

Kursförvagnmektriker

Brev 4

Växelspänningslära.28. Växelspänning, växelström och periodtal.

Om man i den enkla separatmagnetiserade likströmsgeneratoren, vars verkningsätt beskrevs i föregående brev, ersätter kommutatorn med två hela från varandra isolerade ringar, och ansluter trådhärvans ändar till var sin ring enl fig 1 på bif bildblad 4:1, erhålles växelström i belastningsmotståndet R.

De fem delfigurerna visa härvan i olika lägen under ett varv.

Då härvan vrides från läge I till läge II induceras, som förut nämnts, en elektromotorisk kraft, som växer från noll i läge I till ett maximum i läge II, se fig 2 på bildblad 4:1. Då härvan vrides från läge II till läge III avtar den elektromotoriska kraften från maximumvärdet till noll.

Vid fortsatt vridning av härvan från läge III till läge IV och vidare till läge V, induceras åter en elektromotorisk kraft, som växer från noll i läge III till maximum i läge IV, varefter den åter nedgår till noll i läge V, se fig 2 på bildblad 4:1.

Strömmen genom härvan får, som tidigare nämnts, enligt principer för induktion alltid sådan riktning, att det av strömmen alstrade fältet förstärker magnetfältet framför ledaren i rotationsriktningen.

Den elektromotoriska kraftens polaritet växlar därför, och mellan de båda släpringarna erhålles en växelspänning. Genom belastningsmotståndet R, som är anslutet till släpringarna, framgår en ström, som växlar riktning i takt med spänningen, genom motståndet går således en växelström.

Växelspänningen och växelströmmen åskådliggöres med en vågformig kurva enl fig 2 på bildblad 4:1. Den består av en positiv halvvåg, uppåt, och en negativ halvvåg, nedåt. Den positiva halvvågen uppstod under härvans vridning från läge I till läge III och den negativa, då härvan vreds från läge III till läge V. Tillsammans bilda de båda halvvågarna en period, och denna motsvarar ett varvs vridning på härvan.

Om härvan roterar 50 varv per sekund, erhålles en 50-periodig växelström, eller som man också kan uttrycka det, en växelström med periodtalet eller frekvensen 50. 50 perioder per sekund (p/s) är det periodtal, som normalt användes vid stationära anläggningar.

För järnvägsdrift användes i Sverige och i flera andra länder växelström med ett periodtal av $16 \frac{2}{3}$. Den växelström, som användes i vagnarna för uppvärmning och för belysning vid vissa tillfällen, har detta periodtal $16 \frac{2}{3}$.

29. Spänningens och strömmens ögonblicks- och effektivvärden.

Växelspänningen och växelströmmen varierar med tiden till storlek och riktning under en period. Två gånger per period är spänningen och strömmen noll, och två gånger uppnås de maximala värdena. Det värde, som strömmen

eller spänningen har i ett visst ögonblick, kallas ögonblicksvärde eller momentanvärde. Noll är ett sådant ögonblicksvärde likaså det maximala värdet eller amplituden, som detta även kallas.

I praktiken spela ögonblicksvärdena icke så stor roll. Ett mätinstrument, som användes för att mäta en växelspanning eller en växelström, kan i allmänhet icke följa de hastiga variationerna utan kommer i stället att ange ett medelvärde, växelspanningens resp växelströmmens effektivvärden. Effektivvärdet av en växelspanning motsvarar en likspänning, som ger samma värmeeffekt i ett visst ohmskt motstånd.

Effektivvärdet av en växelström motsvarar en likström, som ger samma värmeeffekt i ett visst ohmskt motstånd.

Då man anger storleken av en växelspanning eller en växelström, menar man i praktiken alltid effektivvärdet och icke maximalvärdet.

Känner man effektivvärdet, erhålles det maximala värdet genom att multiplicera effektivvärdet med talet 1,41. $\sqrt{2}$

30. Växelströmskrets med enbart ohmskt motstånd.

Fig 3 på bif bildblad 4:1 visar en strömkrets med enbart ohmskt motstånd. Ett ohmskt motstånd betecknas så, som figuren visar. Det vågformiga tecknet i strömkällan är symbolen för växelström.

Strömmen genom motståndet R illustreras av figur 4 på bildblad 4:1. Strömmens maximalvärde är 3 A, och motståndet R antages vara 0,5 Ω .

Då strömmen passerar motståndet, kommer spänningsfallet i detta att variera mellan $0,5 \cdot 0 = 0$ V och $0,5 \cdot 3 = 1,5$ V. Spänningsfallet i motståndet når alltså sina nollvärden och sina toppvärden samtidigt med strömmen. Strömmen och spänningen ligga i fas med varandra i en strömkrets med enbart ohmskt motstånd. Se även den prickade kurvan på fig 4 på bildblad 4:1, som anger spänningsfallet i motståndet.

31. Växelströmskrets med enbart induktivt motstånd.

Fig 5 på bildblad 4:1 visar en strömkrets med enbart induktivt motstånd. Ett induktivt motstånd betecknas så, som figuren visar.

Då växelströmmen passerar genom det induktiva motståndet, en spole, uppstår i denna ett magnetiskt flöde, som ändrar styrka och riktning på samma sätt som strömmen. Den största ändringen per tidsenhet uppstår, då strömmen passerar noll. Då strömmen passerar sina maximivärden, är däremot ändringen per tidsenhet lika med noll.

Genom flödesändringen alstras på grund av självinduktion, se brev 3, en elektromotorisk kraft E_s . Denna når sitt maximivärde, då flödesändringen är störst, d v s då strömmen är noll, och E_s är noll, då ingen flödesändring äger rum, d v s då strömmen når sina maximivärden. E_s har dessutom sådan riktning, att den motverkar strömmens ändringar.

Kurvorna för strömmen och för den genom självinduktion inducerade elektromotoriska kraften komma därför att förlöpa så som visas på fig 6, bildblad 4:1.

Eftersom strömmen fortsätter att passera genom spolen, måste den framdrivas av en spänning E , som i varje ögonblick upphäver E_s , d v s är lika stor som E_s och motriktad denna. Kurvan för spänningen E förlöper därför så, som visas på fig 6, bildblad 4:1.

Som förut nämnts, motsvarar en period ett varvs vridning på generatorhärven. Detta motsvarar en vridningsvinkel av 360° . På fig 6, bildblad 4:1, är perioden uppdelad i fyra lika stora delar markerade med grädtalen 90, 180, 270 och 360.

Om man studerar fig 6 finner man, att spänningen E har sitt maximivärde vid 0° medan däremot strömmen når sitt maximivärde först vid 90° . Spänningen säges därför vara fasförskjuten 90° före strömmen.

I en strömkrets med enbart induktivt motstånd uppstår alltid en fasförskjutning av 90° mellan spänning och ström. Emedan spänningen ligger före strömmen säges fasförskjutningen vara positiv.

32. Växelströmskrets med både ohmskt och induktivt motstånd.

Fig 1 på bildblad 4:2 visar en strömkrets, som innehåller både ett ohmskt motstånd R och ett induktivt motstånd L .

Strömmen orsakar spänningsfall dels i det ohmska motståndet och dels i det induktiva motståndet. Enligt vad som förut nämnts, ligger spänningen över det ohmska motståndet i fas med strömmen, och enligt föregående stycke, nr 31, ligger spänningen över det induktiva motståndet 90° före strömmen.

Dessa båda spänningar sammansätta sig till en resulterande spänning, som motsvarar den påtryckta spänningen E . Denna blir förskjuten en viss vinkel före strömmen. Denna vinkel kallas fasvinkel och betecknas med den grekiska bokstaven φ (uttalas fi). Ju större induktivt motstånd man har i en krets, desto större blir φ . Om det finnes endast ohmskt motstånd i kretsen, är φ lika med 0° , och om det finnes endast induktivt motstånd i kretsen är φ lika med 90° .

Kurvorna för den påtryckta spänningen E och strömmen förlöpa så som visas på fig 2, bildblad 4:2.

33. Ohms lag vid växelström.

Så länge man har med förbrukningsapparater att göra, vilka icke innehålla elektromagneter eller andra spolar med stort antal lindningsvarv, kan man som vanligt tillämpa Ohms lag även vid växelström. Man insätter då i formlerna, se brev 2, strömmens och spänningens effektivvärden, d v s de värden man uppmäter med ampere- och voltmetrar. Sålunda kunna spänning, ström och motstånd i strömkretsar, som innehålla endast glödlampor, kaminer eller andra värmeapparater med s k induktionsfria motstånd, beräknas på samma sätt som vid likström, även spänningsfallet i en ledning kan ofta beräknas på det från likströmläran bekanta sättet.

Om strömkretsen innehåller elektromagneter eller andra spolar med en viss självinduktion, så åstadkommer denna, som förut nämnts, en försening av strömmen. Härigenom uppstår ett visst motstånd, det induktiva motståndet, vilket är beroende av växelströmmens periodtal. Vid 50 p/s är sålunda ett visst induktivt motstånd 3 gånger så stort som vid $16 \frac{2}{3}$ p/s.

En elektromagnet exempelvis utförd för 50-periodig växelström kan därför i regel icke användas för växelström med $16 \frac{2}{3}$ perioder per sekund. Vid det sistnämnda periodtalet blir nämligen det induktiva motståndet endast $\frac{1}{3}$ av vad det var vid 50 p/s, och om spänningen är densamma, blir strömmen sannolikt för stor vid det lägre periodtalet.

Av det föregående framgår, att i ett ohmskt motstånd ligger strömmen i fas med spänningen, medan däremot i ett induktivt motstånd är strömmen fasför-

skjuten 90° i förhållande till spänningen. Därav följer att mellan det ohmska och det rent induktiva motståndet måste finnas en fasförskjutning av 90° .

Man kan därför grafiskt upprita de båda motstånden R (ohmskt) och X (induktivt) så som framgår av figur 3 på bildblad 4:2. De olika motstånden ritas som raka linjer, vilkas längder motsvara motståndens storlek, och vilka bilda 90° vinkel med varandra. Den streckade linjen Z blir då det resulte-
rande motståndet i kretsen, det motstånd, som skall insättas i formlerna för Ohms lag, om denna skall användas för växelström. Genom uppritning i tillräckligt stor skala, exempelvis 1 ohm = 1 cm eller 10 ohm = 1 cm, kunna tillräckligt noggranna värden erhållas för överslagsberäkningar.

Matematiskt kan det resulterande motståndet beräknas på följande sätt:

$$Z^2 = R^2 + X^2 \quad (33:1)$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

Exempel:

Genom en reläspole går en ström av 1,2 A vid 24 V växelström 16 $\frac{2}{3}$ p/s.
Hur stor blir strömmen om spolen anslutes till 24 V växelström 50 p/s?

Spolens ohmska motstånd är uppmätt med likström till 16 ohm.

$$Z = \frac{24}{1,2} = 20 \, \Omega$$

R = 16 enl ovan

$$20^2 = 16^2 + X^2$$

$$400 = 256 + X^2$$

$$400 - 256 = X^2$$

$$144 = X^2$$

$$\sqrt{144} = X$$

$$12 = X$$

$$X = 12 \, \Omega \text{ vid } 16 \frac{2}{3} \text{ p/s}$$

$$X = 3 \cdot 12 = 36 \, \Omega \text{ vid } 50 \text{ p/s}$$

Det resulterande motståndet vid 50 p/s blir:

$$Z^2 = 16^2 + 36^2$$

$$Z^2 = 256 + 1296$$

$$Z^2 = 1552$$

$$Z = \sqrt{1552} = 39,4 \, \Omega$$

Strömmen genom spolen vid 50 p/s blir:

$$I = \frac{24}{39,4}$$

$$\text{Svar: } I = 0,608 \text{ A}$$

Lös problemet genom att grafiskt rita upp de olika motstånden.

Det resulterande motståndet kallas kretsens impedans (tonvikt på sista stavelsen) i analogi med de tidigare angivna benämningarna resistans och reaktans för respektive ohmska och induktiva motståndet.

34. Effekt och energi vid växelström.

Vid likström är effekten, som förut nämnts, lika med spänningen multiplicerad med strömmen. Detsamma gäller vid växelström, då spänning och ström ligga i fas med varandra, d v s i kretsar med glödlampor eller värmeapparater med enbart ohmskt motstånd.

Om det däremot förekommer en fasförskjutning mellan spänning och ström, finner man att den effekt, som uppmätes med en wattmeter, är lägre än det värde, som erhålles, om spänningens och strömmens effektivvärden multipliceras med varandra. Den uppmätta effekten blir mindre, ju större fasförskjutningen är, även om spänningen och strömmen äro oförändrade. Uppgår fasförskjutningen till 90° , d v s till jämnt en fjärdedels period, blir effekten lika med 0, oberoende av spänningens och strömmens storlek.

Minskningen av effekten vid fasförskjutning beror på, att spänningen och strömmen icke nå sina effektivvärden samtidigt.

Vid växelström skiljer man därför mellan den skenbara effekten och den verkliga effekten. Den skenbara effekten är lika med spänningen multiplicerad med strömmen och anges i voltampere (VA) eller kilovoltampere (kVA). Den verkliga effekten erhålles, om den skenbara effekten multipliceras med en effektfaktor, vilken allt efter fasförskjutningens storlek kan variera mellan 0 och 1. Den verkliga effekten anges i watt (W) eller kilowatt (kW).

Effektfaktorn står i ett visst förhållande till fasvinkeln φ . Den är lika med Cosinus (ett matematiskt uttryck) för fasvinkeln φ och anges därför i regel som cos φ .

Det allmänna uttrycket för växelströmmens verkliga effekt blir alltså:

effekten = spänningen • strömmen • cos φ eller

$$P = E \cdot I \cdot \cos \varphi \quad (34:1)$$

För elektriska maskiner är cos φ omkring 0,8. För glödlampor och elektriska kaminer, där spänningen och strömmen ligga i fas med varandra, är cos φ lika med 1.

Genom att multiplicera den verkliga effekten med tiden erhålles energien.

35. Trefasström.

Den växelström, som erhålles från den tidigare nämnda härvarn, som roterar i ett magnetfält, kallas enfas växelström eller enfasström. Det kan ur flera synpunkter, speciellt för motordrift, vara lämpligt att kombinera sådana strömmar, vanligen tre, till trefas växelström.

Trefasspänningen erhålles, om man låter tre härvor, sinsemellan förskjutna 120° , rotera i ett magnetfält, se fig 4 på bildblad 4:2. De i slingorna inducerade elektromotoriska krafterna blir då förskjutna samma vinkel i förhållande till varandra, som visas i fig 5 på bildblad 4:2.

De tre härvorna kunna kopplas antingen enligt fig 6 eller enligt fig 7 på bildblad 4:2.

Koppling enligt fig 6 kallas stjärnkoppling eller Y-koppling. Den gemensamma punkten kallas nollpunkten, och från denna framdrages ofta en särskild ledare, nolledaren. Det är nämligen ofta önskvärt att kunna uttaga en enfasig ström vid lägre spänning än den, som kan uttagas mellan två fasledningar. Spänningen mellan två fasledningar kallas huvudspänning och betecknas E_h . Spänningen mellan någon av fasledningarna och nolledningen kallas fasspänning och betecknas E_f . Mellan huvudspänning och fasspänning råder följande samband:

$$E_h = 1,73 \cdot E_f \quad (35:1)$$

I ett trefasnät, där fasspänningen är 220 V blir huvudspänningen $E_h = 1,73 \cdot 220 = 380$ V. I ett sådant nät användes då ofta huvudspänningen för att driva trefasmotorer, utförda för 380 V, under det att fasspänningen 220 V utnyttjas för belysning. Vid stjärnkoppling är huvudströmmen I_h lika med fasströmmen I_f .

Kopplingen enligt fig 7 på bildblad 4:2 kallas triangelkoppling eller delta-koppling. Här äro som synes de tre härvornas ändar sammankopplade två och två, varför det även i detta fall endast erfordras tre utgående fasledningar. Denna koppling saknar emellertid nollpunkt till skillnad från stjärnkopplingen. Vid triangelkoppling är huvudspänningen E_h lika med fasspänningen E_f . Huvudströmmen i en utgående ledning kommer däremot att sammansätta sig av strömmarna från två av maskinens faser. Mellan huvudström och fasström råder följande samband:

$$I_h = 1,73 \cdot I_f \quad (35:2)$$

Med ström och spänning i ett trefassystem menas i regel huvudströmmen och huvudspänningen. Om dessa betecknas med I resp E blir den aktiva effekten P uttryckt i watt:

$$P = 1,73 \cdot E \cdot I \cdot \cos \varphi$$

Denna formel för effekten är oberoende av om systemet är stjärn- eller triangelkopplat.

På vagnarna förekommer i regel endast enfasström för den elektriska värmelädringen och för belysning vid vissa tillfällen. På några restaurangvagnar finnas ett trefassystem, vilket utförligare beskrives i brev 12.

36. Växelsrömssgeneratörer.

I princip skiljer sig en växelsrömssgenerator från en likströmssgenerator endast därigenom, att kommutatorn är ersatt med släpringar. Konstruktivt förete dock maskinerna rätt stora olikheter. Hos likströmssgeneratören äro de ledare i vilka strömmen alstras placerade i spår i rotorn, och fältmagneterna äro fasta. I växelsrömssgeneratören däremot är den lindning, i vilken strömmen alstras, placerad i statorn, och fältmagneterna äro roterande. Den fasta lindningen kan härigenom utföras med kraftig isolation för hög spänning då så erfordras.

Fältmagneterna matas via två släpringar med likström från en särskild strömkälla, vilken vanligen är en på maskinaxelns ena ände monterad likströmssgenerator. Figur 1 på bildblad 4:3 visar hur en växelsrömssgenerator är uppbyggd i princip.

Det vanliga periodtalet för växelström är 50 p/s. Trefassystemet i de nya restaurangvagnarna har detta periodtal. Om n är antalet rotationsvarv per minut och p är antalet poler, är

$$\text{periodtalet} = \frac{n}{60} \cdot \frac{p}{2} \quad (36:1)$$

Om en tvåpolig generator levererar 50-periodig ström, gör den således 3000 varv per minut (r/m). 3000 r/m kallas det synkrona varvtalet. För en fyrpolig maskin är det synkrona varvtalet 1500 r/m.

Växelspänningen regleras antingen med ett motstånd i serie med magnetiseringslindningen eller genom reglering av matarens spänning.

Trefasgeneratorer ha tre av varandra helt oberoende lindningar i statorn. Dessa lindningar äro förskjutna 120° i förhållande till varandra, varigenom samma fäsförskjutning erhålles mellan de inducerade elektromotoriska krafterna.

37. Trefasmotorer.

Den vanligast förekommande trefasmotorn är asynkronmotorn. I statorn finnas tre från varandra skilda lindningar, en för varje fas. Lindningarna äro förskjutna 120° från varandra. Varje lindring är uppdelad på två diametralt motsatta poler, så att man liksom vid likströmsmaskiner erhåller nord- och sydpol. Figur 2 på bildblad 4:3 visar schematiskt hur statorlindningarna ligga.

Genom att strömmen i de inbördes förskjutna lindningarna växlar erhålles ett fält, som till sin storlek är konstant, men som kommer att rotera i takt med frekvensen.

Asynkronmotorns rotor är mycket enkel. Den består av en järnkärna av dynamoplåt med i spår inlagda ledare av koppar. På mindre motorer äro alla kopparstavarna i ändarna förenade, kortslutade, med kopparringar.

För att underlätta en undersökning av asynkronmotorns verkningssätt kan man tänka sig det roterande fältet ersatt av en med synkront varvtal roterande statorring, vilken försetts med två i rotationen medföljande magnetpoler, en nordpol och en sydpol, enl fig 3 på bildblad 4:3.

Då fältet roterar, komma ledarna i rotorn att skäras av kraftlinjerna. Den härvid inducerade elektromotoriska kraften kommer att alstra strömmar i de förenade rotorledarna. Av dessa strömmar magnetiseras rotorn så, att den får en nordpol till höger på fig 3 bildblad 4:3 och en sydpol till vänster. Emedan oliknämnda poler attrahera varandra kommer rotorn att vrida sig i högervarv. Den kommer med andra ord att följa med i statorflödets rotation.

För att en ström skall uppstå i ledarna, fordras sålunda att rotorn roterar långsammare än fältet; man säger att rotorn går med eftersläpning eller asynkront. I tomgång är eftersläpningen i det närmaste noll, och ju större belastningen är desto större blir eftersläpningen. En fyrpolig asynkronmotor, vars synkrona varvtal är 1500, stämplas vanligen för 1450 r/m. Det på asynkronmotorens skyltar angivna varvtalet gäller endast, då den effekt, för vilken maskinen är stämplad, uttages.

Små kortslutna asynkronmotorer startas genom att anslutas direkt till nätet. Startströmmen blir härvid 4-8 gånger så hög som driftströmmen. I större asynkronmotorer begränsas startströmmen med till släppringar anslutna startmotstånd, vilka urkopplas steg för steg allteftersom rotorn ökar i hastighet. Under drift går även en släppringad rotor kortsluten.

Rotationsriktningen hos en asynkronmotor kan ändras, genom att tilldelningarna till två av motorns statorlindningar skiftas.

33. Enfasmotorer.

Av enfasmotorer finnas tre typer, enfas asynkronmotorn, enfasseriekommutatormotorn och repulsionsmotorn.

Enfas asynkronmotorn utföres i regel med en stjärnkopplad trefaslindning i statorn. För igångsättning av motorn erfordras ett roterande fält. Detta åstadkommes genom att i serie med den ena fasen inkoppla ett induktivt motstånd och i serie med den andra fasen ett ohmskt motstånd, se fig 4 på bildblad 4:3. Genom denna anordning erhålles en fäsförskjutning av c:a 90° mellan de båda fasernas fält. Motorn startar som en tvåfas asynkronmotor med hjälp av det roterande fält, som erhålles genom den nämnda fäsförskjutningen.

Sedan motorn kommit igång, brytes vanligen strömmen i den fas, till vilken det induktiva motståndet är inkopplat, och det ohmska motståndet kortslutas. Motorn går sedan på det fält, som alstras av de två kvarvarande i serie kopplade faslindningarna. Detta fält är icke roterande utan pulserande, vilket emellertid är tillräckligt för att hålla motorn gående. Den kan däremot icke starta med ett pulserande fält. Även andra kopplingar för start av enfas asynkronmotorer förekommer.

Denna typ av motor användes för att driva omformaren på elektroloken litt Öd, omformaren på snabbmotortågen litt Xoa5 och omformaren på restaurangvagnarna litt Ro3 nr 4407-15 och 4467-72.

Enfasseriekommutatormotorn är i princip lika likströmsseriemotorn. Magnetlindningen och ankarlindningen passeras av samma ström, varför magnetflödet och ankarströmmen komma att ligga i fas med varandra. Motorn har i avseende på sitt vridande moment ungefär samma egenskaper som en likströmsseriemotor.

Elektrolokens drivmotorer äro utförda som enfasseriekommutatormotorer. För att underlätta kommuteringen, vilken vållar stora svårigheter vid denna motortyp, användes det låga periodtalet 16 2/3 p/s.

Repulsionsmotorn är till sina egenskaper besläktad med den enfassiga seriekommutatormotorn. Den har liksom denna ett kraftigt startmoment och ett med avtagande belastning stigande varvtal.

Repulsionsmotorn är i princip utförd enligt fig 5 på bildblad 4:3. Mellan stator- och rotorlindningarna finnes icke någon ledande förbindelse. Endast statorlindningen är ansluten till nätspänningen. Borstarna på kommutatorn äro direkt sammankopplade.

Genom induktion alstras en ström i den kortslutna rotorhärvan. Borstarna skola vara förskjutna så, att statorlindningens fält och rotorhärvas fält bilda en viss vinkel mot varandra. Genom kraftverkan mellan dessa båda fält sättes rotorn i rörelse.

Repa repulsionsmotorer förekomma icke på vagnarna, men däremot utnyttjas repulsionsmotorens goda startegenskaper dels i tågbelysningsomformarnas motorer och dels i kompressormotorerna för kylskåpen på restaurangvagnarna.

Rotorn på tågbelysningsomformarens motor har två lindningar. Dels en inre av kortslutna kopparstavar bestående s k burlindning, lika som på asynkronmotorens rotor, och dels en yttre lindning, som är ansluten till

en kommutator. Borstarna på denna äro sammankopplade och förskjutna som på en repulsionsmotor. Motorn kommer därför att starta som en repulsionsmotor, men då den kommit igång, går den som en asynkronmotor.

Det beskrivna utförandet gäller för omformare av Aseas fabrikat. På omformare av Elektromekanos fabrikat finnes en särskild startmotor. Denna är utförd som repulsionsmotor, medan själva huvudmotorn är utförd som en enfass asynkronmotor.

Kompressormotorerna för kylskåpen på restaurangvagnarna starta som repulsionsmotorer. Då de kommit igång, kortslutes hela rotorlindningen av en centrifugalställare, varefter de gå som enfass asynkronmotorer.

Rotationsriktningen på en motor med repulsionsstart ändras genom omställning av borstbryggan. Denna skall vara förskjuten en viss vinkel på den ena eller andra sidan om ett neutralläge. På borstbryggan finnes därför i regel ett märke och vid detta, på en fast del i statorn eller lagerskölden, 2 märken. Då borstbryggans märke står vid det ena av de fasta märkena går motorn åt ena hållet och vid det andra märket åt andra hållet.

39. Transformatorer.

I en transformator kan elektrisk effekt med hög spänning och låg ström omvandlas till elektrisk effekt med låg spänning och hög ström, eller också kan omvandlingen ske i omvänd riktning.

I princip är en enfastransformator mycket enkel. På en sluten järnkärna, finnas två lindningar, primärlindningen och sekundärlindningen, se fig 1 på biläblad 4:4. Primärlindningen anslutes till strömkällan, och till sekundärlindningen anslutas förbrukningsapparaterna.

Då en växelström går igenom primärlindningen, åstadkommer denna ett växlande magnetfält, som genomgår sekundärlindningen. Härigenom induceras i denna senare lindning en elektromotorisk kraft, som växlar med magnetfältet, och om lindningen slutas erhålles i denna en växelström.

Primärspänningen E_1 förhåller sig till sekundärspänningen E_2 som lindningsvarvtalet på primärsidan N_1 till lindningsvarvtalet på sekundärsidan N_2 .

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad (39:1)$$

Denna ekvation är fullt riktig, endast då transformatorn går i tomgång, d v s då sekundärlindningen är obelastad. Belastas den, uppkomma nämligen i båda lindningarna dels ohmska, dels induktiva spänningsfall, vilka föranleda, att sekundärspänningen får ett något mindre värde än det, som kan beräknas med hjälp av ekvationen.

Förhållandet mellan lindningsvarvtalen $\frac{N_1}{N_2}$ kallas transformatorns omsättning.

Då transformatorn går i tomgång, går endast en magnetiseringsström, tomgångsströmmen, fram genom primärlindningen. Härvid induceras i denna en motelektromotorisk kraft, som är i det närmaste lika stor som den påtryckta spänningen. Belastas sekundärlindningen erhålles där amperevarv, som försvaga det av magnetiseringsströmmen alstrade fältet. Då fältet försvagas, minskar den motelektromotoriska kraften, och den primära strömmen ökar. Ökningen blir så stor, att det primära belastningsamperevarv-

talet blir lika med det sekundära belastningsamperevarvtalet, varvid fältet återställs till den ursprungliga storleken. Om den primära belastningsströmmen betecknas I_1 och den sekundära I_2 och lindningsvarvtalen N_1 resp. N_2 erhålles följande samband

$$I_1 \cdot N_1 = I_2 \cdot N_2 \quad (39:2)$$

eller

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} \quad (39:3)$$

Av denna ekvation framgår att belastningsströmmarna förhålla sig omvänt som antalet lindningsvarv.

Den verkliga primärströmmen blir emellertid något större än primärsidans belastningsström, ty med denna sammansätter sig också magnetiseringsströmmen. Denna är i regel relativt liten, varför man i de flesta fall utan större fel kan bortse ifrån den.

På de allra flesta vagnarna finnes en mindre transformator för växelströmsbelysning. Denna transformator är ansluten till tågvarmeledningen och har en omsättning av 1000 - 800/28 V samt en effekt av 1,12 kVA. På vissa restaurangvagnar finnas större transformatorer för de elektriska spisarna.

40. Likriktare.

För omformning av växelström till likström användes i vissa fall likriktare i stället för roterande omformare.

Alla slags likriktare arbeta som elektriska ventiler, d v s de släppa blott igenom den elektriska strömmen i en bestämd riktning. Använder man en sådan ventil i en växelströmskrets enligt fig 2 på bildblad 4:4, så uppkommer en strömstöt, endast när ventilen erhåller en bestämd polaritet, d v s ström går igenom under en halvperiod, men under nästa halvperiod, då polariteten är omkastad, verkar ventilen som en fränslagen strömställare.

Den ström, som en likriktare lämnar, består därför enligt fig 3 på bildblad 4:4 av strömimpulser, som alltid ha samma riktning. Genom speciella kopplingar och med hjälp av flera sådana ventiler kan man även utnyttja båda halvperioderna, se fig 4 på bildblad 4:4.

Som strömventiler eller likriktarelement förekommer på vagnar enbart s k torrlikriktare. Av torrlikriktare finnas två typer, kopparxidullikriktare och selenlikriktare. Den sistnämnda typen är den vanligast förekommande.

En selenlikriktare består av ett större eller mindre antal likriktarelement. Varje sådant element består av en rund eller fyrkantig järnplatta, c:a 1 mm tjock, på vars ena sida anbragts ett tunt lager av metallisk selen. Övanpå selenskiktet finnes ett kadmiumskikt, och i mitten är plattan försedd med ett runt hål för monteringen. Fig 5 på bildblad 4:4 visar hur ett sådant element är uppbyggt.

Plattorna monteras vanligen intill varandra på en isolerad bult. Mellan plattorna insätts uttagsfanor på vissa ställen för anslutning och inbördes hopkoppling. På vissa större likriktare insätts även kylflänsar mellan plattorna. Plattorna och de nämnda detaljerna hoppressas med muttrar på bultändarna.

Likriktningen av strömmen sker i övergångsytan mellan selen- och kadmiumlagren. Strömmen kan gå i riktning från selen till kadmiummen icke tvärtom.

Likriktarelementen kunna endast spärra en viss begränsad spänning. För selenelement är den maximala spärrspänningen omkring 14 V.

En likriktares ventilverkan är i allmänhet icke fullständig. I spärrriktningen framgår sålunda en svag ström, den s k läckströmmen. Storleken på denna varierar med spärrspänningen. Läckströmmen är mycket liten och kan i allmänhet försummas.

Strömbelastningsförmågan är beroende av flera faktorer såsom likriktarelementens storlek och inbördes koppling, belastningens art och kylningsmöjligheterna.

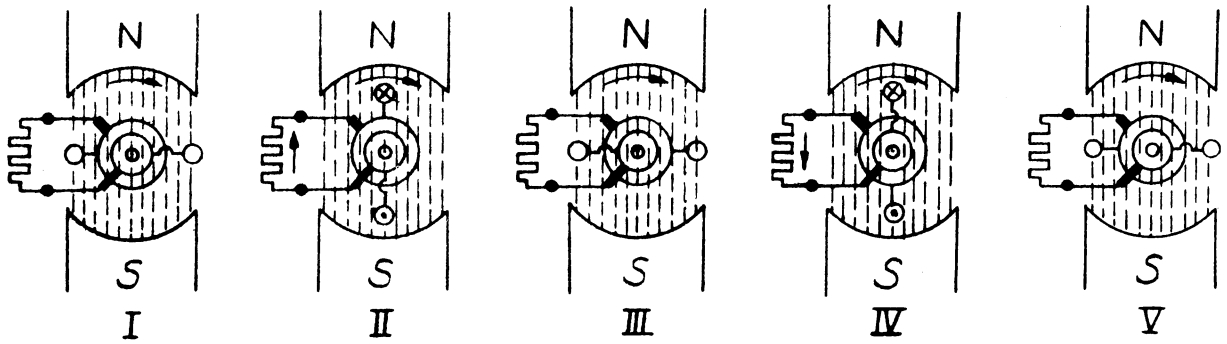


Fig. 1.

Schematisk bild av växelströmgenerators arbetssätt

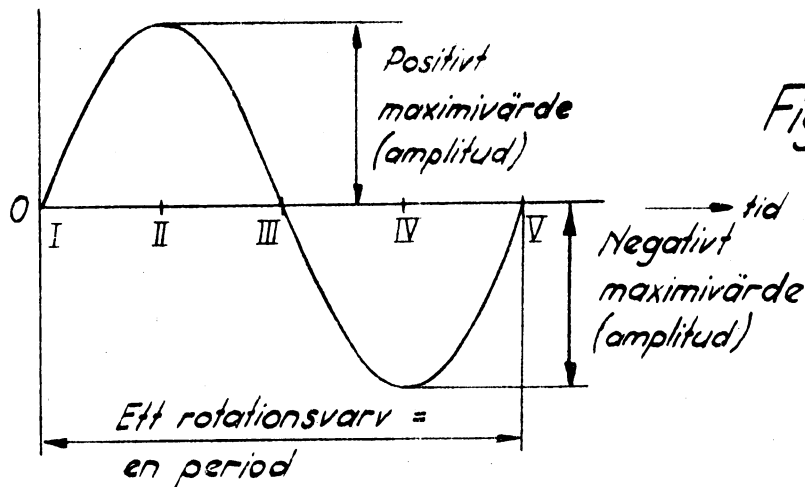


Fig. 2.

Växelspänningens och växelströmmens kurvform

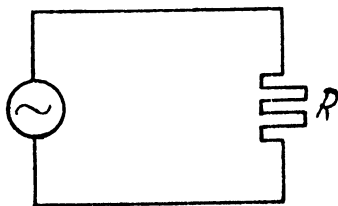


Fig. 3.

Växelspänningens och växelströmmens kurvform

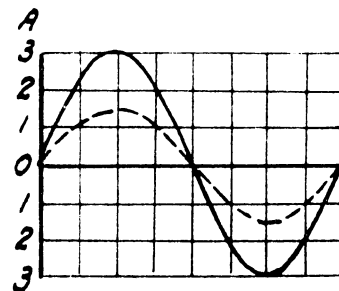


Fig. 4.

Ström- och spänningskurvor i strömkrets med enbart ohmskt motstånd

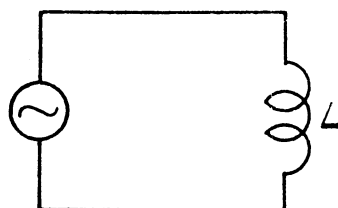


Fig. 5.

Växelspänningens och växelströmmens kurvform

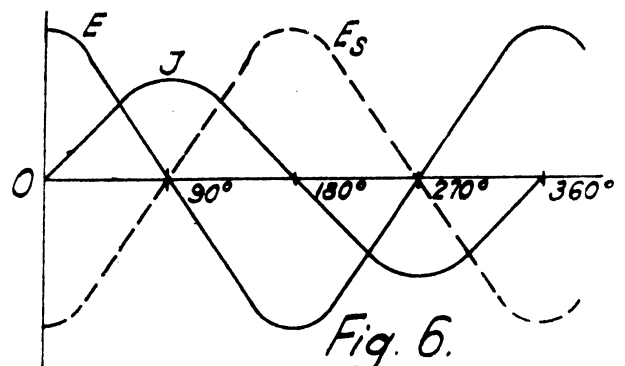


Fig. 6.

Ström- och spänningskurvor i strömkrets med enbart induktivt motstånd

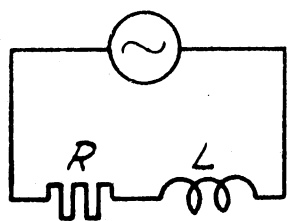


Fig. 1.

Växelspänningsskrets med både ohmskt och induktivt motstånd

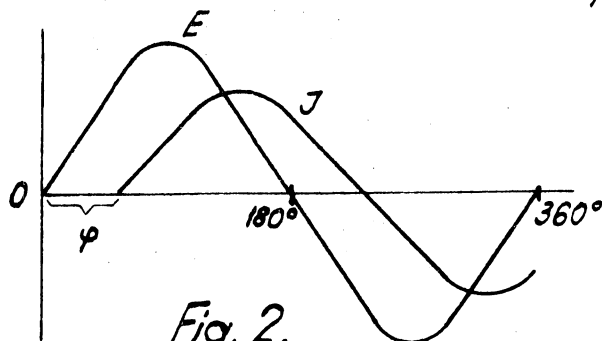


Fig. 2.

Ström- och spänningskurvor i strömkrets med både ohmskt och induktivt motstånd

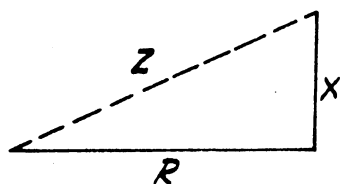


Fig. 3.

R = ohmskt motstånd
 X = induktivt motstånd
 Z = resulterande motstånd

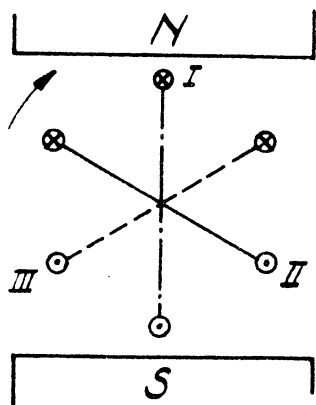


Fig. 4.

Schematisk bild av trefasgenerator

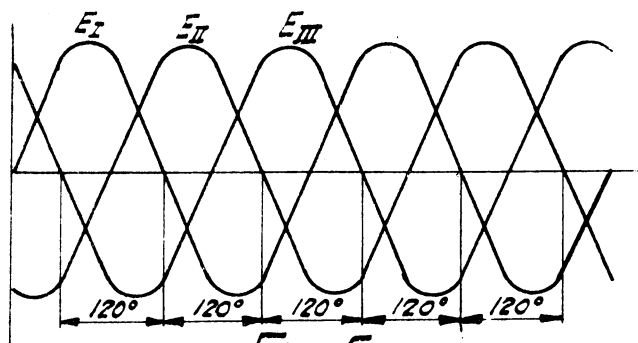


Fig. 5.

Kurvor för trefas växelspanning

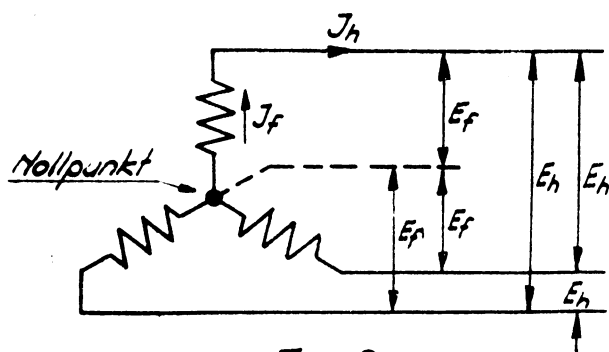


Fig. 6.

Stjärnkoppling

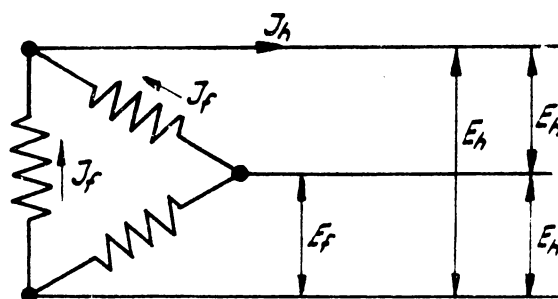


Fig. 7.

Triangelkoppling

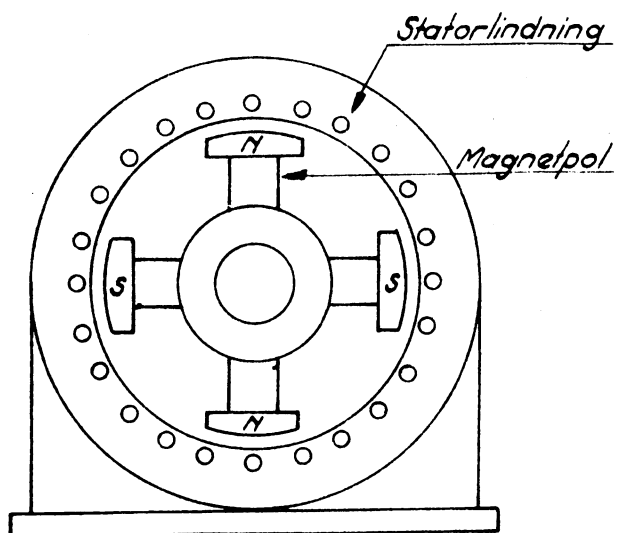


Fig. 1.
En växelströmsgenerators
konstruktion i princip

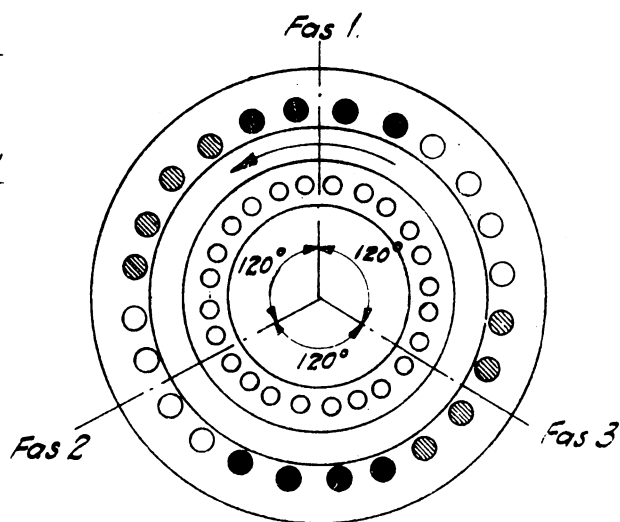


Fig. 2.
Schematisk bild av lindningarnas
placering i en trefas asynkron-
motor

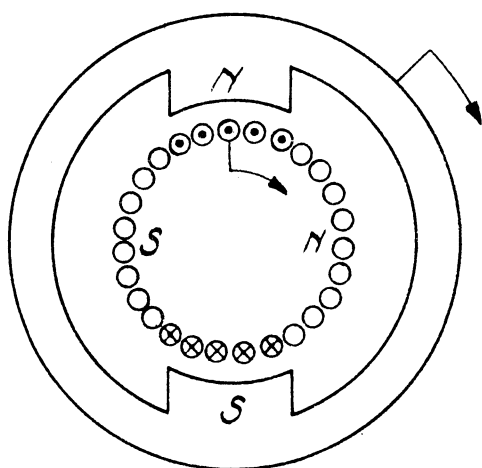


Fig. 3.
Schematisk framställning av
asynkronmotorns verkningsätt

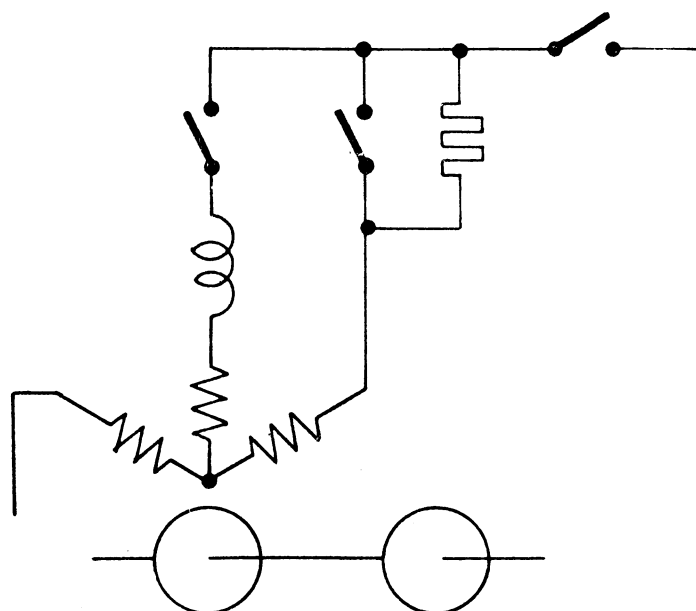
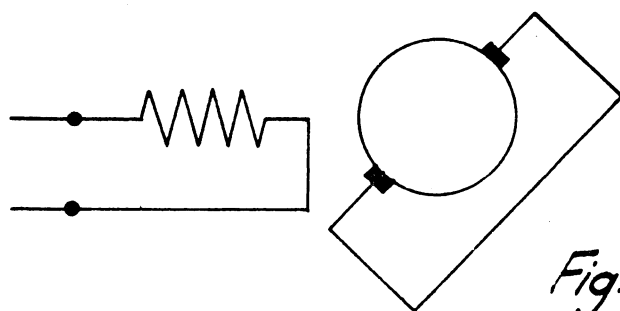
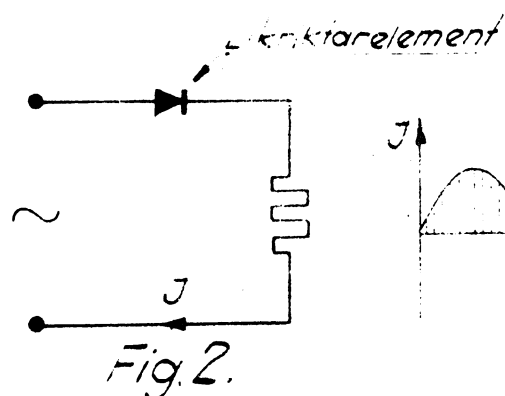
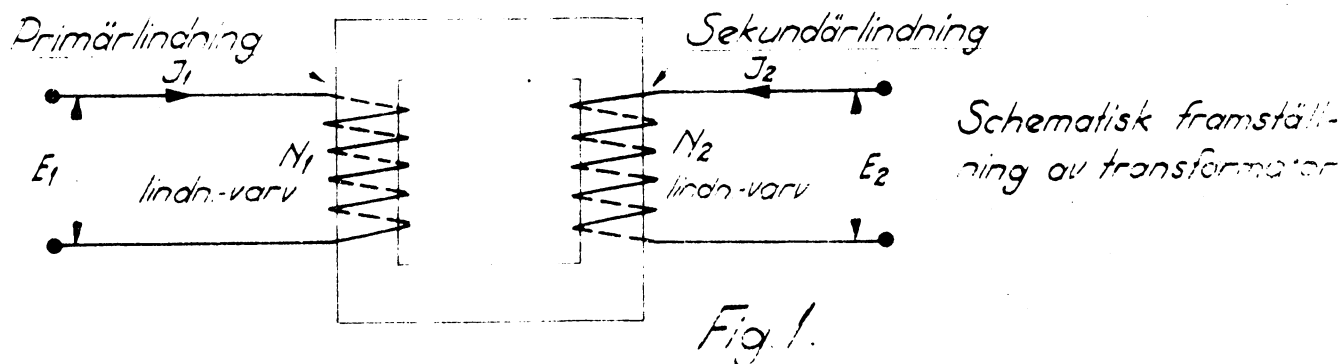


Fig. 4.
Anordning för start av enfas
asynkronmotor



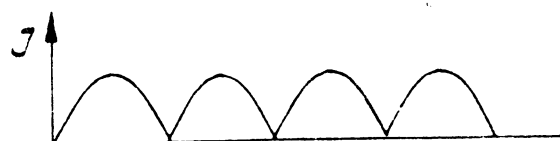
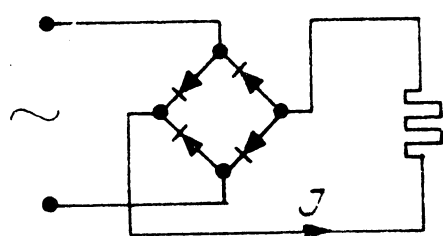
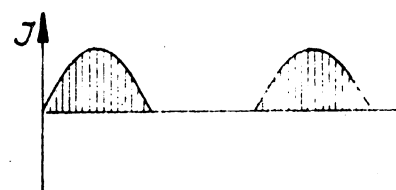
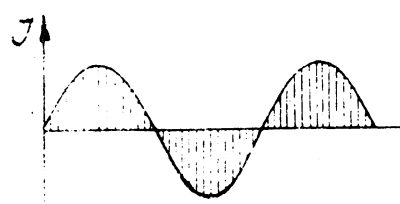
Principschema för
repulsionsmotor
Fig. 5.



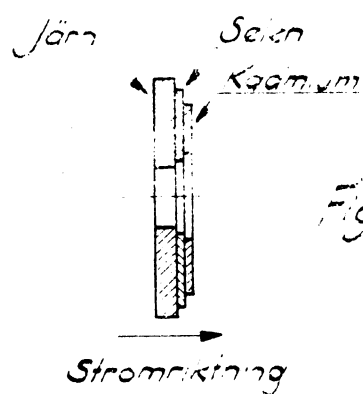
Växelspänning

Fig. 3.

Enfasig likriktad spänning



Kopplingsschema och strömdiagram vid enfas tvåvägskoppling



Schematisk bild av selenlikriktarelement