

Transformatorer.

Härtill blad VIII-1

Transformatorns princip. Om elektrisk ström genomflyter en spole med N varv få vi inuti spolen ett kraftfält B . Om det i stället för luft sättes järn i spolen, ökas induktioner avsevärt och nåt-sitt maximivärde om järnkärnan är helt sluten.

Induktionen i järnet blir då

$$B = \frac{0,4 \cdot \mu \cdot I \cdot N \cdot u}{l}$$

I = strömstyrka

N = lindningsvarv

u = järnets permeabilitet (specifik magnetisk ledningsförmåga hos järn)

l = kraftlinjeflödetets längd

Är järnets genomskärningsarea = $A \text{ cm}^2$, blir totala antalet kraftlinjer

$$\phi = B \cdot A = \frac{0,4 \cdot \mu \cdot I \cdot N \cdot u \cdot A}{l}$$

Genom en ändring av fältet induceras i lindningarna en spänning, som beräknas med förmeln

$$E = 4,44 \phi \text{ max} \cdot V \cdot N \cdot 10^{-8} \text{ volt}$$

För dynamoplåt (transformatorplåt), då mättningsvärdet på B d.v.s. antal kraftlinjer per $\text{cm}^2 = 21,400$, är $u = 700$.

Primärspänningen alstrar ett flöde i järnet $\phi \text{ max}$., som alstrar i sekundärlindningen en spänning

$$E_2 = 4,44 \cdot \phi \text{ max} \cdot V \cdot N_2 \cdot 10^{-8} \text{ volt}$$

Flödet ϕ , som genomflyter hela järnkretsen, alstrar i sin tur en spänning e_1 i primärkretsen.

$$e_1 = 4,44 \cdot \phi \text{ max} \cdot V \cdot N_1 \cdot 10^{-8} \text{ volt}$$

Spänningen e_1 är motriktad E_1 samt i det närmaste lika med E_1 .

Skillnaden mellan E_1 och e_1 utgöres av det ohmska spänningsfallet $r \cdot I_0$.

Divideras båda ekvationerna

$$e_1 = \frac{4,44 \cdot \emptyset \max \cdot V \cdot N_1 \cdot 10^{-8}}{N_1}$$

$$E_2 = 4,44 \cdot \emptyset \max \cdot V \cdot N_2 \cdot 10^{-8}$$

erhålles

$$\frac{e_1}{E_2} = \frac{4,44 \cdot \emptyset \max \cdot V \cdot N_1 \cdot 10^{-8}}{4,44 \cdot \emptyset \max \cdot V \cdot N_2 \cdot 10^{-8}} = \frac{N_1}{N_2}$$

Då e_1 är i det närmaste $= E_1$ kan man sätta

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

Av vad som ovan sagts framgår, att primärströmmen I_1 kan betraktas som den vektoriella summan av tomgångsströmmen I_0 och en primär belastningsström I_b . Denna belastningsström kompenserar sekundärströmmen. Detta innebär, att den i vektordiagrammet har motsatt riktning mot sekundärströmmen och att den förhåller sig till sekundärströmmen omvänt som antalet lindningsvarv, d.v.s.

$$I_b = \frac{N_2}{N_1} I_2$$

Av vektordiagrammet, fig. 4, framgår att fasförskjutningen på transformatorns primärsida vid induktiv belastning blir något mera induktiv än på sekundärsidan, d.v.s.

$$\psi_1 \text{ } \begin{array}{c} \nearrow \\ \searrow \end{array} \psi_2$$

Fig. 5 visar ett liknande ampèrevarvdiagram för det fall att transformatorn har en kapacitiv belastning på sekundärsidan. Sekundärströmmen kommer därvid att i vektordiagrammet ligga före sekundärspänningen. Motsvarande primärström kan erhållas enligt figuren på samma sätt som för det förstnämnda fallet och man finner, att fasförskjutningen även på primärsidan kan bli kapacitiv men därvid mindre än på sekundärsidan.

Det är att märka, att tomgångsströmmen för en transformator i allmänhet är liten vid sidan av belastningsströmmen. För en belastad transformator kan man därför i allmänhet skriva

$$N_1 I_1 + N_2 I_2$$

och man erhåller alltså

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

Det angivna förhållandet innebär, att strömmen på primärsidan i en belastad transformator förhåller sig till strömmen på sekundärsidan omvänt som antalet lindningsvarv. Detta gör, att fasförskjutningen på primärsidan blir approximativt lika stor som på sekundärsidan. Man kan alltså approximativt räkna ut att transformatorn överför en viss effekt från en spänning till en annan med oförändrad effektfaktor.

Transformatorn i tomgång.

Att en transformator är obelastad eller i tomgång innebär att primärlindningen är ansluten till en växelspanning under det att sekundärlindningen är öppen. Härvid alstras i den magnetiska kretsen ett växelflöde Φ av sådan styrka att det i primärlindningen induceras en emk av samma storlek som primärspänningen E_1 men motriktad denna. Den sålunda på grund av flödets växlingar i primärlindningen inducerade motverkande emk:en E_{11} kan betraktas som en ren självinduktionsspänning och blir i enlighet med vektordiagrammet i fig. 3 fasförskjutten 90° efter flödet Φ .

För magnetiseringen av järnet, d.v.s. för att alstra flödet Φ åtgår en ström, som är rent induktiv och som alltså ligger fasförskjutten 90° efter den påtryckta spänningen och i fas med flödet Φ . Den representeras i figuren av vektorn I_{0q} . I järnet uppstå därjämte vid magnetiseringen vissa förluster, vilket innebär, att primärströmmen i tomgång även innehåller en effektkomponent. När det magnetiska flödet är ett växelflöde, måste järnet oupphörligt magnetiseras om, och på grund härav uppstå hysteresisförluster. Dessa äro bl.a. proportionella mot strömmens frekvens.

Vidare alstras på grund av det magnetiska flödet virvelströmmar i järnet. Motsvarande förluster, virvelströmsförlusterna, äro bl.a. proportionella mot frekvensens kvadrat. I vissa fall, när det är fråga om särskilt höga frekvenser, kunna de för övrigt omöjliggöra användandet av järn i transformator.

På grund av de nämnda järnforlusterna, nämligen hysteresis- och virvelströmsförlusterna, alstras i primärlindningen en strömkomponent I_{op} , som ligger i fas med den påtryckta spänningen. Denna komponent ger tillsammans med den reaktiva strömkomponenten I_{oq} den totala tomgångsströmmen I_0 , såsom visas av figuren. Tomgångsströmmens största komponent är dock magnetiseringsströmmen, d.v.s. den reaktiva strömkomponenten. Strömvektorn I_0 kommer därför i vektordiagrammet att ligga ganska nära flödesvektorn ϕ .

I vektordiagrammet återstår att ange den i sekundärlindningen inducerade emk:en E_{2i} . Denna spänning blir liksom E_{1i} fasförskjuten 90° efter flödet ϕ och får alltså samma riktning som E_{1i} . De inducerade spänningarnas storlek beror, som förut nämnts, på antalet lindningsvarv i de båda lindningarna. För varje varv induceras samma spänning och man erhåller

$$\frac{E_{1i} N_1}{E_{2i} N_2}$$

där N_1 och N_2 beteckna antalet lindningsvarv i primär- resp. sekundärlindningen. De inducerade emk:erna förhålla sig till varandra som antalet lindningsvarv.

Enär transformatorn är obelastad, framgår ingen ström genom sekundärlindningen. Detta gör, att sekundärlindningens klämspänning E_2 blir just den inducerade spänningen E_{2i} .

Förhållandena på primärsidan bliva något annorlunda. På grund av tomgångsströmmen får man ett motsvarande spänningfall i lindningen. Tomgångsströmmen är emellertid liten i förhållande till primärströmmen vid belastning, och då lindningens motstånd dessutom är ganska litet, blir spänningfallet endast av storleksordningen 0,1 % av klämspänningen. Det kan

därför praktiskt taget alltid försummas, och man räknar generellt med att den inducerade emk:en E_{11} i tomgång är lika stor som primärspänningen E_1 men riktad å motsatt håll.

Av ovanstående framgår, att transformatorns spänningar i tomgång förhålla sig till varandra direkt som lindningsvarvtalen. Man kallar detta förhållande för transformatorns omsättningsförhållande eller omsättning. Transformatorns omsättning kan enkelt bestämmas genom att mäta primär- resp. sekundärspänningen i tomgång. Man får då

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

Effektförbrukningen i en tomgående transformator utgöres huvudsakligen av de nämnda hysteresis- och virvelströmsförlusterna, som gemensamt brukar benämnas tomgångsförluster. På grund av att primärlindningen genomgås av en viss ström, tomgångsströmmen, uppstå i denna lindning även strömvarmeförluster (kopparförluster). Enär tomgångsströmmen är liten, jämfört med belastningsströmmen, blir emellertid tomgångsströmmens kopparförluster så små, att de kunna försummas vid sidan av järnförlusterna. En transformators järnförluster kunna således bestämmas genom att man inkopplar transformatorn i tomgång och med wattmeter mäter den tillförda effekten. Det är härvid viktigt, att den påtryckta spänningen är transformatorns normala spänning, den s.k. märkspänningen. Det visar sig nämligen, att järnförlusterna ändras när kvadratisk med spänningen. Tomgångsförlusterna vid märkspänning brukar betecknas P_0 och uppgå i allmänhet vid en mindre transformator till 0,7 - 1,5 % och vid en större transformator till 0,3 - 0,7 % av märkeffekten (fullasteffekten).

Transformatorns tomgångsström I_0 är, såsom redan framhållits, liten vid sidan av belastningsströmmen. Dess storlek beror på transformatorns storlek och spänning. Den kan lämpligen anges i procent av transformatorns märkström (fullastström). Man finner att den i allmänhet blir av storleksordningen 5 à 10 % och vid mycket stora transformatorer endast

2 à 3 % av märkströmmen. När tomgångsströmmen till större delen är av induktiv karaktär, blir effektfaktorn i tomgång, $\cos. \varphi_0$, låg och i regel av storleksordningen 0,1 - 0,2. Om transformatorn anslutes till en spänning, som är högre än märkspänningen, kan tomgångsströmmen bli betydligt större. Till följd av inträdande mättning i järnet växer nämligen magnetiseringsströmmen betydligt fortare än spänningen, och i en normal modern transformator blir den procentuella ökningen i tomgångsströmmen mångdubbelt större än den procentuella ökningen i spänningen.

Transformatorn vid belastning. Om man till en transformators sekundäruttag ansluter strömförbrukande apparater av något slag, kommer transformatorns sekundärlindning att genomgå av en ström I_2 . Detta innebär, att transformatorn är belastad. Samtidigt som sekundärlindningen genomgås av en ström, kommer strömmen i primärlindningen att öka, så att ökningen i ampèrevärv på primärsidan kompenserar de ampèrevärv, som tillkommit på sekundärsidan. Detta grundar sig på det viktiga förhållandet, att det magnetiska flödet i en transformator, som är ansluten till en konstant växelspanning, förblir tillnärmelsevis konstant, praktiskt taget oberoende av belastningen. Förhållandena kunna bäst klargöras genom att studera ett ampèrevärvdiagram, varav dock för enkelhets skull de uppträdande spänningsfallen i transformatorn försummas, d.v.s. vi räkna med att lindningarna icke ha något motstånd av något slag. Den i en lindning inducerade spänningen kan då sägas vara exakt lika stor som klämspänningen eller uttagsspänningen. Detta motsvaras av att vi erhålla

$$E_{1i} = 2_1 \text{ och } E_{2i} = E_2$$

Transformatorns ampèrevärvdiagram kan under de gjorda förutsättningarna erhållas i enlighet med fig. 4. Den ifrågakvarande transformatorn tager i tomgång en ström I_0 . Motsvarande ampèrevärvtal, som i huvudsak erfordras för att driva fram det magnetiska flödet i järnkretsen, blir $N_1 I_0$. Vid belastning tillkommer i sekundärlindningen en ström I_2 . Denna förutsättes

i figuren vara induktiv och fasförskjuten vinkeln 2 efter sekundärspänningen. Det mot sekundärströmmen svarande ampèrevarvtalet är $N_2 I_2$. För att det magnetiska flödet i transformatorn skall förbli konstant, måste i primärlindningen tillkomma en belastningskomponent I_1 av sådan storlek, att dessa ampèrevarvtal kompenserar $N_2 I_2$, d.v.s. så att

$$N_1 I_b = -N_2 I_2$$

Det totala ampèrevarvtalet $N_1 I_1$ på primärsidan blir lika med den vektoriella summan av de erhållna ampèrevarvtalen, d.v.s.

$$N_1 I_0 + N_1 I_b = N_1 I_1$$

Den vektoriella summan av ampèrevarvvektorererna $N_1 I_1$ och $N_2 I_2$

måste vidare bli lika med $N_1 I_0$, d.v.s.

$$N_1 I_1 + N_2 I_2 = N_1 I_0$$

Transformatorer och drosslar för signalanläggningar.

I signalanläggningar användes ett flertal olika transformatorutföranden samt drosslar och impedansförbindningar, vilka äro beskrivna i samtand med de kopplingar, i vilka de förekomma.

Här nedan följer en urräkning av de vanligast förekommande transformatorerna.

Fdnr

06 65 11	Signaltransformator	110+17/11, 13, 15 v, 40 va,
06 65 12	Skiljetransformator	110+110/115, 130, 145 v, 100 va
13	Signaltransformator	230, 135, 120, 110, 95/3+12 v, 96 va,
18	Transformator för sidotågvägslykta	220, 110/110-130
61	Läckningstransformator	2 + 110/130 [±] 5 v, 0,35 amp.,
31	Spårledningstransformator	110 v, 50 per.,
35	"	110 v, 75 per.,
45	Relätransformator för	50 eller 75 per.,
47	Transformator för polariserade reläer	220, 110/25+5 5 v

- 51 Kontrollampstransformator 110+2+55/5+5 v, 1 amp.,
 52 " " 0,25 - 0,75 amp., 1-12 v,
 71 Drosselspole för spårledning,
 72 Impedansförbindning för spårledning,
 91 Balansmotstånd för 2 sken,
 92 " " 3 " .

För tillverkning av transformatorer för signalanläggningar äro utarbetade speciella specifikationer som följer.

Allmänna bestämmelser.

1. Apparaterna skola vara skyddade med lätt avtagbar plåtkåpa och utförda så, att de kunna upphängas på en vertikal vägg eller ställas på ett horisontellt bord, bottenplattans dimensioner få icke överstiga 90 mm i bredd och 245 mm i längd.
2. Kopplingsplinten skall vara förlagd nedtill på bottenplattan utanför plåtkåpan och försedd med anslutningsklämmor, bestående av instickshylsor med 3 mm hål och 4 mm skruvar för fastklämning av ledningstråden; hylsorna skola vara säkert fastsatta och försänkta i plinten, så att oavsiktlig beröring med strömförande delar förhindras; anslutningsklämmorna skola vara tydligt märkta genom stansning eller gravering.
3. Namnplåt med typbeteckning och tillverkningsnummer skall vara placerad på apparatens bottenplatta och ej på den avtagbara kåpan.
4. Alla järndelar skola vara väl rostskyddsbehandlade.
5. För isolations- och värmeprovning skola föreskrifterna i SEN 4 gälla i tillämpliga delar.
6. Apparaterna skola vara försedda med en på lämpligt sätt anbragt, 5 mm klämskruv för jordförbindning av icke strömförande delar, klämskraven märkes J.

Signaltransformator, fdnr 06 65 11.

7. Primärlindningen utföres för anslutning till 127 volt, 50 p/s och med uttag för anslutning till 110 volt, 50 p/s.
8. Tomgångsströmmen får vara högst 60 mA vid 360 volt mellan 0 och 110 volts uttaget.
9. Sekundärlindningen utföres med uttag för avgivande av 3 amp., $\cos. \varphi = 1$, vid 11, 13 och 15 volt $\pm 5 \%$.

10. Spänningen å sekundärlindningen vid tomgång får vara högst 20 % högre än spänningen vid uttag av 3 amp.
11. Anslutningsklämmorna skola på primärsidan vara märkta med 0, 110 resp. 127 och på sekundärsidan med 0, 11, 13 resp. 15.

Skiljetransformator, fdnr 06 65 12.

12. Primärsidan utföres med två lindningar, vilka seriekopplas vid anslutning till 220 volt och parallellkopplas vid anslutning till 110 volt, 50 p/s. Tomgångseffekten max. 10 watt.
13. Sekundärlindningen utföres med uttag för avgivande av 0,75 amp. $\cos. \varphi = 1$, vid 115, 130 och 145 volt $\pm 5\%$. Spänningen å sekundärlindningen vid tomgång får vara högst 7,5 % högre än vid 0,75 amp. belastning å samma uttag.
14. Transformatorn skall tåla kontinuerlig kortslutning av sekundärlindningen; strömmen i lindningen skall härvid bliva högst 5 amp.
15. Anslutningsklämmorna skola på primärsidan vara märkta med 1 och 2 resp. 3 och 4 och på sekundärsidan med 0, 115, 130 resp. 145.

Läckningstransformator, fdnr 06 65 61.

16. Primärsidan utföres med två lindningar, vilka seriekopplas vid anslutning till 220 volt och parallellkopplas vid anslutning till 110 volt 50 p/s.
17. Sekundärlindningen utföres för avgivande av 0,35 amp. $\cos. \varphi = 1$, vid 130 volt $\pm 5\%$.
18. Spänningen å sekundärlindning får vid tomgång vara högst 30 volt högre än vid 0,35 amp. belastning.
19. Transformatorn skall tåla kontinuerlig kortslutning av sekundärlindningen; strömmen i lindningen skall därvid bliva högst 0,75 amp. på sekundärsidan samt högst 0,6 resp. 1,2 amp. på primärsidan vid 220 resp. 110 volt.
20. Anslutningsklämmorna skola på primärsidan vara märkta med 1 och 2 resp. 3 och 4 och på sekundärsidan med 0 resp. 130.

Balansmotstånd II, fdnr 06 65 91.

21. Balansmotstånd II består av en på en järnkärna anbragt lindning med uttag på mitten och så dimensionerad, att 17000

ohms impedans erhålles mellan mittuttaget och vilken som helst av lindningens ändpunkter vid 220 volt, 50 p/s.

22. Lindningens ohmska motstånd vid 18° C skall vara högst 30 ohm mellan mittpunkten och resp. ändpunkter.

23. Vid inmatning av 0,50 amp. 50 p/s på spolens mittpunkt skall strömmen fördela sig lika mot båda ändpunkterna och spänningsfallet vara högst 20 volt mellan mittpunkten och lindningens ändpunkter.

24. Anslutningskläman för spolens mittpunkt skall vara märkt 2 och för spolens ändpunkter 1 och 3.

Balansmotstånd III, fdnr 06 65 92.

25. Balansmotståndet III består av en på en järnkärna anbragt lindning, försedd med ett uttag, så anordnat att impedansen mellan uttaget och spolens ändpunkter blir åt ena hållet minst 3.500 ohm vid 110 volt, 50 p/s, och åt andra hållet minst 17.000 ohm vid 220 volt, 50 p/s.

26. Lindningens ohmska motstånd mellan uttaget och ändpunkterna får vid 18° C vara högst 6 ohm resp. 30 ohm.

27. Om 0,75 amp. 50 p/s inmatas vid uttaget och fördelas mot spolens ändpunkter så att 0,50 amp. passerar åt ena hållet och 0,25 amp. åt andra hållet, får spänningsfallet mellan uttaget och ändpunkterna vara högst 8 resp. 30 volt.

Signabelysningstransformator, fdnr 06 65 13.

1. Transformatorns dimensioner och fastsättningsanordningar samt anslutningsklämnornas konstruktion och märkning skola vara i enlighet med ritning litt C nr 6432 (ändr.25.10.44).

2. Alla järndelar skola vara väl rostskyddsbehandlade, mäsingsdetaljerna vitkokade samt spolarna och uttagsledningarna väl impregnerade och skyddade för fukt.

3. Primärlindningen utföres enligt koppling A, ritning litt C nr 64322, för anslutning till 230 volt, 50 p/s, men med uttag för anslutning till 120, 135, 110 och 95 volt; tomgångsströmmen vid 230 volt får vara högst 16 mA.

4. Sekundärlindningen utföres med 3 uttag, vardera för 2 amp., 12 volt, och skall nämnda spänning erhålles med en tolerans av $\pm 0,6$ å varje med 2 amp. belastat uttag för var och en

av i punkt 3 angivna primärspänningar, oberoende av om övriga uttag äro belastade eller ej.

5. Ett av transformatorns sekundäruttag skall utan skadlig uppvärmning kunna belastas kontinuerligt med 4 amp. samtidigt med 2 amp. på de båda övriga uttagen.

6. För isolations- och värmeprovning skola föreskrifterna i SEN 4 gälla i tillämpliga delar.

Signaltransformator 220, 127, 110/2+10+2 volt, 50 per., 100 VA., fdnr 06 65 14.

Transformatorns yttermått, anordningar för uppsättning och ledningsanslutning samt uttagens märkning skola överensstämma med ritning litt C nr 7081.

Uttagen från lindningarna till anslutningsklämmorna skola utföras av FVI med 1 mm^2 area eller av blank flertrådig kabel, skyddad med systoflexrör.

Järnkärnan och stativen skola vara omsorgsfullt skyddade för rost genom lackering.

Vid anslutning till 220, 127 eller 110 volt skall transformatorn utan skadlig uppvärmning kunna på sekundärsidan avge 110 VA, med 12 volt spänning å uttag för 12 volt.

Tomgångsströmmen vid 220 volt skall vara högst 0,100 amp. Tomgångsspänningen å sekundärsidan får överstiga märkspänningen med högst 10 %.

Isolationsprovning skall företagas med 2.000 volt under 1 minut mellan lindningarna och järn.

Kortslutningssäker skiljetransformator 220, 110/110-130 volt för sidotågvägslykta, fdnr 06 65 18.

Transformatorn skall vara utförd med skilda lindningar.

Primärsidan utföres för anslutning till 220 och 110 volt 50 p/s.

Sekundärsidan utföres med uttag för avgivande av 110, 120 och 130 volt (tolerans $\pm 5\%$) vid 0,25 amp. $\cos. \varphi = 1$. Tomgångsspänningen får vara högst 10 % högre än spänningen vid 0,25 amp.

Vid kontinuerlig kortslutning av sekundärlindningen får temperaturstegringen icke överskrida i SEN 4, paragraf 20, angivna värden och strömstyrkan icke överskrida 5 amp.

För isolationsprovning skall tillämpliga delar av föreskrifterna i SEN 4 gälla.

Transformatorn skall vara monterad i hölje av plåt.
Järnkärna och hölje skola vara rostskyddsbehandlade.

Relätransformatorer för 50 och 75 p/s, fdnr 06 65 45.

Transformatorerna äro avsedda att monteras i gjutjärns-lådor enligt ritning litt C nr 6783 invid spåret.

Spänningen på primärsidan mellan S_0 och S_1 är 1 å 2 volt och skall upptransformeras till 4 å 8 volt på sekundärsidan mellan R_0 och R_1 . Strömstyrkan på primärsidan är omkring 0,7 amp.

Tomgångsreaktansen skall på primärsidan vid 1 å 2 volt vara omkring 20 ohm för 50 per, och 30 ohm för 75 per.

Lindningarna skola vara så tilltagna att ohmska motståndet icke överstiger 0,1 resp. 1 ohm på primär- resp. sekundärsidorna.

Vid transformatorns dimensionering skall tagas hänsyn till att $16^{2/3}$ per. banström av ca 10 amp. under 5 minuter kan framgå genom primärlindningen samtidigt med den 50 eller 75 periodiga strömmen, varvid farlig uppvärmning icke får inträda.

Transformatorn skall vara innesluten i vattentät låda av mässing, som fylles med compound och målas utvändigt. Genomföringarna skola vara vatten- och oljetäta.

Anslutningsbultarna skola hava 6 mm diameter och vara försedda med 11 mm:s nyckelvidd. Anslutningsbultarna skola vara märkta enligt ritningen.

Transformatorerna skola isolationsprovas med 2.000 volt 50 per. under en minut mellan resp. lindningar och järn.

Spårledningstransformatorer för 75 p/s, fdnr 06 65 35.

Härtill bantekniska byråns signalavdelnings ritning av den 13/7 1935.

Transformatorn är avsedd för matning av spårledningar.

I serie med primärlindningen skall inkopplas en kondensator 1,65 μ F, vilken åstadkommer att den å sekundärsidan uttag-

na strömstyrkan vid normal belastning (ca 3 ohm å sekundärsidan) i det närmaste blir lika med strömmen vid kortslutning av sekundärsidan.

Järnkärnan skall förses med luftgap och strypning, så att tomgångsimpedansen å primärlindningen blir i det närmaste konstant = 1,430 ohm upp till en påtryckt spänning av 100 volt och därefter hastigt avtager vid ökad spänning. Regleringsanordningen för impedansen skall vara åtkomlig, så att transformatorerna eventuellt efteråt kunna injusteras för 1,600 ohms tomgångsimpedans.

Lindningsvarven skola vara så avpassade, att vid 110 volt, 75 p/s och med 1,65 μ F kondensator i serie med primärlindningen strömstyrkan vid kortslutning mellan nedan specificerade uttag å sekundärsidan blir:

mellan uttag 1-4	0,7 amp.	2-4	1,0 amp.	3-4	1,2 amp.
1-5	0,6 "	2-5	0,8 "	3-5	0,9 "
1-6	0,55 "	2-6	0,65 "	3-6	0,75 "

Ohmska motståndet i primärlindningen bör ej överstiga 25 ohm och å sekundärsidan mellan ytteruttagen 1 ohm.

Transformatorn är avsedd att upphängas på vägg eller placeras på hylla i utomhus stående träskåp, varför isolationen skall utföras med hänsyn därtill. Anslutningsbultarna skola hava 6 mm:s diameter, vardera försedd med 3 muttrar med 11 mm:s nyckelvidd samt 2 brickor. Märkningen av transformatorns polbultar skall vara utförd i enlighet med ritningen.

Isolationsprov skall ske mellan lindningarna resp. mellan lindningarna till järn med 2.000 volt växelström under en minut.

Drosselspolar för spårledningar, fdnr 06 65 71.

Drosselspolarna skola hava en impedans av 400 ohm vid påtryckta 20 volt, $16^2/3$ perioder samtidigt som lindningen genomflytes av likström, 0, 150 amp.

Drosselspolarna skola tåla en spänningsskillnad mellan klämmorna av 220 volt, $16^2/3$ perioder, vervid impedansen får nedgå högst 10 %.

Motståndet för likström får vara högst 3 ohm.

Isolationen mellan lindningar och järn skall vara utförd att tåla en provspänning av 4.000 volt under en minut.

Drosselspolarna äro avsedda att uppsättas i träskåp utomhus.

Genomföringarna skola vara försedda med 5 mm:s anslutningsbultar med 3 st muttrar av 11 mm:s nyckelvidd.