Kurs
för
vagnelektriker

Brev 8

Lysrörsbelysning

I detta brev beskrives lysrörsbelysning i allmänhet. Den speciella lysrörsbelysningsanläggningen i restaurangvagnarna litt Ro3 nr 4407-15 4467-72 beskrives i brev 12, och lysrörsbelysningsanläggningen i de i Tyskland byggda vagnarna litt BCo2 nr 4584 och 4585 beskrives i brev 13.

67. Allmänt

För att erhålla bättre belysning ha glödlamporna i vissa vagnar ersatts med lysrör. Dessa lämna 2,5 - 3 gångar så mycket ljus som en glödlampa med motsvarande effekt. Med de långa lysrören insatta i lämplig armatur erhålles dessutom en jämnare ljusfördelning och en estetiskt mera tilltalande belysningsanläggning än med fria glödlampor.

Lysrören fordra växelström. Denna åstadkommes med en vibratoromformare, vilken omvandlar likströmmen från generatorn eller batteriet till växelström, som upptransformeras i speciella transformatorer till lämpligt värde för lysrören. Den primära kraftkällan är nämligen liksom vid normala belysningsanläggningar en likströmsgenerator och ett batteri.

68. Lysrör

Lysröret skiljer sig väsentligt från glödlampan inte bara genom sin yttre form utan även genom principen för ljusalstringen.

I glödlampan finnes en glödtråd, vilken upphettas, då strömmen passerar. Tråden blir vitglödande och avger ljus.

Lysröret består av ett glasrör, som på insidan är belagt med ett tunt skikt av ett lysämne. I vardera änden av röret finnes en elektrod. All luft är utpumpad, och i stället har röret fyllts med en ringa mängd argongas och kvicksilverånga med mycket lågt tryck. I lysröret saknas glödtråd i egentlig mening. Ljusalstringen grundar sig på en elektrisk urladdning i kvicksilverångan. "Ljusbågen" avger ett svagt blåaktigt ljus, som man kan se omkring elektroderna. Huvuddelen av "ljusbågen" består emellertid av osynliga ultravioletta strålar. Dessa absorberas av lysämnet på rörets insida. Lysämnet har den egenskapen, att det återutstrålar den upptagna energien i form av synligt ljus.

Lysämnet kan bestå av kadmiumborat, vilket ger rött ljus, zinkberylliumsilikat, gult ljus, kalciumvolframat, blått ljus eller andra ämnen, som efter speciell behandling erhåller förmågan att fluorescera, d v s bli självlysande under påverkan av ultravioletta strålar. Genom att blanda olika lysämnen kan man erhålla olika ljusfärg. I vagnarna har man strävat efter att få en ljusfärg, som är så lika glödlampans ljusfärg som möjligt, med hänsyn till att glödlampor användas i vissa utrymmen såsom toaletter och vestibuler, även då vagnarna i övrigt äro belysta med lysrör. I restaurangvagnarna är det särskilt viktigt, att man använder en sådan ljusfärg, att matvarorna se aptitliga ut. Vid olämplig belysning kunna nämligen vissa matvaror skifta färg, smör kan exempelvis bli gulgrönt.

Den elektriska urladdningen är en elektronström mellan elektroderna i rörets ändar. Med hänsyn till elektrodernas konstruktion och driftspänningen skiljer man emellan två typer av lysrör nämligen:

Lysrör med varma elektroder
och låg driftspänning

Lysrör med kalla elektroder
och hög driftspänning

Den förstnämnda typen är den, som normalt användes i stationära anläggningar i kontors- och affärslokaler m fl. Dessa lysrör utföras i vissa standardlängder och för anslutning till 110 - 220 V växelström. För att den elektriska urladdningen skall kunna äga rum vid nämnda låga spänning fordras, dels att elektroderna äro varma och dels ett speciellt tändaggregat, som ger en spänningsstöt i tändögonblicket.

Elektroderna i dessa rör, se fig 1 på bif bildblad 8:1, bestå därför av dubbelspiraler av volfram, vilka erhållit en beläggning med elektronavgivande material, s k aktiveringsmassa, t ex barium- eller strontiumoxid. Det är denna massa, som bestämmer rörens livslängd. Från elektroderna utstötas nämligen små partiklar, dels när lysrören brinna, dels och i ännu högre grad i tändningsögonblicket.

Både för hög och för låg driftspänning verkar avkortande på livslängden, då elektroderna fordra en viss temperatur för riktig elektronavgivning. Omgivningens temperatur inverkar även på ljusflödet. Vid låg temperatur erhålles mindre ljus, och normala rör tända icke under +5°C. (Det finnes dock speciella s k köldhärdiga rör, som tända även vid låg temperatur. I dessa rör ingår det neon i gasfyllningen). De nämnda nackdelarna samt känsligheten för vibrationer gör, att denna rörtyp är mindre lämplig för fordon.

I mälsbussar och vagnar med undantag av de i Tyskland byggda vagnarna litt BCo2 nr 4584 och 4585 användas lysrör med kalla elektroder och hög driftspänning. Elektroderna i dessa rör bestå av cylindrar av järnplåt, se fig 2 på bif bildblad 8:1. Rörens tändspänning uppgår till ca 1000 V, och driftspänningen är 500 - 650 V. På grund av den höga tändspänningen erfordras icke någon förvärmning av elektroderna vid tändning, och under drift bliva elektroderna endast obetydligt uppvärmda av elektronströmmen.

Rören tåla upprepade tändningar och mycket stora variationer i ström och spänning samt äro okänsliga för vibrationer och mindre känsliga för omgivningstemperaturen. Livslängden beräknas uppgå till 6000 - 8000 timmar eller mera, beroende på hur stor minskning i ljusflödet man vill tillåta innan rörbyte sker.

Rören ha en diameter av 20 - 22 mm och utföras dels i vissa standardlängder och dels i speciallängder avpassade efter vagnarnas inredning. Rören kunna även bockas i lämplig form.

Rörströmmen är 40 eller 50 mA. Vid 40 mA rörström och en batterispänning av 24 V uttages en effektiv ström av 1,7 A och vid 50 mA rörström 2,1 A ur batteriet. Denna ström, som vid seriekopplade rör är 2 resp 3 gånger så stor, är grundläggande för dimensionering av säkringar och ledningar. Strömmen uttages emellertid stötvis ur batteriet, varför medelurladdningsströmmen blir lägre, se beskrivningen av vibratorns verkningssätt. Vid en rörström av 40 mA är den erforderliga likströmseffekten ca 30 W, något mera vid långa rör och något mindre vid korta rör. Vid 50 mA rörström blir likströmseffekten ca 40 W med vissa variationer beroende på

rörlängden. Ljusutbytet uppgår till ca 27 lumen per watt uttagen effekt från likströmskällan. Ljusutbytet är beroende på rörlängden. Vid långa rör erhålles bättre ljusutbyte än vid korta rör. Vid 50 mA rörström är ljusflödet ca 520 lumen per meter. Från ett lysrör typ BKK 4, med en lysande rörlängd av 2180 mm, och en rörström av 50 mA. erhålles ett ljusflöde av 1130 lumen. Som jämförelse kan nämnas att en normal glödlampa för tågbelysning på 40 W, med opalglas, vid 24 V endast har ett ljusflöde av 450 lumen.

Ljusflödet från ett lysrör ändras mindre vid spänningsvariationer än ljusflödet från en glödlampa. Om spänningen varierar 1 %, ändras ljusflödet från ett lysrör 1 - 1,5 %, medan däremot ljusflödet från en glödlampa ändras 3,5 - 4 %. Denna egenskap hos lysrören är ju en fördel, i synnerhet då de användas på vagnar, där relativt stora spänningsvariationer förekomma.

Den s k stroboskopeffekten eller flimringen, som orsakas av växelströmmens växlingar mellan nollvärden och maximivärden, är betydligt starkare vid lysrörsbelysning än vid glödlampsbelysning. Em glödlampas lystråd hinner icke svalna helt, då strömmen passerar nollvärdena, varför växlingarna bli mindre märkbara. Ett lysrör däremot slocknar praktiskt taget helt mellan varje strömväxling, och flimringen blir därför starkare vid lysrörsbelysning. För att avhjälpa detta har den växelström, som användes för lysrören i vagnarna något högre periodtal än normalt, nämligen ca 55 p/s, och dessutom har det lysämne, som användes i rören, relativt stor efterlysningsförmåga.

Lysrören skola hanteras varsamt och vid krossning av felaktiga rör skall stor försiktighet iakttagas. Om lysämnespulvret kommer in i sår kunna dessa bliva svårläkta, och pulvret är även farligt att inandas, varför krossningen alltid skall ske utomhus.

69. Armaturer

Med hänsyn till den höga driftspänningen erfordras speciella armaturer för dessa rör. Armaturerna äro utförda antingen för ett rör eller sammanbyggda till en ramp för två eller flera rör.

Samtliga armaturer äro utförda så, att spänningsförande delar icke äro åtkomliga för oavsiktlig beröring. De äro skyddade med en plexiglasskärm och med en fastskr[illegible] plåtkåpa. Borttages denna, jordas automatiskt alla spänningsförande delar, som då bliva åtkomliga. Anslutningskontakterna äro fjädrande, och i vardera änden av armaturen finnes en jordskruv för skyddsjordning.

Rören fasthållas i armaturen med filtskivor och skyddas mot mekanisk åverkan med skärmar av plexiglas. Dessa skärmar äro refflade på insidan, varigenom ljuset sprides så, att det smala röret icke blir skarpt framträdande. Hela skärmen verkar i stället lysande, och ljustätheten blir härigenom så låg, att en fullständigt bländfri lysande yta erhålles.

Den sammanhållande längsgående skenan är utförd som reflektor. Armaturerna upphängas fjädrande med i skenan inpressade gummielement. Utförandet av den beskrivna stand[illegible]armaturen framgår även av bifogade bildblad.

I vissa vagnar har det varit nödvändigt att anpassa armaturen efter vagnens inredning. I en restaurangvagn äro sålunda två standardarmaturer hopbyggda så, att två rör ligga parallellt under en gemensam skärm.

Denna dubbelarmatur är placerad ovanför fönstren i vagnen. I vissa salongsvagnar är armaturen uppbyggd på listverket i taket. Kontaktdetaljerna äro monterade på plåtar, som äro infällda i trälisten, och skiverna äro tryckta direkt mot själva listen.

70. Omformarcentraler och vibratoromformares arbetssätt

I en omformarcentral ingå i regel 2 vibratoromformare för växelriktning av likströmmen samt 4 regulatorlampor. I nya omformarcentraler äro regulatorlamporna ersatta med reaktorer.

Vibratoromformarens konstruktion och arbetssätt framgår i princip av fig 1 på bif bildblad 8:2. Den består av en rörlig kontaktrad R med två kontakter, betecknade + och -, anslutna till en likströmskälla samt två fasta kontaktrader F1 och F2. Kontakterna i dessa äro korskopplade. Den rörliga kontaktraden R utför en fram- och återgående rörelse mellan de fasta kontaktraderna.

Då kontakterna R svänga ut åt höger och ligga an mot kontakterna F1, går strömmen från +polen genom en transformatorlindning i riktning a-b och vidare till -polen. När kontakterna R därefter svänga över åt vänster och ligga an mot kontakterna F2, går strömmen genom lindningen i riktning b-a. Över transformatorlindningen erhålles härigenom en växelspänning med rektangulär kurvform, som framgår av fig 2 på bildblad 8:2.

Amplituden a bestämmes av den påtryckta likspänningen.

Tiden t1 är den tid, som åtgår för den rörliga kontaktraden R att förflytta sig från den ena fasta kontaktraden till den andra. Tiden t2 är den tid, som de rörliga kontakterna ligga an mot de fasta.

Kontaktraden R svänger i en viss bestämd takt, och det är denna, som bestämmer växelspänningens frekvens. För lysrören är frekvensen ca 55 p/s. Vid denna frekvens blir tiden t2 således mindre än 1/100 sekund.

Om kontakterna skulle sluta och bryta hela belastningsströmmen i denna snabba takt, skulle de mycket snart bliva utslitna. För att undvika detta är därför en kondensator C inkopplad i serie med belastningen på transformatorns sekundärsida, som framgår av fig 3 på bildblad 8:2. Denna kondensator verkar som en strömbrytare på "likströmmen" i varje halvvåg, ty då kondensatorn är fulladdad, kan icke längre någon ström gå fram.

Då kontakterna R ligga an mot kontakterna F1, går belastningsströmmen i en viss riktning genom kondensatorn C och genom lysrören, varvid kondensatorn laddas. Då den är fulladdad, nedgår strömmen till 0, och just i detta ögonblick svänga kontakterna R över till kontakterna F2. Strömriktningen blir nu den motsatta, varför kondensatorn först urladdas och därefter åter uppladdas. När den är fulladdad, och strömmen åter nedgått till 0, svänga kontakterna R tillbaka till kontakterna F1. Kontakterna tjänstgöra således endast som omkopplare och koppla alltid strömlöst vid normalfrekvensen

Transformatorns läckinduktivitet, vibratorns egenfrekvens och kondensatorns kapacitet äro så avpassade till varandra, att rörströmmen är nästan sinusformad, trots att växelspänningen är rektangulär, se fig 4 på bildblad 8:2. Genom lämplig avvägning av de i strömkretsen ingående storheterna, har strömmens nollgenomgång gjorts flackt förlöpande. Härigenom blir den ström, som vibratorkontakterna komma att bryta vid eventuella avvikelser från normalfrekvensen, tämligen liten.

Sådana avvikelser uppstå, om likspänningen varierar mera än ± 20 %, vilket normalt tillåtes. Detta innebär således, att om vibratorerna äro injusterade för 24 V, så kan spänningen få variera mellan 29 och 19 V. För gnistsläckning är dessutom till varje kontaktgrupps växelströmsuttag anslutet en kondensator och ett motstånd, se bifogade principscheman för lysrörsbelysning.

För att kompensera transformatorns tomgångsström finnes en mindre kondensator ansluten parallellt till en del av transformatorns sekundärlindning. Härigenom slippa vibratorkontakterna bryta transformatorns tomgångsström. Kondensatorn laddas då vibratorkontakterna äro slutna, och då kontakterna öppna, ger kondensatorn kortvarigt en ström som vidmakthåller fältet. När det således icke uppstår någon ändring i magnetiseringen induceras det icke heller någon överspänning som ger upphov till brytgnistor.

Kontakterna äro utförda av volfram, och varje kontaktgrupp kan belastas med maximalt 125 W röreffekt, mätt på likströmssidan. Detta innebär således att till varje kontaktgrupp kan kopplas 3 rör à 40 W eller 2 rör à 50 W. Varje vibrator har 2 kontaktgrupper. Vid rätt injustering, regelbunden tillsyn och normala driftförhållanden beräknas kontakterna ha en livslängd av ca 10000 timmar.

Den rörliga kontaktradens fram- och återgående rörelse åstadkommes med en magnet, som är seriekopplad men en självbrytarkontakt. I serie med magneten finnes dessutom en kontakt för begränsning av det svängande systemets amplitud. Om denna blir för stor, bryter den sistnämnda kontakten strömmen till magneten, så att magnetens dragkraft och därmed även amplituden begränsas. Magnetens effektbehov är ca 3 W. Magneten är placerad över det svängande ankaret. Självbrytarkontakten och den amplitudbegränsande kontakten äro placerade mitt emot varandra och mellan de två kontaktgrupperna för växelriktning av likströmmen.

Vibratorerna äro upphängda i fjädrar, dels för att göra dem mera tystgående, och dels för att det svängande systemet icke skall påverkas av fordonets skakningar. Vid kraftiga stötar begränsas utslagen av gummibuffertar. För att ytterligare dämpa det ljud, som uppstår, då vibratorerna arbeta, samt för att skydda dem mot damm och åverkan, äro de inneslutna i en kraftig, gjuten kåpa av lättmetall.

Omformarcentralens och vibratorernas utseende framgår även av bifogade bildblad. På ena bilden visas det äldre utförandet med regulatorlampor och på den andra bilden det nya utförandet med reaktorer.

Lysrörens inre motstånd minskar vid stigande ström. För varje lampgrupp är därför i äldre anläggningar en regulatorlampa inkopplad i den primära växelströmskretsen, se bifogade principschema för lysrörsbelysning. Dessa lampor öka sitt motstånd vid stigande ström, och deras motstånd är så avpassat, att hela växelströmskretsens sammanlagda resistans och egenfrekvens är i det närmaste konstant och oberoende av primärspänningsvariationerna.

Regulatorlamporna äro normala glödlampor med volframtråd för 6 V, 25 - 25 eller 35 - 35 W, med dubbla glödtrådar, samma typ som användes för strålkastare på bilar. Regulatorlamporna äro monterade under en mindre kåpa vid sidan av vibratorkåpan eller till höger om vibratorerna under samma kåpa som dessa. De 4 lampor, som sitta i raden närmast vibratorerna, äro de lampor, som äro i funktion, och de 4 lampor, som sitta i raden bredvid, äro reservlampor.

I nya omformarcentraler äro som förut nämnts regulatorlamporna ersatta med reaktorer, se bifogade scheman Mbr 107073 och Mbr 107074. Växelströmsuttagen äro dessutom parallellkopplade, varför endast en reaktor per vibrator erfordras. Reaktorerna, som äro avsevärt driftsäkrare än regulatorlamporna, ha i stort sett samma uppgift som dessa och minska dessutom risken för gnistbildning vid varierande likspänning.

Vid utbyte av äldre omformarcentraler mot nya sådana med reaktorer skall samtidigt transformatoraggregaten utbytas mot nya aggregat med justermotstånd i primärkretsen, se schema Mbr 107073 och Mbr 107074.

Omformarcentralen är upphängd i gummibussningar.

71. Transformatorer och kondensatorer

Transformatorerna äro kompoundfyllda och speciellt byggda för vibratordrift. De tillverkas i 2 storlekar för 2000 resp 3000 V tomgångsspänning och äro avsedda för 2 resp 3 seriekopplade lysrör och maximalt 50 resp 40 mA.

På primärlindningen i äldre transformatorer finnas 3 uttag a, b och b1. I regel anslutes vibratorn till uttagen a och b. Vid anslutning till a och b1 erhålles 20 % högre sekundärspänning.

På nya transformatoraggregat, se bifogade bildblad finnas endast 2 uttag a och b på primärsidan. För inställning av rörströmmen finnes i stället ett justermotstånd inkopplat i serie med primärlindningen på varje transformator. Justermotstånden äro monterade under transformatoraggregatets skyddskåpa.

Inställning av rörströmmen, 40 mA i 3000 V:s anläggningar och 50 mA i 2000 V:s anläggningar bör ske vid den likspänning, för vilken anläggningen är utförd. Anläggningar i vagnar äro utförda för 24 V och anläggningar i rälsbussar för 28 V likspänning. Då likspänningen är lägre, blir även rörströmmen lägre. Om mätning eller inställning av rörströmmen sker vid en likspänning, som avviker från den normala, 24 resp 28 V, skola kurvorna på bifogade kurvblad följas. Om, som exempel, likspänningen endast är 24 V i en 2000 V:s anläggning utförd för 28 V bör rörström vara 30 - 37 mA, se nedersta kurvan på bifogade kurvblad för 28 V:s anläggningar.

På sekundärlindningen finnes ett högspänningsuttag för anslutning till seriekondensatorn. Den motsatta änden på sekundärlindningen är ansluten till höljet. Dessutom finnes ett uttag för anslutning till parallellkondensatorn.

Lysrören ha som tidigare nämnts negativ motståndskarakteristik. Efter tändningen växer strömmen till följd av jonisation i gaspelaren. För att begränsa strömmen är transformatorn därför utförd med kraftigt läckfält, varigenom spänningen sjunker, och strömmen stabiliseras vid ett bestämt värde 40 resp 50 mA.

Seriekondensatorn och parallellkondensatorn äro sammanbyggda i samma hölje, vilket är oljefyllt. Seriekondensatorns kapacitet är olika i olika anläggningar som framgår av följande tabell.

Anläggn typ	Driftspänn	Seriekond kapacitet
Med regul lampor	3000 V	0,037 uF
- " -	2000 V	0,065 uF
Med reaktorer	3000 V	0,027 uF
- " -	2000 V	0,050 uF

Seriekondensatorn har två uttag. Det ena för anslutning till transformatorn och det andra för utgående ledningen till lysrören. Parallellkondensatorn har ett uttag för anslutning till transformatorn. Kondensatorns andra uttag är anslutet till höljet.

Två transformatorer och två kondensatorblock äro normalt sammanbyggda till en enhet. Samtliga spänningsuttag både på hög- och lågspänningssidan äro skyddade mot oavsiktlig beröring med fastskruvade plåtkåpor. Den stora skyddskåpan över de högspänningsförande detaljerna skall vara märkt med en kraftig röd åskvigg. På nya transformatoraggregat finnes endast en skyddskåpa för hela aggregatet.

Transformatoraggregatens konstruktion framgår även av bifogade bildblad.

72. Filter

Av det föregående framgår, att då en vibrator matar lysrör, uttages strömmen stötvis från strömkällan. Ström utgår, då vibratorkontakterna äro slutna i det ena eller det andra läget, men då kontaktbryggan rör sig mellan de båda lägena, utgår icke någon ström. På grund av strömkällans inre motstånd, kommer polspänningen att variera vid denna stötvisa belastning. Om två eller flera vibratorer samtidigt matas från samma strömkälla, komma de därför att störa varandra, då vibratorernas periodtal icke är exakt lika.

För att undvika sådana störningar inkopplas, som framgår av bifogade principscheman, ett filter i serie med varje vibrator. Detta filter består av en reaktor och en kondensator.

Med hjälp av detta filter blir strömkällan jämnare belastad. Under de ögonblick, då någon ström icke utgår till lysrören, går i stället en ström till kondensatorn, som då laddas. Då strömkretsen för lysrören är sluten, urladdas kondensatorn och hjälper till att mata lysrören, varigenom strömmen från strömkällan något minskas. Reaktorn har även en utjämnande inverkan på strömstötarna.

Reaktorn och två parallellkopplade elektrolytkondensatorer äro hopbyggda under en gemensam skyddskåpa, som framgår av bifogade bildblad.

Om anslutningarna till filtren lossas, måste man vid ny inkoppling noga se till, att polariteten blir rätt och i enlighet med uttagens märkning på filtren, i annat fall bliva elektrolytkondensatorerna förstörda.

73. Huvudströmställare och omkastare

Med hänsyn till att lysrören matas med högspänning måste det finnas en låsbar huvudströmställare, eller också skall denna vara placerad i ett låsbart skåp. Då arbeten pågå, skall reparatören kunna låsa strömställaren eller skåpet med sitt eget hänglås, så att ingen obehörig av misstag släpper på högspänning.

Som huvudströmställare användes i regel den normala tågbelysningsomkopplaren, och det skåp, i vilket denna är placerad, är försett med märlor för låsning.

På alla vagnar med lysrörsbelysning är belysningsomkopplaren ändrad så, att endast lägena 0 och L kunna användas. Lägena V och W äro spärrade, därför att det icke utan speciella anordningar går att mata lysrörsanläggningen med växelström från tågvärmeledningen på grund av det låga periodtalet, 16 2/3 p/s.

På vissa anläggningar användes endast en vibrator i taget av de två i omformarcentralen. Inkopplingen sker med en omkastare med lägena 0-1-0-2. I läge 1 inkopplas den ena vibratorn och läge 2 den andra. I 0-lägena äro båda vibratorerna bortkopplade.

74. Lysrörsanläggningars koppling

Den primära kraftkällan vid lysrörsbelysning är, som förut nämnts, en likströmsgenerator och ett batteri.

På vagnar med hjulaxeldriven generator är denna med tillhörande batteri och apparater kopplade lika som vid normal generatorbelysning. Transformatorn för växelströmsbelysning användes emellertid icke, som förut nämnts.

På vagnar med omformare är denna med tillhörande batteri och apparater kopplade lika som vid normal omformarbelysning. Transformatorn användes emellertid endast för att mata nollspänningsreläet.

Kopplingen av de till själva lysrörsbelysningsanläggningen hörande detaljerna blir något olika, beroende på om båda vibratorerna i en omformarcentral arbeta samtidigt, eller om de inkopplas växelvis.

På bifogade scheman Mbr 106471 och Mbr 107073 visas kopplingen av en anläggning med en omformarcentral, där båda vibratorerna arbeta samtidigt.

Nedtill till vänster på schemat visas de kontakter, L1 - B1 och L2 - B2, på belysningsomkopplaren, som fungera, då denna manövreras i lägena 0 och L. Smältsäkringarna I, II och III äro de normala säkringarna på gruppsäkringstavlan. Av de tre säkringarna användas i regel I och II för lysrörsgrupperna, medan säkring III användes för glödlamporna i vestibulerna och på toaletten m fl ställen.

Vibratorerna inkopplas med var sin strömställare, vanligen vridströmställare för 15 A, och i serie med varje vibrator finnes ett filter.

För att schemat skall bliva mera överskådligt, har på omformarcentralen visats uttag både på vänstra och på högra sidan. I verkligheten äro alla uttag sammanförda till en plint på högra sidan i omformarcentralen. Vid inkoppling och vid felsökning följes märkningen. För varje vibrator äro endast de kontakter, som växelrikta likströmmen, visade på schemat, medan däremot magneten, självbrytarkontakten och den amplitudbegränsade kontakten icke äro inritade.

På schemat är endast ett transformatoraggregat med anslutna lysrör visat. Det andra transformatoraggregatet är kopplat lika och anslutet till motsvarande uttag från den andra vibratorn.

Högspänningsledningarna från transformatoraggregaten till armaturerna och mellan dessa bestå av blymantlad neonkabel. Denna har en extra mångtrådig ledare med en area av 2,5 mm^2, och gummiisoleringen är utförd för en provspänning av 12 kV. Neonkabeln får aldrig skarvas, utan den skall vara dragen i ett mellan de nämnda delarna. Uppstår fel på en neonkabel, måste därför hela den felaktiga delen mellan

två anslutningsställen utbytas. Vid borttagning av blymanteln skall noga tillses, att gummiisoleringen icke skadas. Med en kniv göres en brottanvisning runt om i blymanteln, varefter denna knäckes av. Vid varje anslutningsställe skall gummiisoleringen vara frilagd på ett avstånd av minst 40 mm mellan blymanteln och kabelskon eller annan spänningsförande detalj. Då den tjocka gummiisoleringen borttages, bör detta ske med försiktighet, så att ledaren icke skadas.

75. Jordning - skyddsjordning

Återledningen från armaturerna till transformatoraggregatets jordskruv sker genom långbalkarna och vagnskorgen vid helsvetsade vagnar. Sista röret i serien är därför som framgår av schemana anslutet till en längsgående skyddsjordlina för armaturerna. På några av de vagnar, som först utrustades med lysrörsbelysning, är återledningen från armaturerna till transformatoraggregaten utförd med neonkabel.

Med hänsyn till den höga driftspänningen måste de flesta detaljerna vara skyddsjordade, som framgår av schemana.

För all skyddsjordning användes oisolerad mångtrådig kopparlina med en area av 10 mm^2.

För skyddsjordning av armaturerna är en jordlina dragen parallellt med dessa. Båda ändarna av denna lina äro neddragna till långbalkarna, eller anslutna till någon del av vagnskorgen vid helsvetsade vagnar. Båda jordskruvarna, en i vardera änden på armaturerna, äro förbundna med den längsgående linan. Jordningen av armaturerna är utförd lika, antingen armaturerna äro separata eller sammansatta till en ramp.

Neonkablarnas blymantlar bliva jordade, då de klämmas fast under avlastningsklammorna både vid transformatoraggregaten och vid armaturerna.

Hela lågspänningssystemet är jordat genom den jordlina, som enligt schemana är ansluten till kontaktfingret B1 på belysningsomkopplaren.

I de flesta vagnarna är lysrörsbelysningsanläggningarna utförda enligt schema Mbr 106471 eller Mbr 107073, varvid alla vibratorer arbeta samtidigt. I postvagnarna, där det är av största vikt, att belysningen alltid fungerar, inkopplas däremot med en omkastare endast en i taget av de båda vibratorerna i varje omformarcentral. Anläggningarna i dessa vagnar äro därför utförda enligt bifogade schema Mbr 106472 eller Mbr 107074.

Med omkastaren i läge 1 inkopplas säkring I, det övre filtret och den övre vibratorn, se schemana. Uppstår fel på någon av dessa detaljer, kan omkastaren ställas i läge 2, varvid säkring II, det nedre filtret och den nedre vibratorn inkopplas.

Vid besiktning av belysningsanläggningarna i dessa vagnar skall alltid kontrolleras, att anläggningarna fungera tillfredsställande, då omkopplaren ställes både i läge 1 och 2.

De nämnda schemana, Mbr 106471, Mbr 106472, Mbr 107073 och Mbr 107074, äro principscheman, som gälla för flera olika vagnstyper. För varje vagnstyp finnes dessutom ett kopplingsschema, som visar placeringen och kopplingen av de olika detaljerna i den ifrågavarande vagnstypen.

Som exempel på ett sådant kopplingsschema bifogas schema Mbr 31742, kopplingsschema för elektrisk belysning i vagnar litt Co6. Observera att detta schema gäller endast för vagnar litt Co6 nr 3335, 3416, 3460 och 3750, samt att återledningen från armaturerna till transformatorerna är utförd med neonkabel. På kopplingsschemana är även angivet vilket principschema, som gäller för just den vagnstypen.

76. Felsökning

För att kunna söka reda på ett fel och avhjälpa detta, är det nödvändigt att veta, hur anläggningen är kopplad, och hur de olika detaljerna fungera. Om det uppstått fel på en anläggning, bör man därför först taga fram det kopplingsschema och det principschema, som gäller för den ifrågavarande vagnen.

För att underlätta felsökningen kan man indela varje anläggning i tre avdelningar, och genom vissa iakttagelser är det lätt att avgöra, inom vilken avdelning felet finnes.

1. Om 6 eller i vissa vagnar 4 rör äro släckta samtidigt, är det en vibrator som icke fungerar. Det kan då vara vibratorn, som är felaktig, men i regel ligger felet i tilledningen, d v s i anläggningens likströmsdel.

   Smältsäkringen bör i första hand undersökas. Om denna är felfri, undersökes med en provlampa eller en voltmeter steg för steg enligt schemat var spänning finnes, och man söker på så sätt reda på, var felet ligger.

   Om vibratorn icke fungerar, trots att det finnes spänning ända fram till denna, bör vibratorn utbytas.

2. Om 3 eller i vissa vagnar 2 rör äro släckta samtidigt, är det fel på växelströmssidan. Man bör då i första hand undersöka den del, som har lågspänning, d v s från vibratorn och till transformatorns primärlindning, se principschemana.

   Om regulatorlampor finnas, bör den som är mörk, i första hand utbytas. Om anläggningen trots byte av regulatorlampa icke fungerar, bör felet utprovas med en provlampa eller en voltmeter.

3. Om man med en provlampa eller en voltmeter konstaterat, att det finnes spänning på transformatorns primärlindning, men 3 i vissa vagnar 2 rör trots detta icke lysa, är det sannolikt fel på något rör.

   På grund av rörens seriekoppling och med hjälp av de skyddsjordningskontakter, som finnas i varje änd- och skarvkåpa, kan man på följande sätt lätt prova ut, vilket rör som är felaktigt.

   Obs! Innan armaturkåporna avtagas, skall anläggningen göras spänningslös med huvudströmställaren.

   Armaturkåporna avtagas därefter så, att ett rör i taget blir förbikopplat. Strömmen får endast påsläppas kortvarigt, då ett resp två rör äro förbikopplade.

   Man bör givetvis börja med att avtaga en armaturkåpa så, att det rör, som ligger längst bort i serien från transformatorn räknat, blir förbikopplat. Om de två andra rören lysa då, är det det förbikopplade röret, som är felaktigt och bör utbytas.

Om de två i serien kvarvarande rören förbli mörka, förbikopplas det mellersta röret o s v.

Anläggningen måste göras spänningslös var gång en armaturkåpa avtages, och då huvudströmställaren slås till för provning, måste noga tillses, att ingen berör de spänningsförande delarna.

För att kunna avgöra i vilken ordning armaturkåporna skola avtagas, måste man följa kopplingsschemat för den ifrågavarande anläggningen.

Utför alltid felsökningen metodiskt på angivet sätt och följ schemana.

77. Anvisningar för skötsel och tillsyn av lysrörsanläggningar

Tillsyn och skötsel bör ske var 6:e månad eventuellt oftare, om lysrören äro tända under en stor del av dygnet, exempelvis i postvagnar. Om flimring i lysrören iakttages, skola vibratorerna omedelbart kontrolleras.

Omformarcentralen och vibratorerna tillses på följande sätt:

Tag av kåpan på omformarcentralen.
Kontrollera centralens upphängning samt att de olika delarna, vibratorer, kondensatorer m m inuti centralen äro ordentligt fastsatta.
Kontrollera att anslutningsskruvarna äro dragna, samt att anslutningskablarna äro oskadade.
I omformarcentraler utrustade med regulatorlampor skall kontrolleras att det finnes reservlampor.

Prova anläggningen. I postvagnar provas med omkopplaren både i läge 1 och 2.

Kontrollera att vibratorerna arbeta gnistfritt. En vibrator som icke arbetar gnistfritt skall utbytas. Gnistbildningen beror i regel på, att vibratorerna varit så länge i drift, att kontakterna blivit slitna.

Gnistbildning kan också bero på, att någon kondensator blivit felaktig. Uppsättes en ny vibrator utan att den felaktiga kondensatorn utbytes, kommer den nya vibratorns kontakter att bliva skadade efter mycket kort tid. Genom att iakttaga vilka vibratorkontakter, som icke arbeta gnistfritt, kan man avgöra, vilken kondensator som är felaktig.

a) Gnistbildning på högra drivkontakten.
(mitt i kontaktraden)

Avbrott i kondensatorn märkt 16 uF eller avbrott i motstånden. Byt dessa detaljer och vibratorn.

b) Gnistbildning på de vänstra arbetskontakterna och eventuellt även sneddragning av ankaret åt vänster

Kortslutning i kondensatorn märkt 16 uF. Byt denna och vibratorn.

c) Kraftig gnistbildning både på vänstra och högra arbetskontakterna

Kan bero på att filtret är fel inkopplat, varför kopplingen bör kontrolleras. Gnistbildningen kan även bero på, att högspänningskondensatorn är kortsluten. För att kontrollera detta kunna ledningarna till primärlindningen på tillhörande transformator flyttas till transformatorn bredvid. Upphör gnistbildningen då, är högspänningskondensatorn felaktig och denna utbytes.

Flimring i lysrören beror i regel på gnistbildning på arbetskontakterna. Den kan även bero på avbrott i filterkondensatorerna. Vid för låg likspänning eller för låg temperatur i vagnen eller bussen kan även flimring uppstå.

Även övriga detaljer, strömställare, filter, armaturer och transformatoraggregat böra kontrolleras, och eventuella skador avhjälpas. I transformatoraggregaten bör speciellt tillses, att det icke läcker ut olja ur kondensatorerna, och att det icke har trängt ut kompound ur transformatorerna.

Obs! All tillsyn bör ske, då anläggningen är spänningslös, med hänsyn till att det vid drift finnes högspänning på flera detaljer.

Vid provning skall största försiktighet iakttagas.

Vid kontroll och inställning av rörströmmen, vilket bör ske, då någon kondensator eller annan del i anläggningen utbytts, skall amperemetern inkopplas mellan lysrörsseriens sista rör och jord. Är amperemetern en Avometer modell HD skall det avlästa värdet korrigeras enl anvisningarna i brev 5.

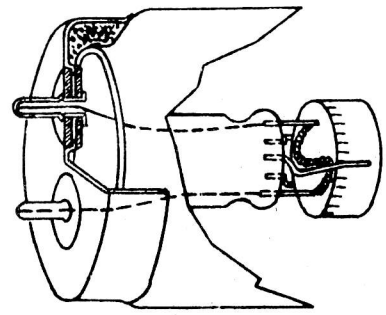


Fig 1.
Elektrod i varmelektrodrör

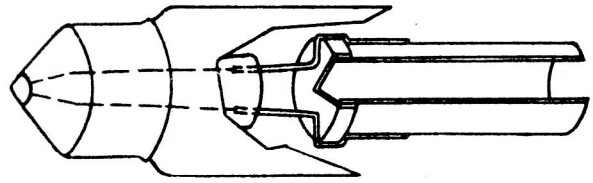


Fig 2.
Elektrod i kallelektrodrör

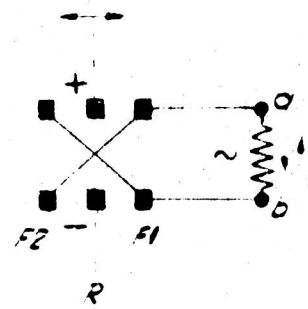


Fig 1.

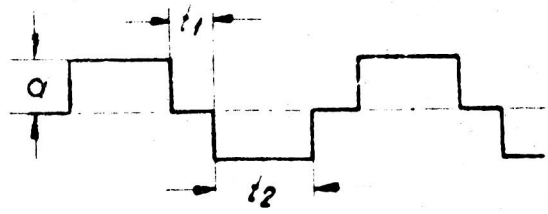


Fig 2

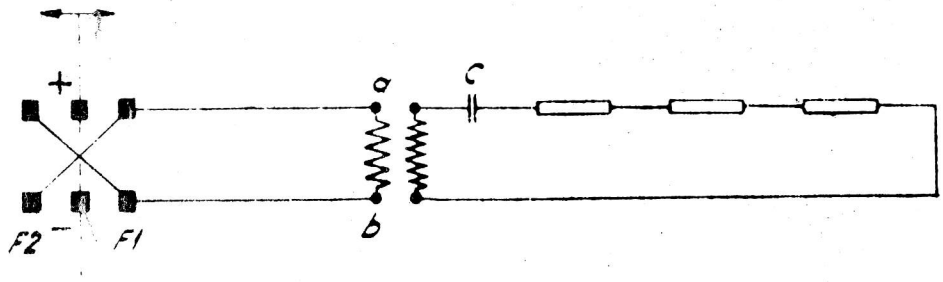


Fig 3.

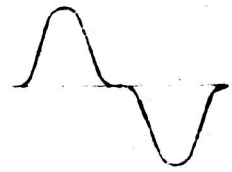
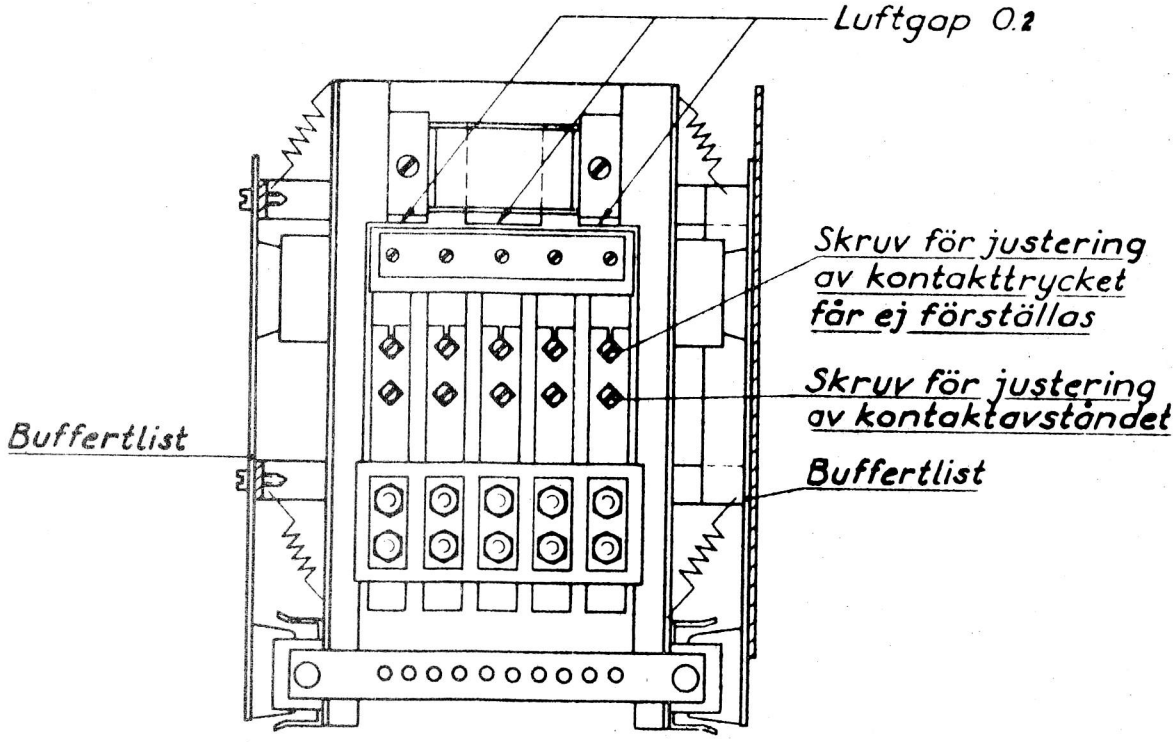
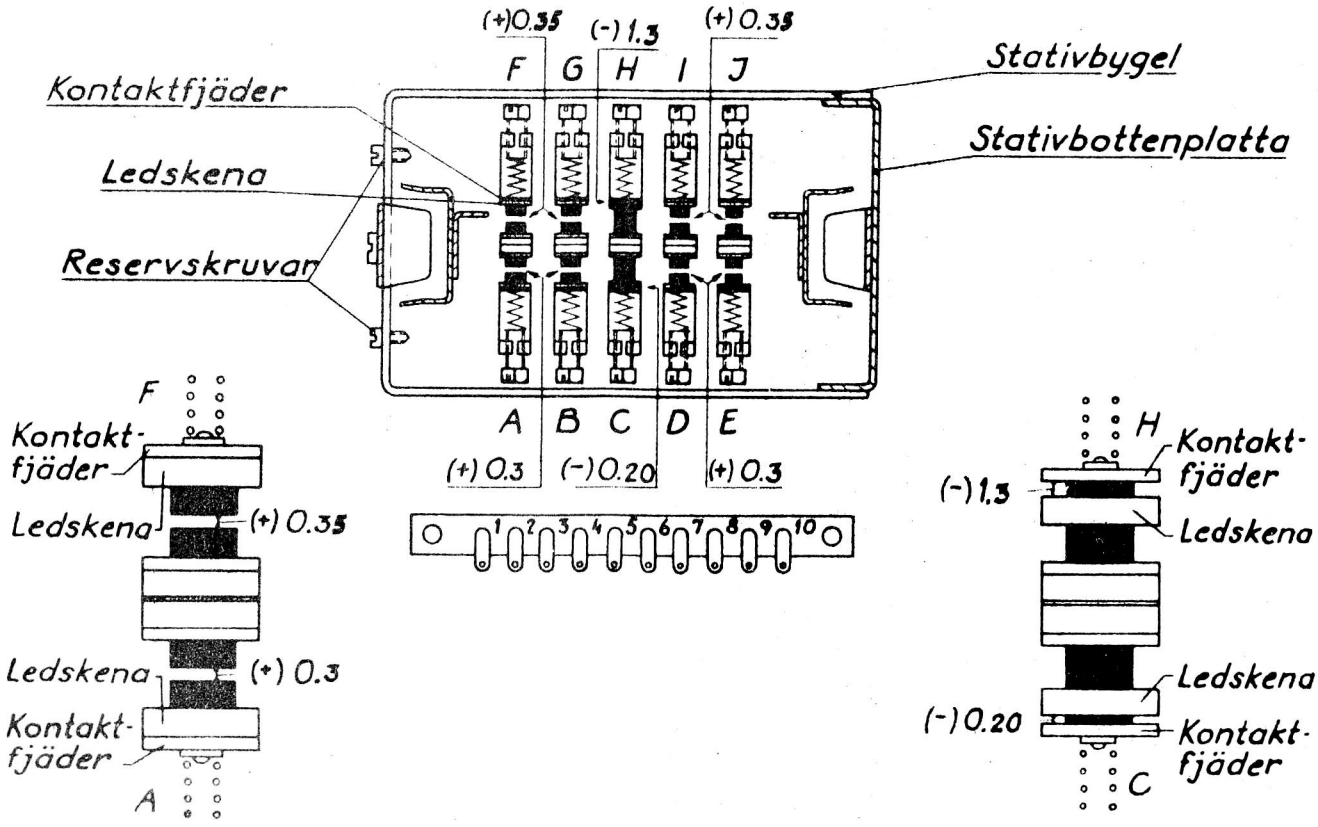


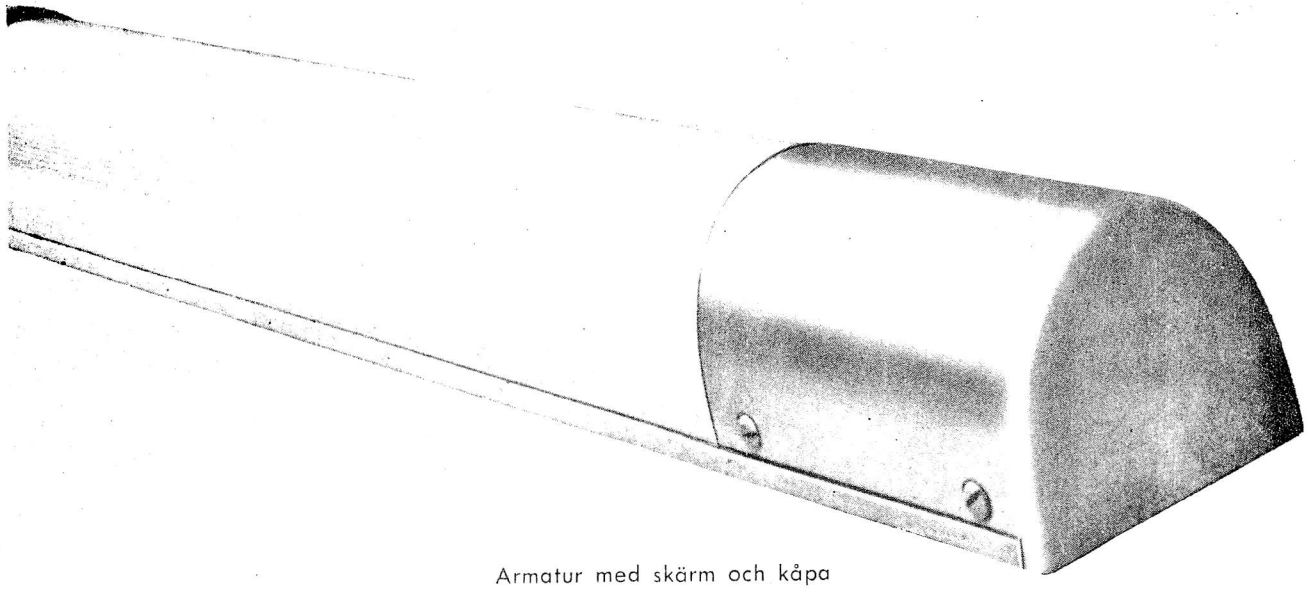
Fig 4.



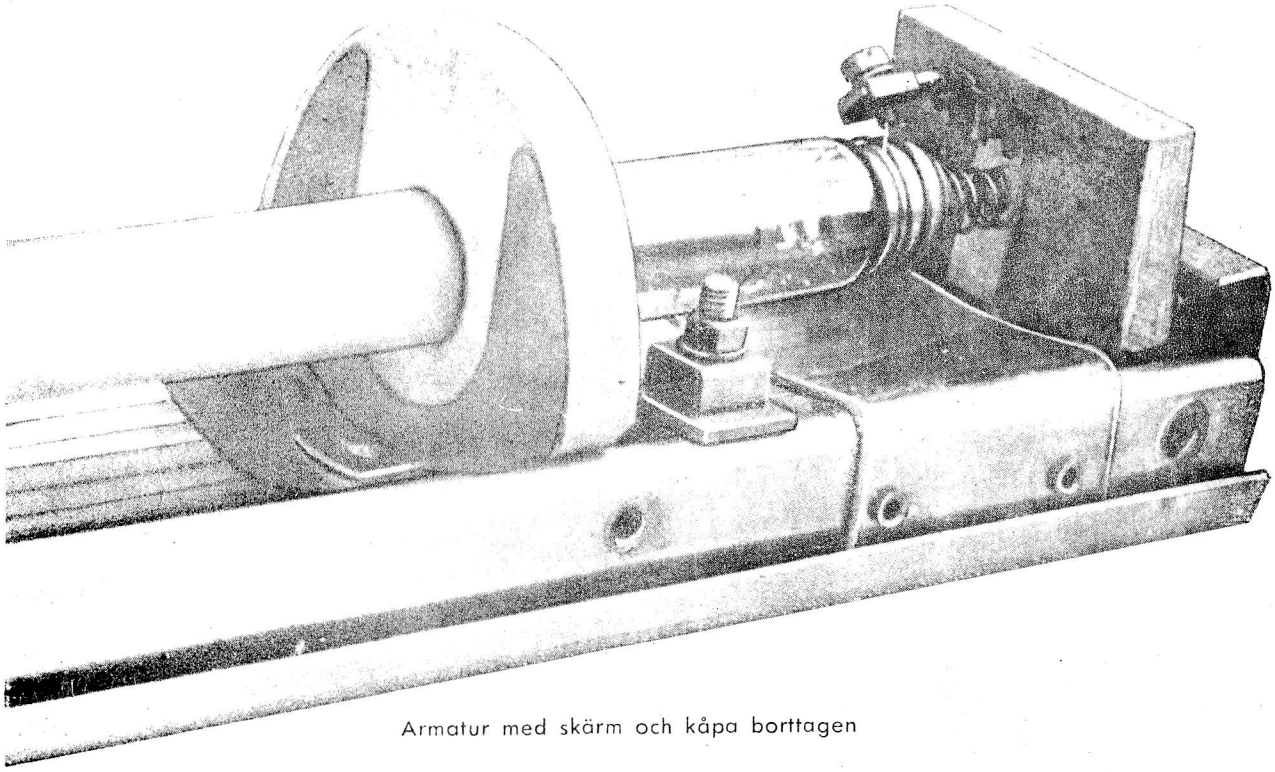
Vibratorn sedd uppifrån



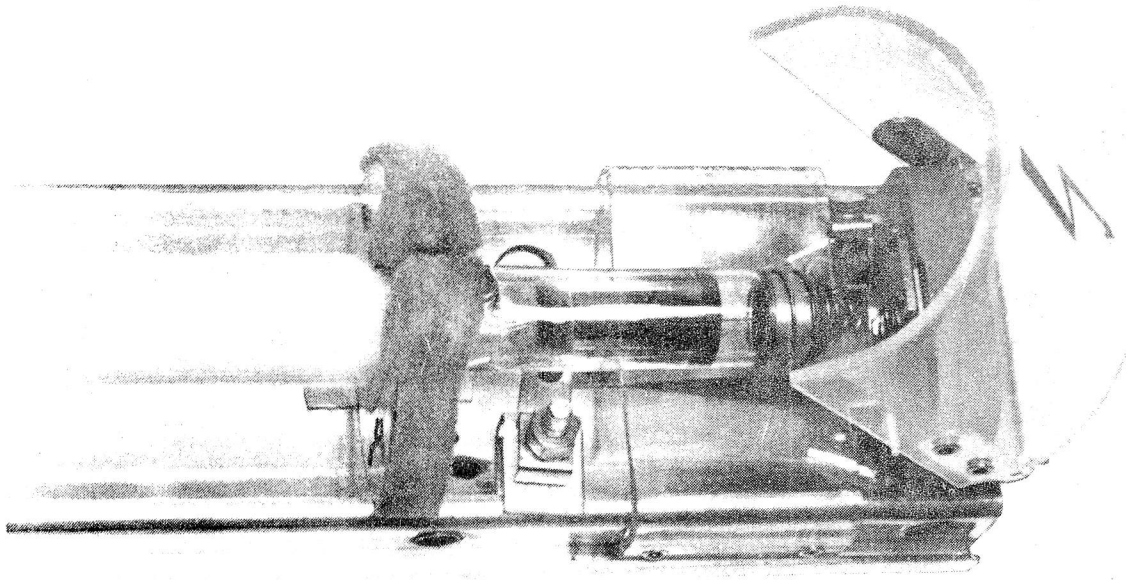
Justeringsanvisningar för vibratorer



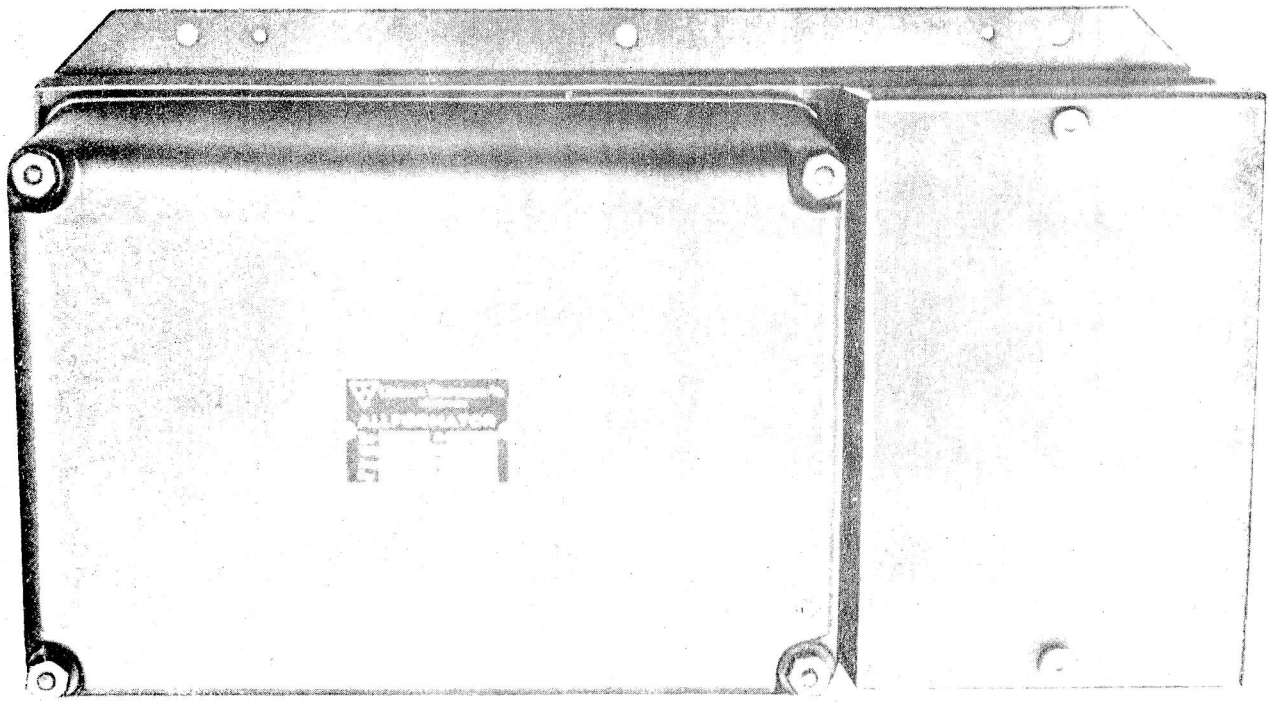
Armatur med skärm och kåpa



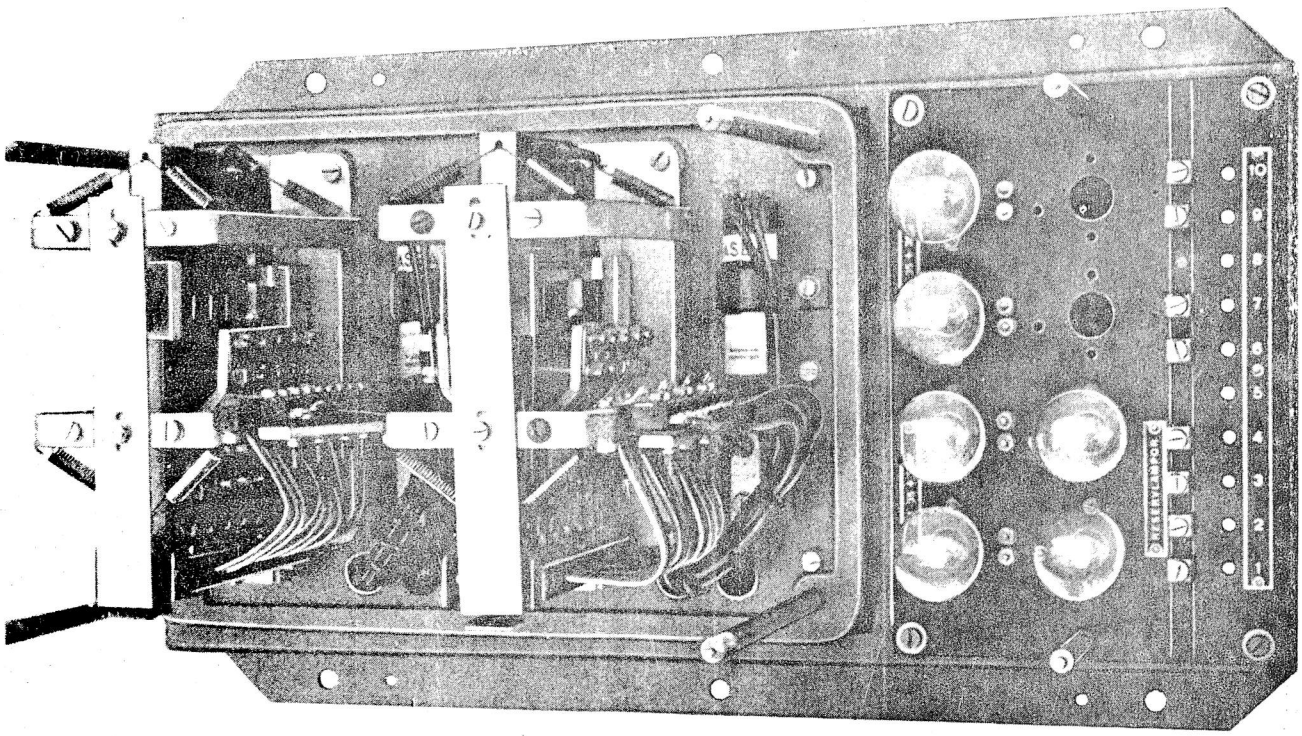
Armatur med skärm och kåpa borttagen



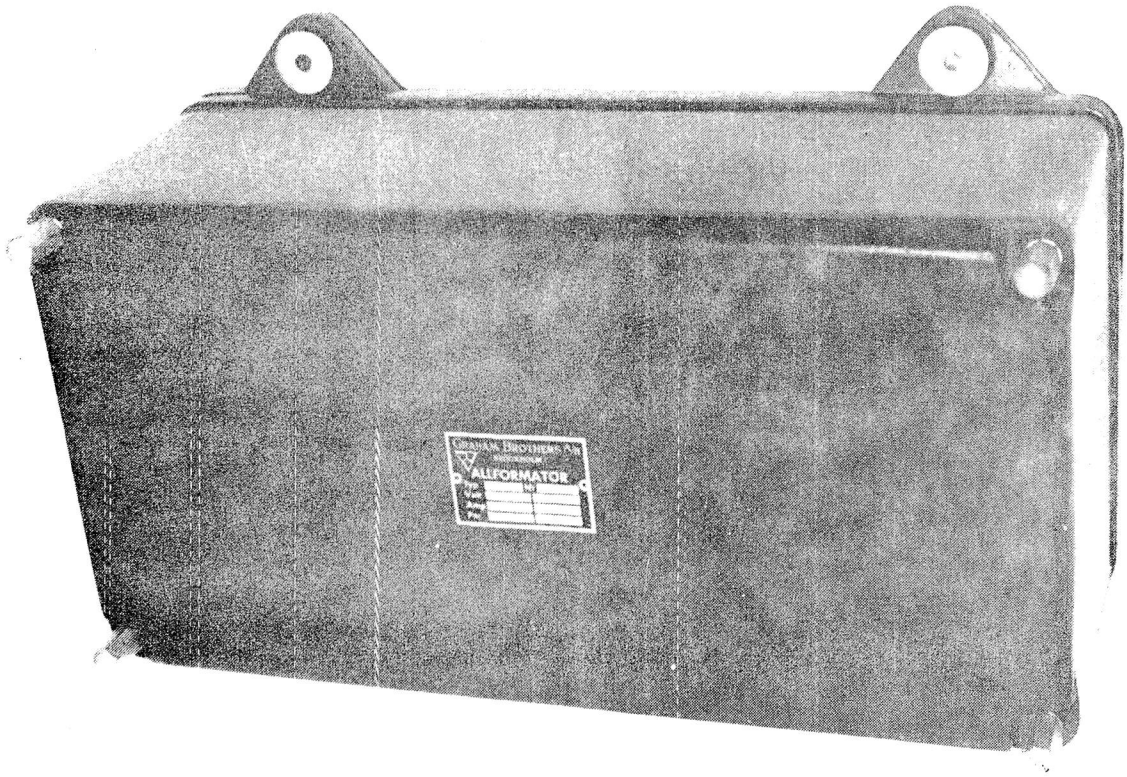
I nya armaturer täckas de strömförande delarna av en uppfällbar plexiglasskärm



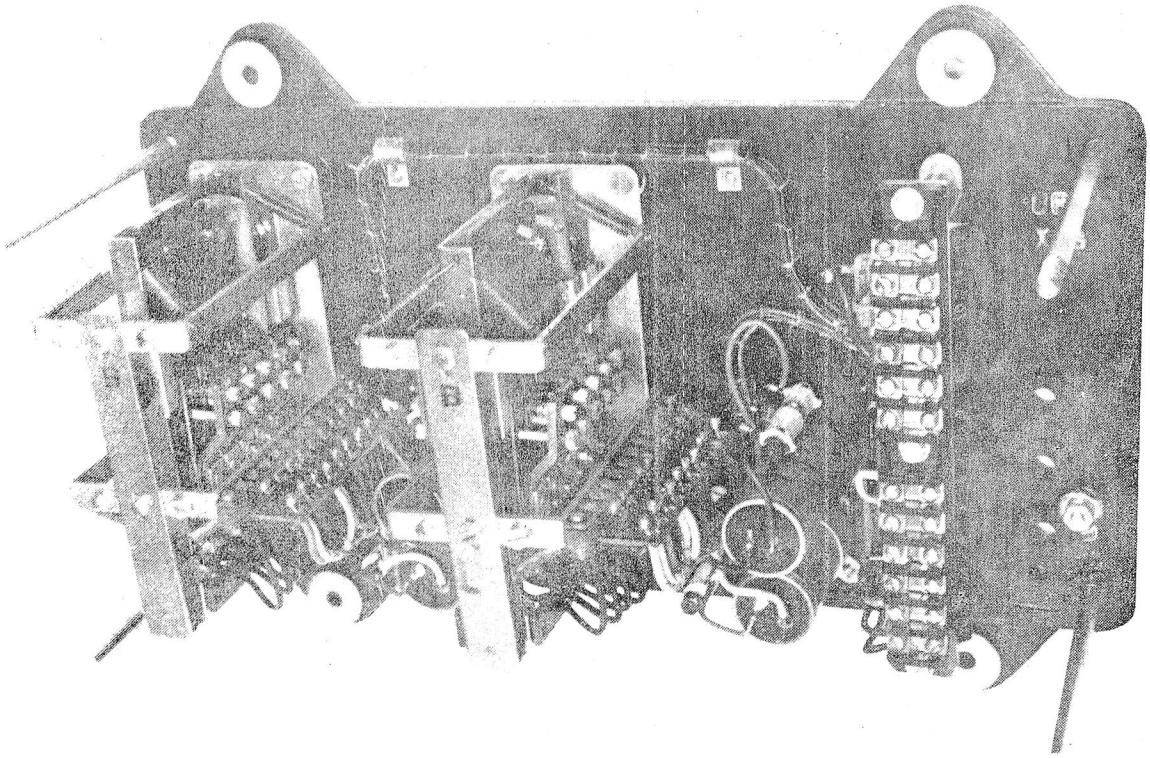
Omformarcentral med kåpa
(Äldre utförande)



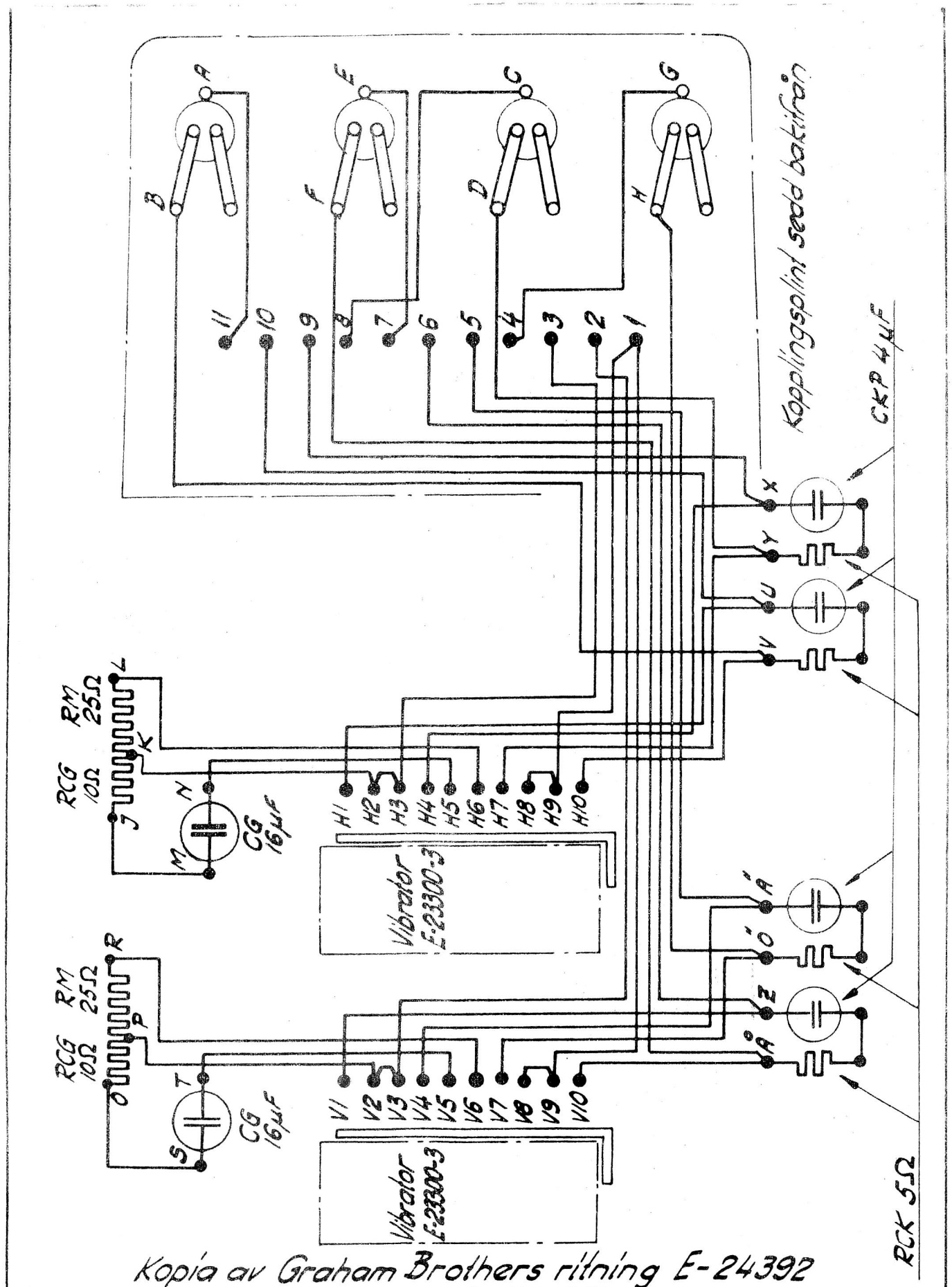
Omformarcentral med kåpan borttagen
(Äldre utförande)



Omformarcentral med kåpa
(Nytt utförande)

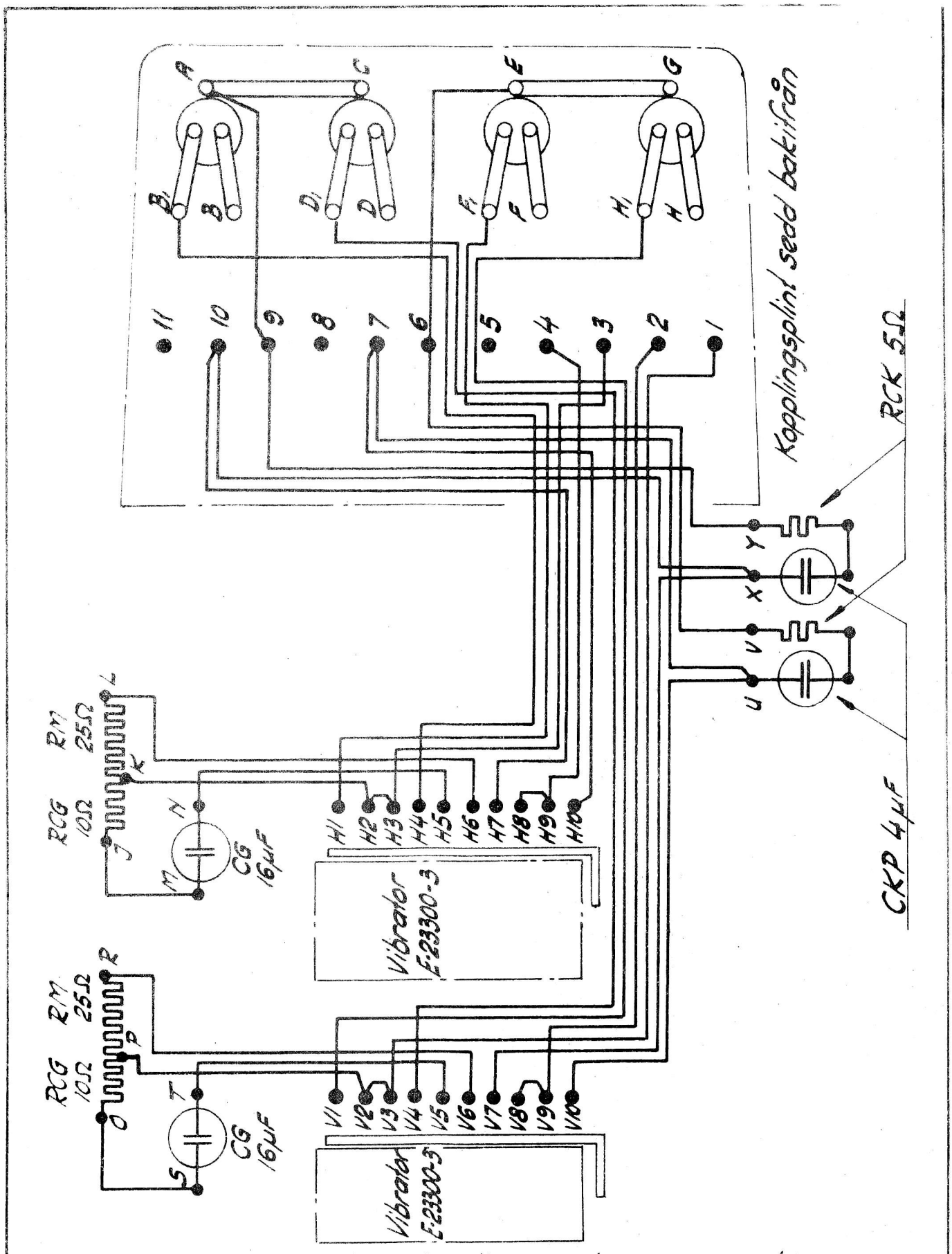


Omformarcentral med kåpan borttagen
(Nytt utförande med reaktorer i stället för regulatorlampor)



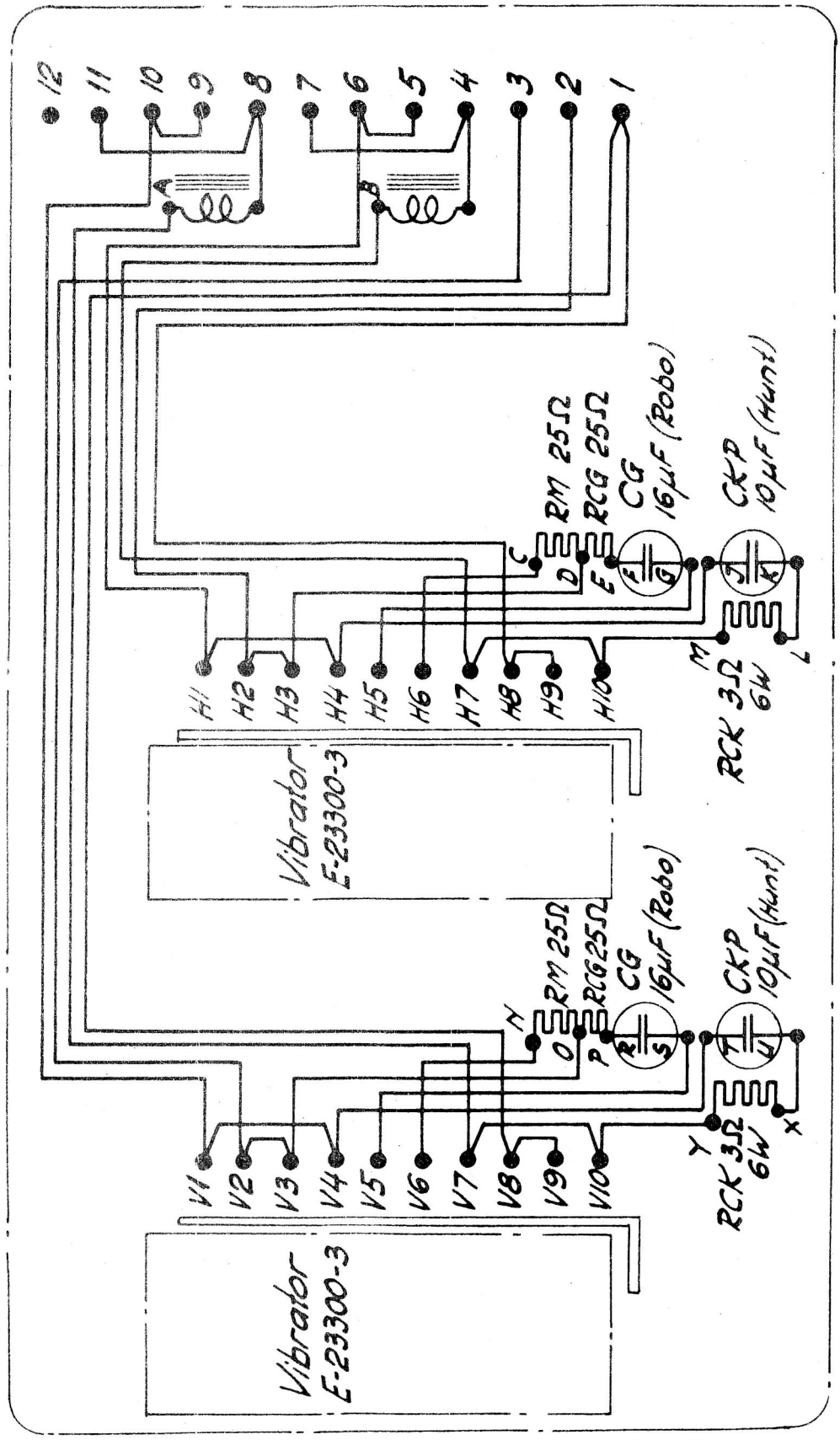
Kopia av Graham Brothers ritning E-24392

KUNGL. JÄRNVÄGSSTYRELSEN MASKINTEKNISKA BYRÅN STOCKHOLM DEN 24/8 1954 Nils Sjöberg	Skala	109761
Kopplingsschema för omformar-central med regulatorlampor Typ XYB (Samtidig inkoppling)	Kont. Rit FNS Kop.	Uppdrag



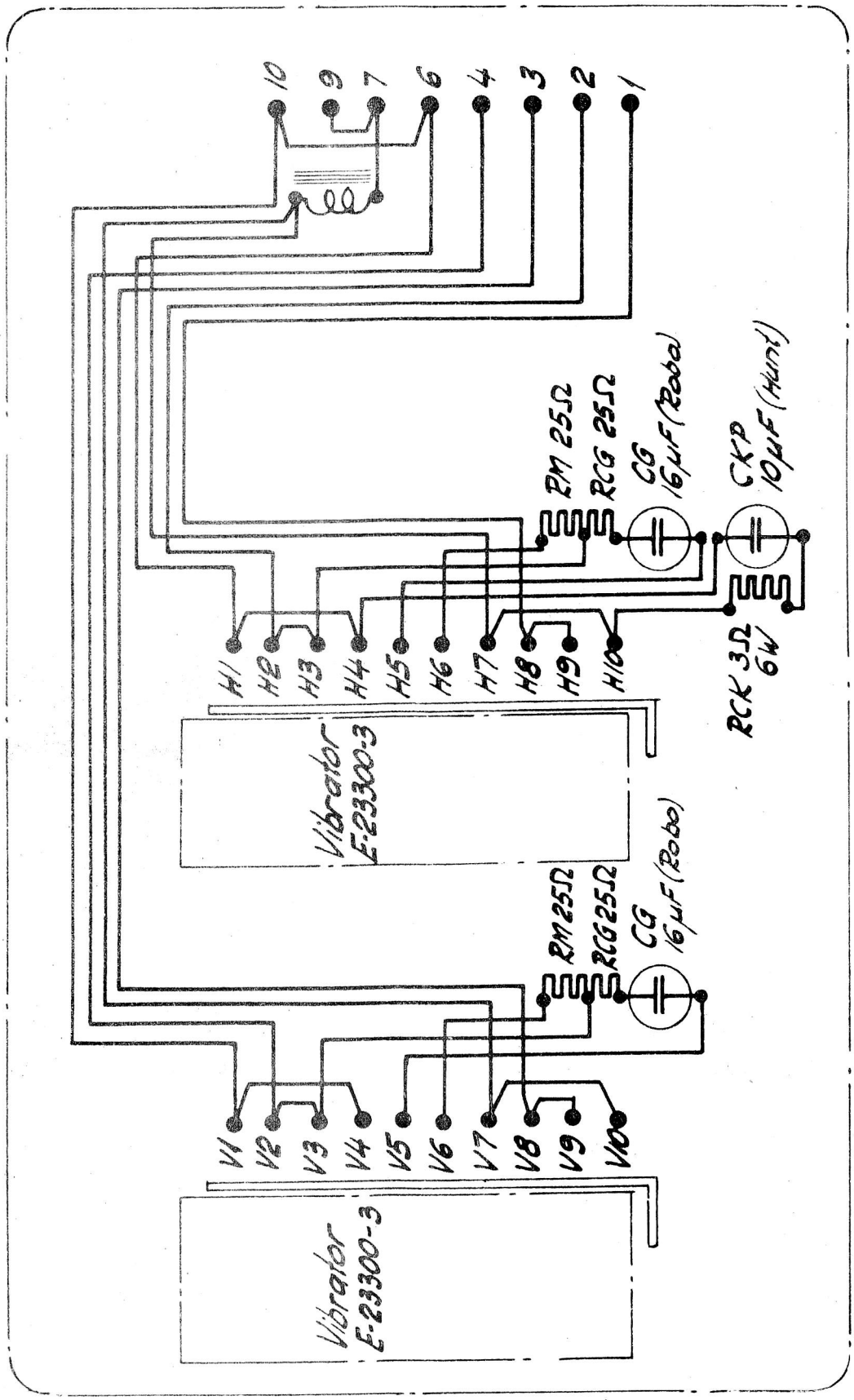
Kopia av Graham Brothers ritn. E-24390/1

KUNGL. JÄRNVÄGSSTYRELSEN MASKINTEKNISKA BYRÅN STOCKHOLM DEN 24/8 1954 Nils Sjöberg	Skala:	Ritn 109 762
Kopplingsschema för omformar-central med regulatorlampor Typ XVB (Alternativ inkoppling)	Kontr. Rit Kop	Upplaga



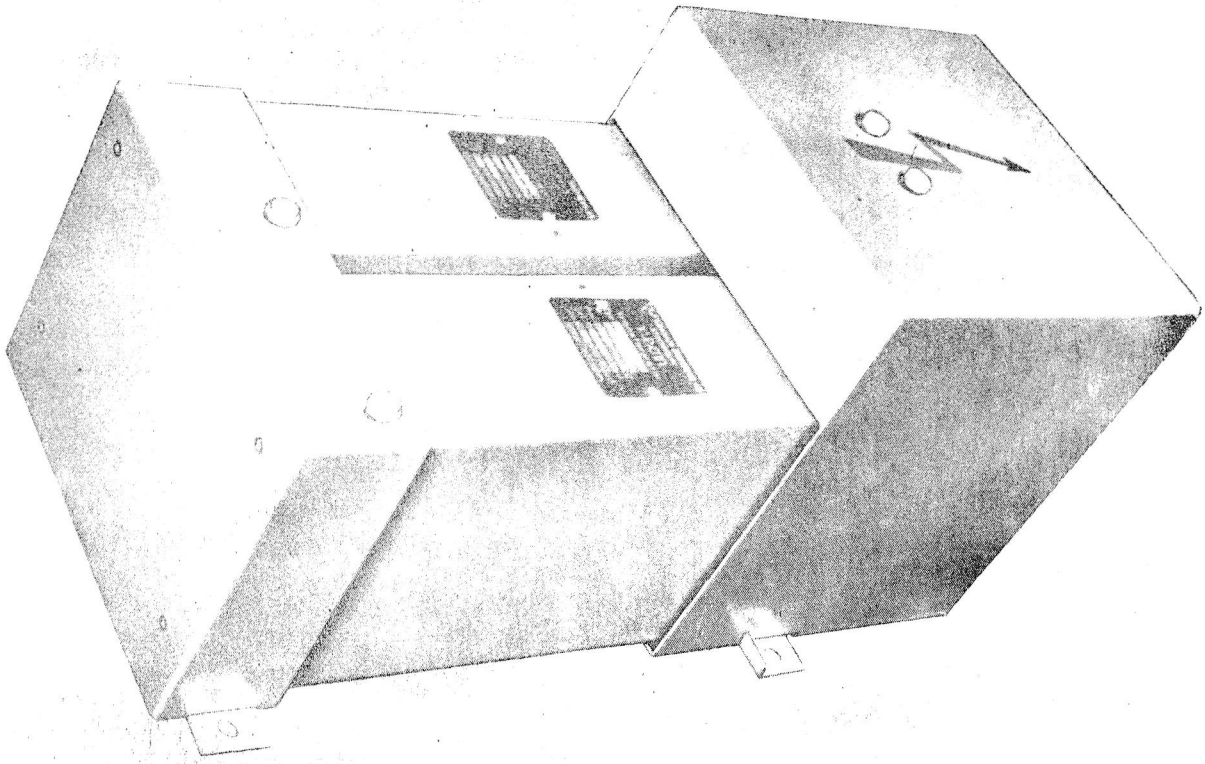
Kopia av Graham Brothers ritning E-24323

KUNGL. JÄRNVÄGSSTYRELSEN MASKINTEKNISKA BYRÅN STOCKHOLM DEN 24/8 1954 Nils Sjöberg	Skala:	Mbr 109 763
Kopplingsschema för omformar-central med reaktor Typ XYB (Samtidig inkoppling)	Kontr. EW Rit. KT Kop.	Upplaga

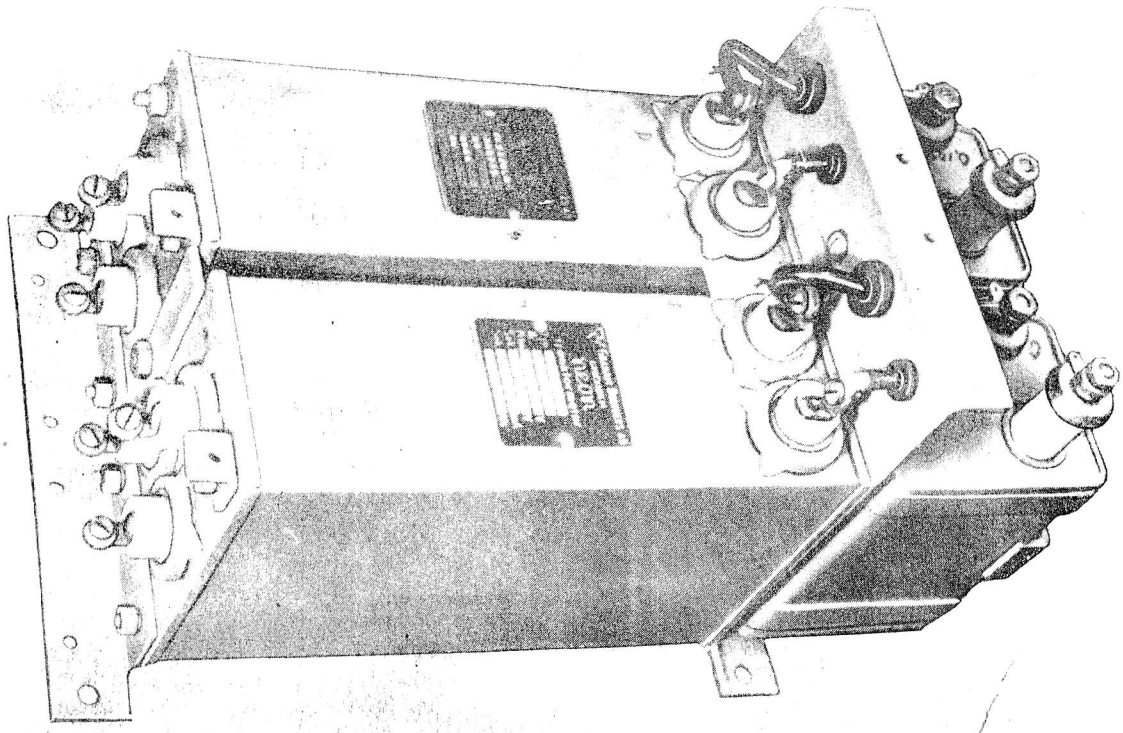


Kopia av Graham Brothers ritning E-24324

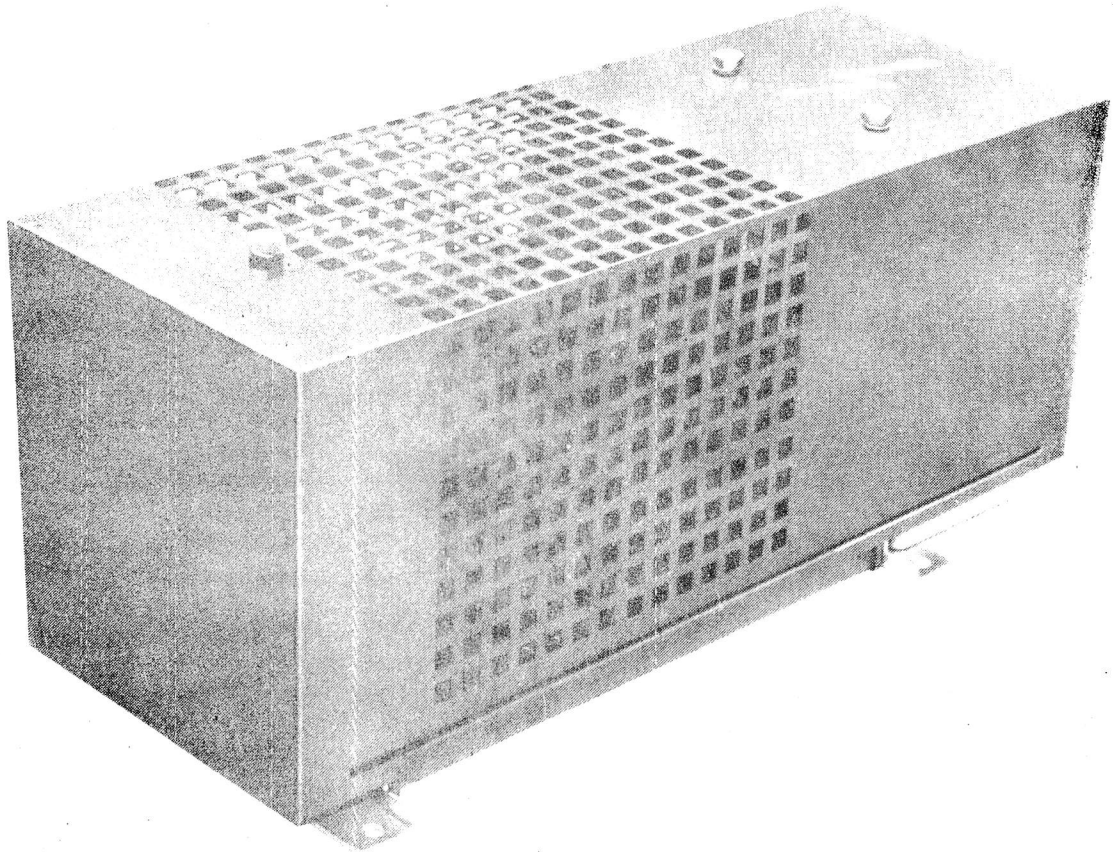
KUNGL. JÄRNVÄGSSTYRELSEN MASKINTEKNISKA BYRÅN STOCKHOLM DEN 24/8 1954 Nils Sjöberg	Skala:	Nr 109764
Kopplingsschema för omformar-central med reaktor Typ XVB (Alternativ inkoppling)	Kontr. ..... Rit. ..... Kop.	Upplaga



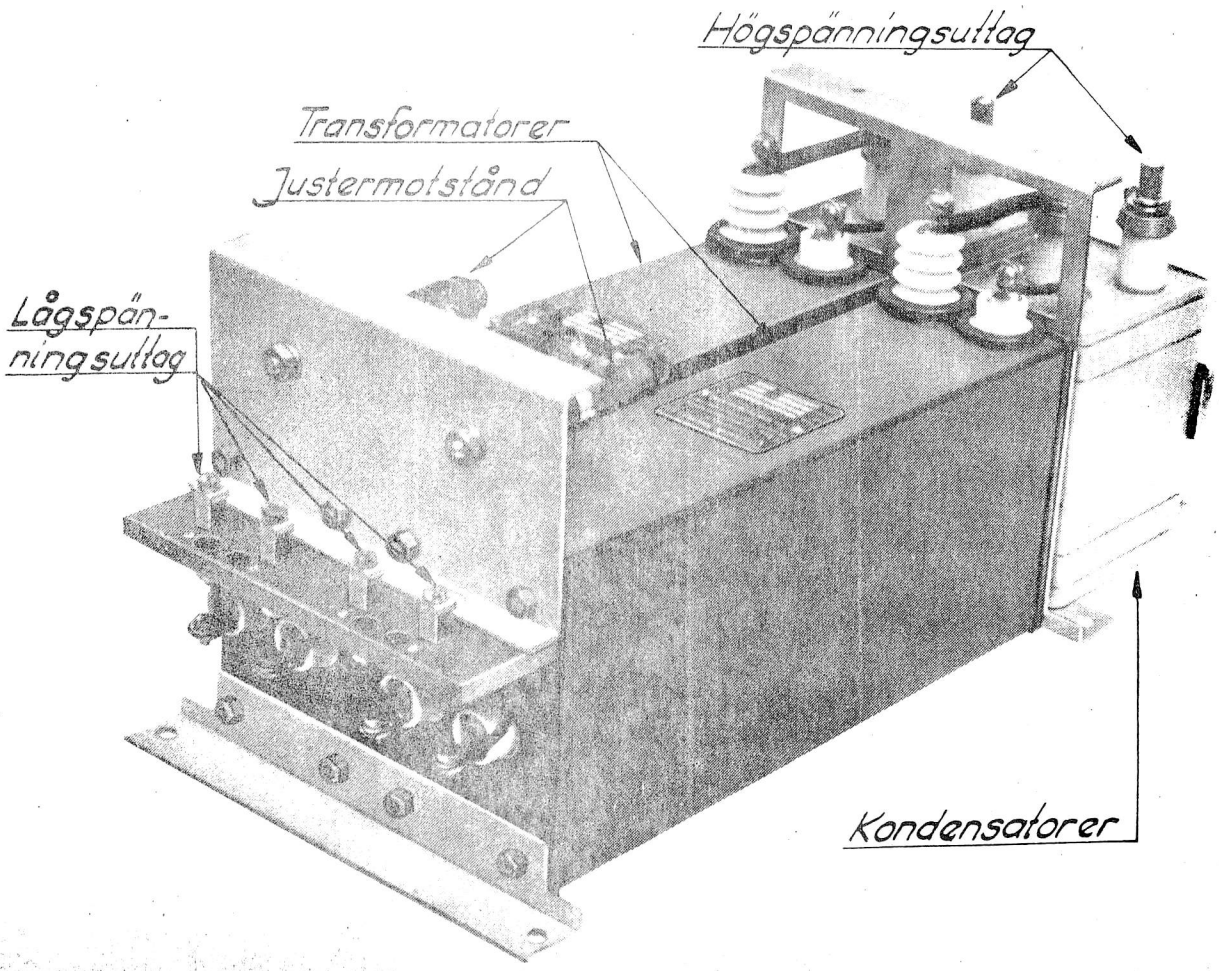
Transformatorer och kondensatorer med kåpa
(Äldre utförande)



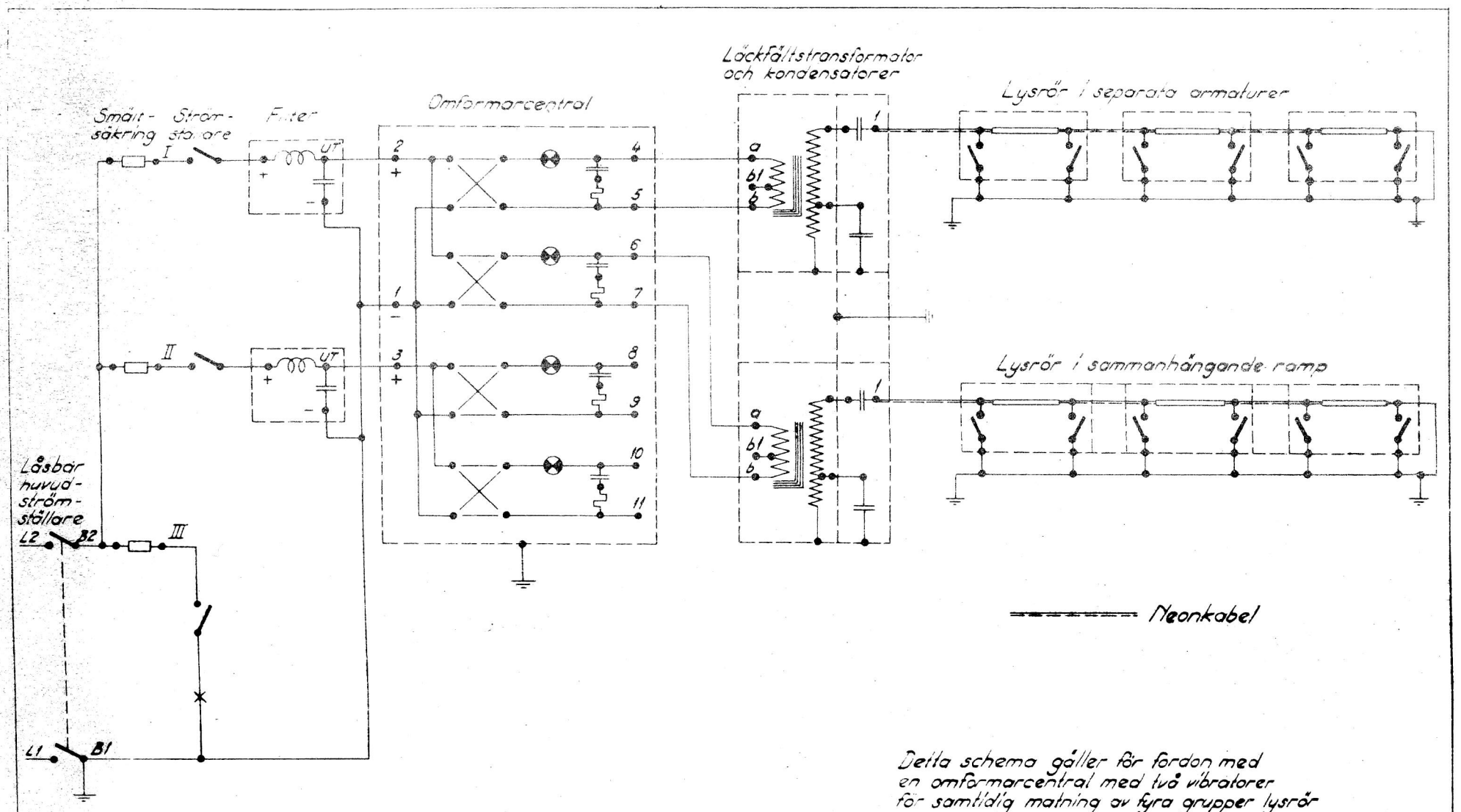
Transformatorer och kondensatorer med kåpan borttagen
(Äldre utförande)



Transformatoraggregat
(Nytt utförande)



Transformatoraggregat med kåpan avtagen
(Nytt utförande)



Detta schema gäller för fordon med en omformarcentral med två vibratorer för samtidig matning av fyra grupper lysrör

A	0-ledn mellan transf. och lysrör borttagen	12/4-50
B	Kontaktor numreroerad	18/12 48
C	Ändring	införa

KUNGL. JÄRNVÄGSSTYRELSEN
MASKINTEKNISKA BYRÅN
STOCKHOLM DEN 26/5 1948

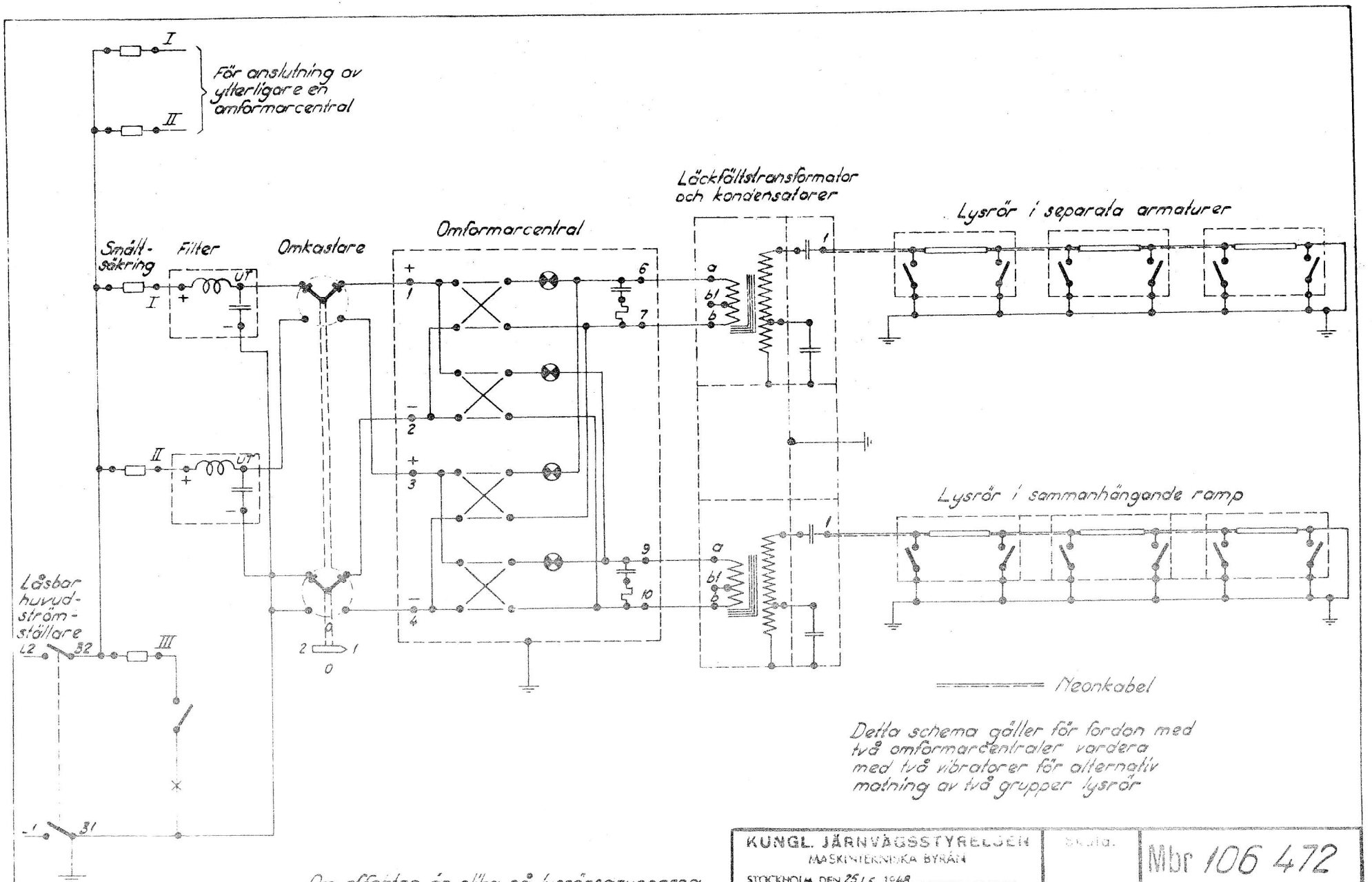
Skala:

Principschema för lysrörsbelysning

Konstr.
Rit.
Kontr.

Mbr 106 471

Ändring A B



Om effekten är olika på lysrörsgrupperna, skall den grupp som har lägsta effekten anslutas till uttagen 9 och 10

Mat	Ändring	Införd	
B	O-ledn mellan transf och lysrör borttagen	12/4-50	MW
A	Ritningen rätkopierad	18/12 48	[illegible]

KUNGL. JÄRNVÄGSSTYRELSEN
MASKINTEKNISKA BYRÅN
STOCKHOLM DEN 25/5 1948

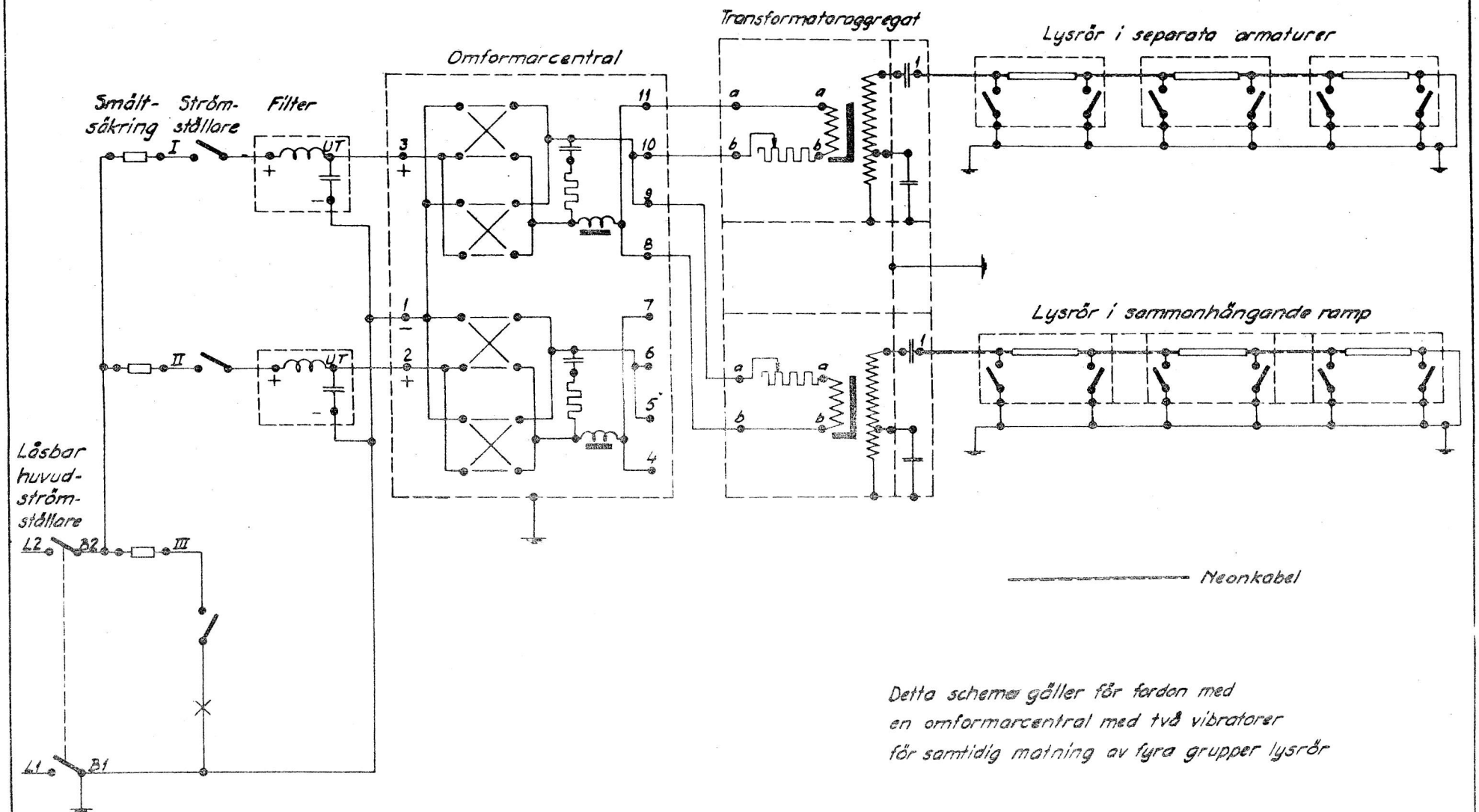
Skala.

Principschema för lysrörsbelysning

Konstr. ...
Sitt. ...
Kop. [illegible]

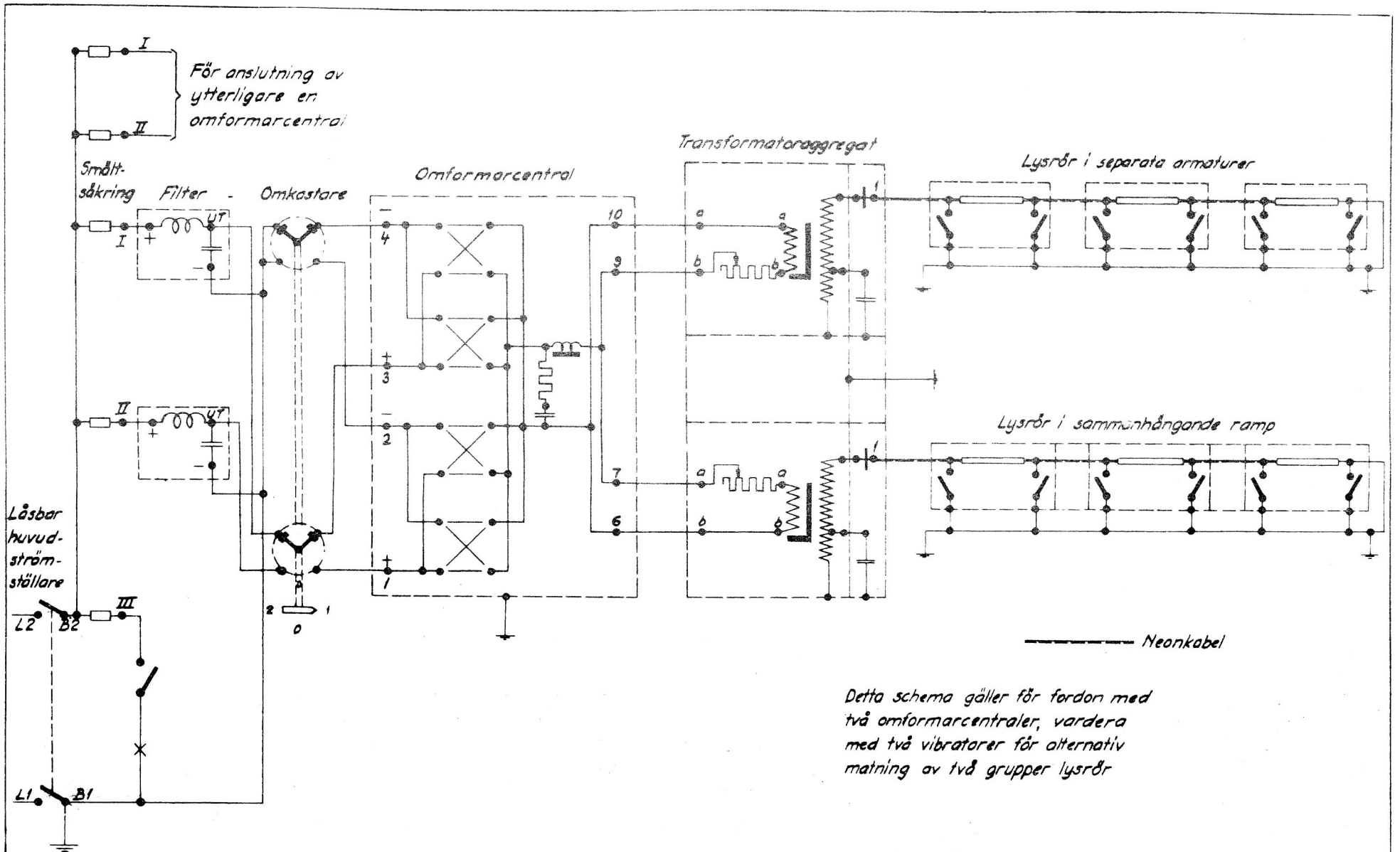
Mbr 106 472

Ändring A B



Detta schema gäller för fordon med
en omformarcentral med två vibratorer
för samtidig matning av fyra grupper lysrör

KUNGL. JÄRNVÄGSSTYRELSEN MASKINTEKNISKA BYRÅN STOCKHOLM DEN 24/8 1953	Skala	Mbr 107 073
Principschema för lysrörs- belysning med drosselspole och justermotstånd för rörström	Kontr. Ritat Nu Kop.	



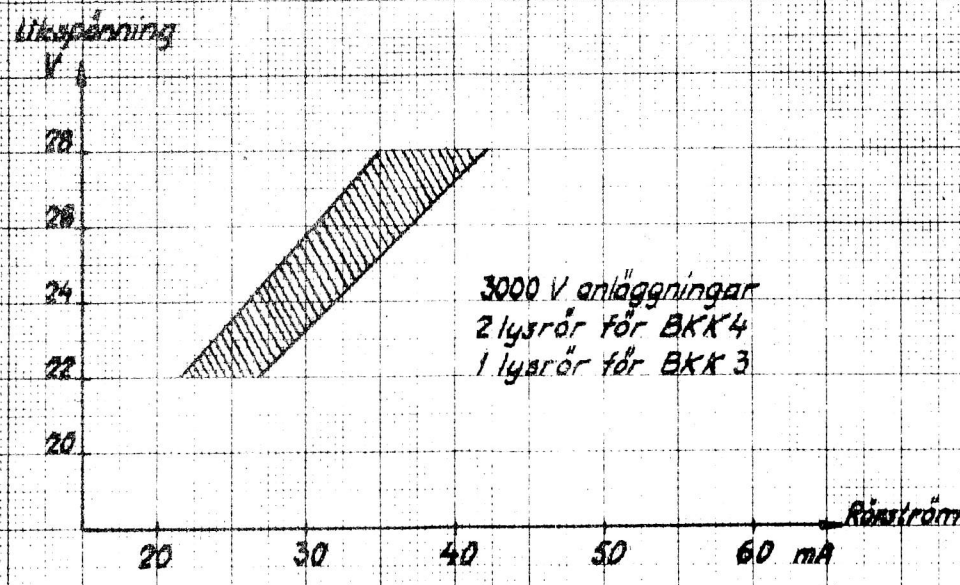
Detta schema gäller för fordon med två omformarcentraler, vardera med två vibratorer för alternativ matning av två grupper lysrör

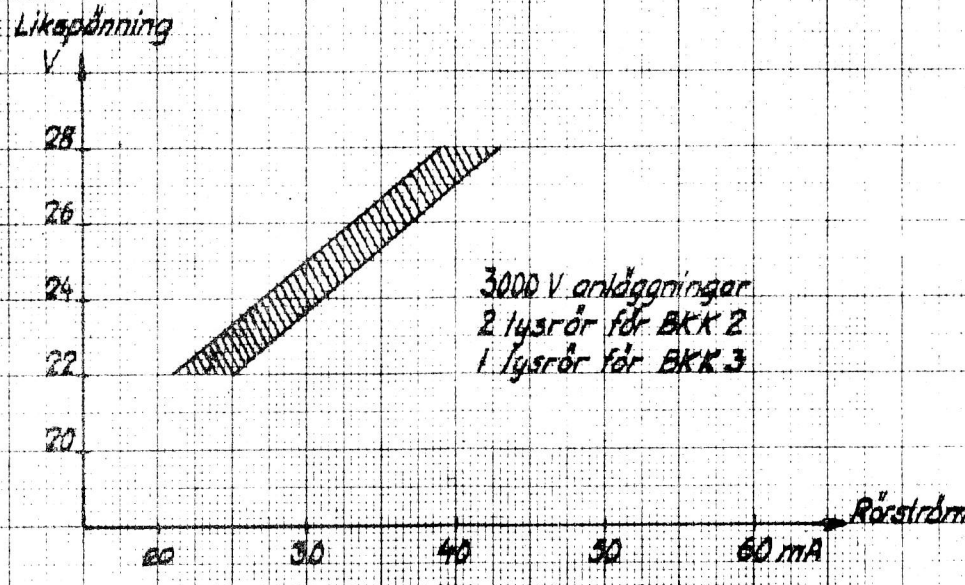
KUNGL. JÄRNVÄGSSTYRELSEN MASKINTEKNISKA BYRÅN STOCKHOLM 24 8 1953	Skala	Mbr 107 074
Principschema för lysrörs-belysning med drosselspole och justermotstånd för rörström	Sorter	Upplaga

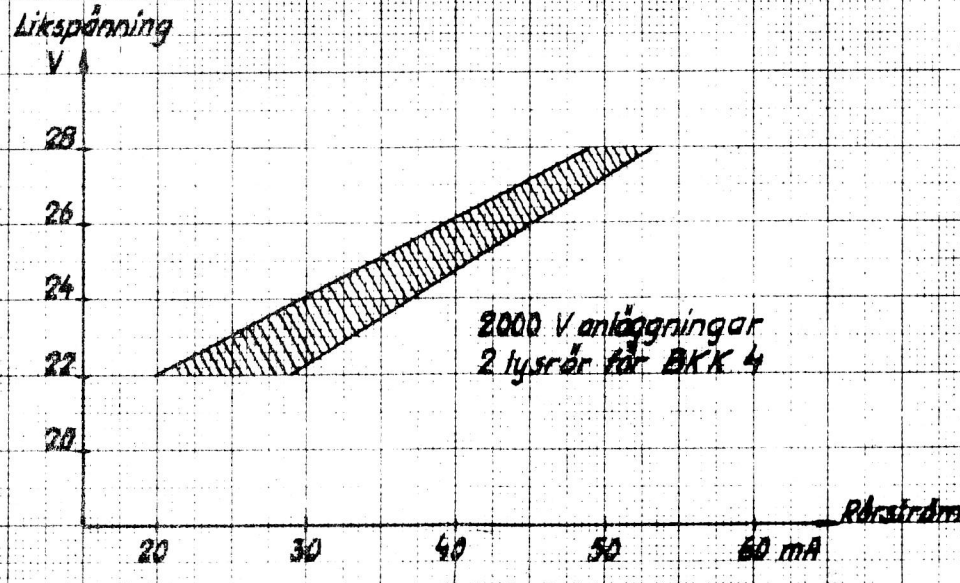
Rörströmmar i lysrörsanläggningar för 28 V likspänning (rälsbussar) vid omgivningstemp. 10°–25°C

Mbre-S-11660

Mbr 30.8.54. Nu



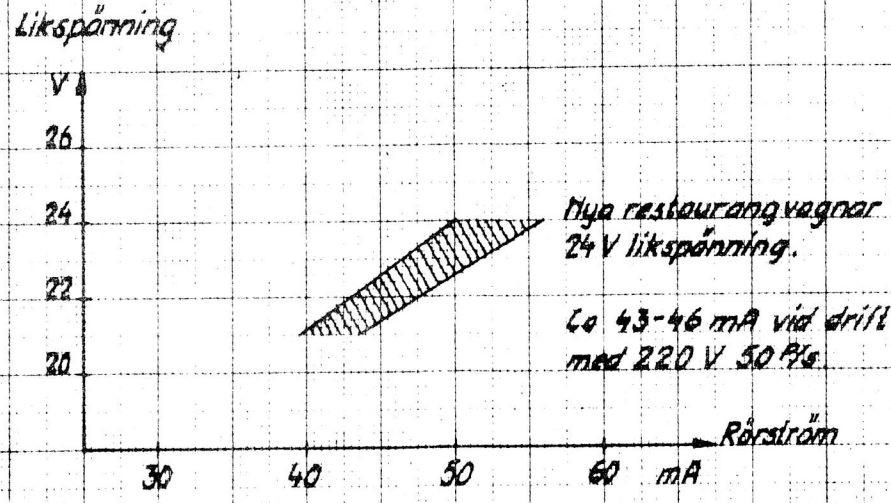


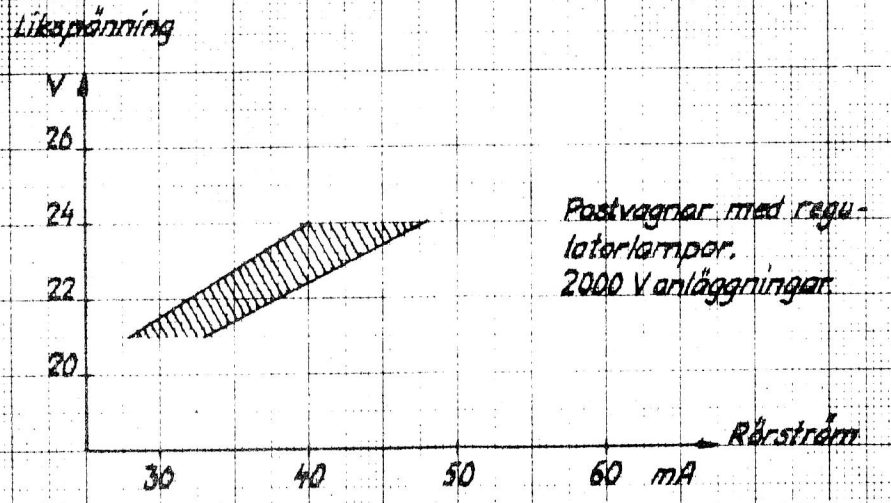


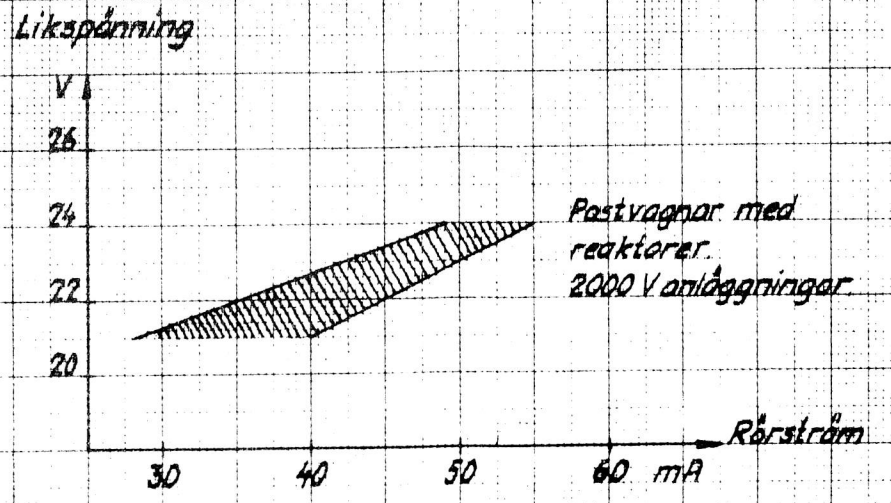
Rörströmmar i lysrörsanläggningar för 24 V likspänning (restaurang- och postvagnar) vid omgivningstemp. 10°-25° C

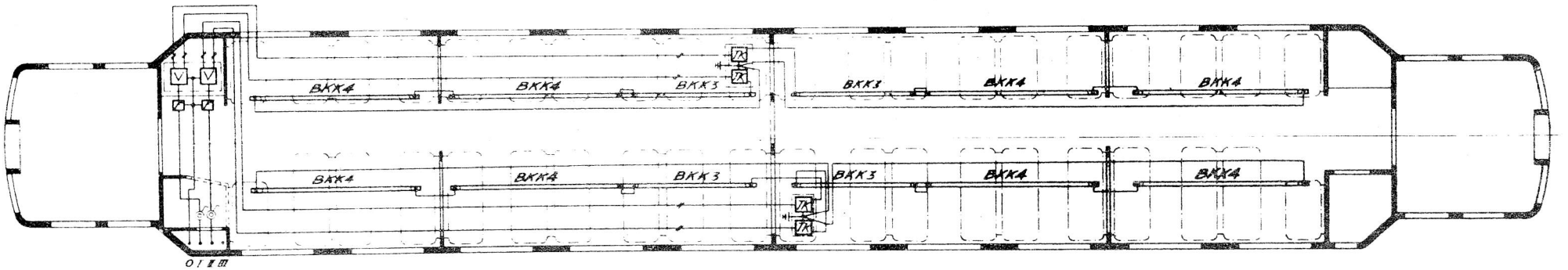
Mbre-S-11661

Mbr 4.9.54. rlu

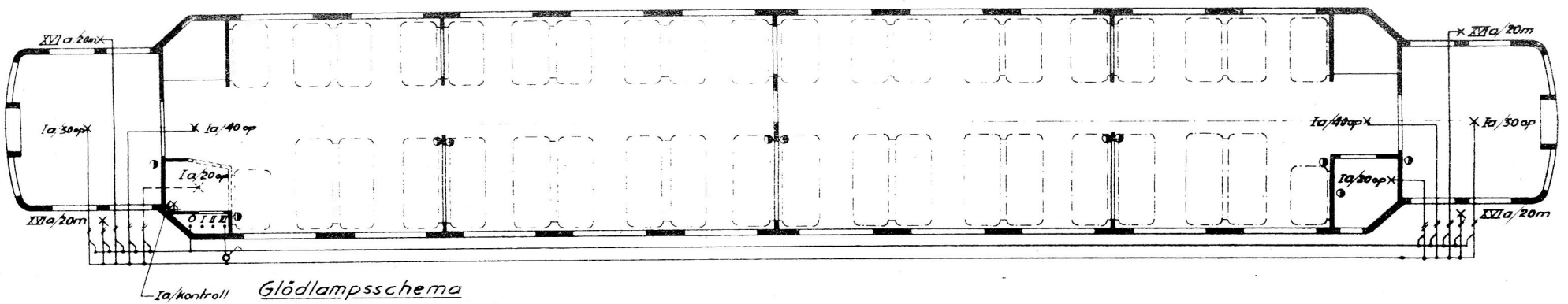








Lysrörsschema



Glödlampsschema

Beteckningar:

- [V] [V] Omformarcentral med 2 vibratorer (Graham Brothers)
- Vridströmsställare, 1-polig, 10 amp, fd nr 57.93.16
- [Tk] [Tk] Transformatorer med kondensatorer (Graham Brothers)
- BKK4 Armatur för lysrör (Graham Brothers typbeteckning)
- 2 ledningar
- Filter
- Ia/30 Glödlampa. Romerska siffror angiva armatur typ enl. ritn. 26857. Arabiska siffror angiva lampans watt-tal: m anger matt, op anger opal.
- Knoster för reservbelysningsarmatur
- - - - Gäller vagnar med tjänstekupé

Monteringsbestämmelser:

Glödlampsbelysningen:

Kabel:

För gruppledningar 6 mm² MV1A

" O-ledning 6 " "

" grenledningar 2,5 mm² spec.

Lysrörsbelysningen:

Se Mbr 4:2/48

Tillhörande ritningar:

Principschema för lysrörsbelysning: Mbr 106471

Principschema för omformarbelysning med lysrör: Mbr 106414

Gruppbelastningar:

Grupp I (lysrör): Strömstyrka 10 A vid 24 V

" II ("): " 10 " " 24 "

" III (glödlampor): " 10 " " 24 " (tjk: 10,8)

S:a strömstyrka 30 A vid 24 V. (Sa: 30,8)

Belysningssystem:

Omformarbelysning

Granskad å Mbre den 29/6-48

F. Riad

L. A.

Gäller vagnar nr: 3335, 3402, 3416, 3460 och 3750

Antal	Det. nr	Benämning	Ritn.	Material	Vikt

KUNGL. JÄRNVÄGSSTYRELSEN
MASKINTEKNISKA BYRÅN
STOCKHOLM DEN 8 5 1948

Skala 1:40

Mbr 31742

Ändring A B

Vagn litt Co6
Kopplingsschema för el. belysning

2	Vagnsnummer infört	1/5
1	Arm. placering ändrad	1/6