, manöverställare och signallampor. Manöverställare och signallampor äro inlagda i ett miniatyrskenesystem med symboler, som ger en direkt och enkel bild av stationsschemat och

dess kopplingstillstånd. Inuti skåpet äro alla övriga apparater placerade på plintar och lätt åtkomliga genom dörrar på skåpets baksida.

Kvitteringsindikatorerna på de olika fälten rapportera alla svårare fel, som kunna uppstå inom stationen eller på linjen och verka störande på driften. Varje indikeringsrelä är försett med ett fönster i locket, i vilket en flagga blir synlig i signalläge. Signalen avställes genom att vrida på en återställningsknapp men är färdig att återträda i funktion, så snart ny felindikering ges. Indikeringen kvarstår till dess felet avhjälpes, då reläet automatiskt återgår.

Linjesnabbrytarna äro försedda med provkretsar, bestående av provkontakter, provmotstånd och serierelä. Vid tillslagning av brytaren inkopplas denna krets först och utgör ett kännorgan, som undersöker, huruvida isolationen mot jord är fullgod, och hindrar inkoppling av snabbrytaren mot en kortslutning på linjen.

Under drift är likriktarens vakuumsystem automatiskt kontrollerat. Finvakuumpumpen är permanent inkopplad och kontrolleras medelst vakuummeteren. Vid dåligt vakuum eller vid strömavbrott i finpumpens värmeelement erhålles kontakt som startar en felsignal, vilken utlöser och blockerar aggregatet. Grovpumpen in- eller urkopplas automatiskt genom en manometer på förvakuumbehållaren. Kylsystemet är utförd med automatisk fläktkontroll, så att fläkten in- och urkopplas allt efter belastningsvariationerna.

I de båda stationerna med dubbla aggregat finnes en lastfördelningsautomatik. Den ena likriktaren inkopplas som ledande. Vid överbelastning eller blockering av denna inkopplas automatiskt det andra aggregatet. På aggregatets primärsida anordnas ett termiskt relä med en karakteristik, som nära överensstämmer med likriktarens överbelastningsförmåga. Vid överbelastning inkallas därigenom på rätt tidpunkt det andra aggregatet och då belastningen åter sjunker, sker urkoppling medelst ett minimalströmsrelä. Det termiska reläet har två kontakter, som sluta efter varandra. Vid normala överbelastningar sluter endast den första kontakten och verkställer lastfördelningen. Skulle belastningen fortsätta att stiga, sluter även den andra kontakten, varvid aggregatet utlöser.

Likriktarsnabbrytaren är utförd för bakströmsutlösning, linjesnabbrytaren för maximalutlösning.

Växelströmsmanöverströmmen erhålles från en lokaltransformator. Från dennas samlingsskenor fördelas manöverströmmen till olika förbrukningsplatser. Ett batteri, matat med en likriktare, lämnar för manövreringen erforderlig likström.

Kontaktledningen utföres som rörligt system med dubbel upphängning och består av 80 mm² kontakttråd och 50 mm² bärlina, båda av koppar. Den uppbäres på linjen av utliggare, anbragta på arsenikimpregnerade trästolpar, och på bangårdarna av mellan järnstolpar spända linbryggor. Som överföringsledningar tjänstgöra tvenne 95 mm²

kopparkablar. Skenorna användas som återgångsledning; samtliga skenskarvar äro därför försedda med fastsvetsade kopparförbindningar.

Totala kostnaderna för elektrifieringen äro beräknade till 1,9 milj. kronor, varav för ny rullande materiel och kompletteringsarbeten å redan befintlig sådan 860 000 kronor, för omformarstationerna inkl. byggnader 536 000 kronor, för ledningssystemet jämte vissa erforderliga ändringar av nuvarande anläggningar 430 000 kronor, samt för diverse arbeten och oförutsedda utgifter 74 000 kronor.
