



NORGE

[NO]

**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

[B] (11) UTEGNINGSSKRIFT Nr. 134176

(51) Int. Cl.² H 01 F 27/24

(21) Patentsøknad nr. 1551/72

(22) Inngitt 03.05.72

(23) Løpedag 03.05.72

(41) Alment tilgjengelig fra 07.11.72

(44) Søknaden utlagt, utlegningsskrift utgitt 18.05.76

(30) Prioritet begjært 05.05.71, 20.04.72, Forbundsrepublikken Tyskland,
nr. P 21 22 242, P 22 19 355

(54) Oppfinnelsens benevnelse Transformator med små dimensjoner.

(71)(73) Søker/Patenthaver
COMMERZSTAHL HANDELSGESELLSCHAFT MBH,
Mauerkircherstrasse 31,
D-8000 München 80,
Forbundsrepublikken Tyskland.

(72) Oppfinner
ERHARD LIENKE, München,
CHRISTOPH ROSSMANN, Gauting,
Forbundsrepublikken Tyskland.

(74) Fullmektig Tandbergs Patentkontor A-S, Oslo.

(56) Anførte publikasjoner
Britisk patent nr. 347538, 566221
BRD patent nr. 79018
BRD utl. skrift nr. 1152204
Østerriksk patent nr. 89889

Denne oppfinnelse angår en transformator med små dimensjoner og en kjerne som omfatter tre ben med samme skikthøyde samt en primærvikling som er delt i minst to på hvert sitt særskilte ben anordnede delviklinger, såvel som minst én sekundærvikling som er anordnet på et ytterligere ben som gjennomflytes av summen av de av primær-deltviklingene frembragte magnetflukser, idet kjernens skikthøyde er mindre enn bredden av det ben som bærer sekundærviklingen og det ben som bærer primær-deltviklingene har kvadratisk tverrsnitt.

I forbindelse med utviklingen av trykte koblinger kreves der transformatorer med forholdsvis liten ytelse, som utmerker seg ved lave tap og liten byggehøyde. Den minste transformator som for tiden er å få og som har en primærspenning på 220 V ved 50 Hz, har en byggehøyde på 26 mm. Det er uøkonomisk å under-skride denne byggehøyde, da tråddiameteren i så fall, for opp-nåelse av et tilstrekkelig vindingstall, må være under 0,05 mm. Samtidig oppstår der, særlig som følge av det viklingsrom som er gitt ut fra det anvendte, normede transformatorblikk, en øket fare for overslag, da der ikke lenger kan anordnes noen særskilt isolasjon mellom primærviklingen og sekundærviklingen, som kan motstå en overslagsspenning på ca. 2500 V. Den maksi-male ytelse som kan uttas av en sådan liten transformator med en kjerne EI30a, utgjør ca. 1,2 VA ved en virkningsgrad på ca. 42 %.

Som følge av det viklingsrom som er begrenset av kjerne-blikkene, er strømtettheten, dvs. strømstyrken pr. enhet av viklingstverrsnittet, begrenset, således at temperaturforhold-ene hurtig blir dårligere ved økning av ytelsen ved en forut kjent kjerne.

Særlig ved små transformatorer som skal anvendes sammen med trykte koblinger, er det ønskelig at transformatoren er innstøpt i et begerformet hus. Transformatoren som er loddet og festet til lederplater, bevirker ved en ytelse fra og med ca. 10 VA en sterk mekanisk belastning og nødvendiggjør særskilte festeelementer. Dessuten er byggehøyden for sådanne transformatorer, som utgjør mellom 40 og 60 mm, meget uønsket, da der for trykte koblinger er foreskrevet normede byggehøyder som f.eks. 12, 15, 18 og 22 mm. De hittil anvendte transformatorer lar seg ikke realisere med sådanne byggehøyder som følge av avtagende virkningsgrad. Dessuten forårsaker transformatorenes sammentrengte konstruksjon en altfor stor vekt pr. belastet flateinnhold. Vekten kan riktignok reduseres i ubetydelig grad når transformatoren utføres uten å være innstøpt i et hus, men i dette tilfelle er viklingene utsatt for alle ytre påvirkninger, såsom fuktighet, syredamper, oksydasjon osv. I tillegg hertil er berøringsfaren øket, da det er mulig å berøre spenningsførende elementer.

Transformatorer er også kjent, ved hvilke primærviklingen er delt opp i minst to på hvert sitt ben anordnede delviklinger, idet minst én sekundærvikling er anordnet på et ytterligere ben.

Hvis primærviklingen deles opp i minst to på hvert sitt særskilte ben anordnede delviklinger, er viklingsrommet delt i to viklingsrom som ikke lenger befinner seg på et ben som de har til felles med sekundærviklingen. Av denne grunn oppnås en vesentlig bedre romutnyttelse av en tre-bens kjerne. Primærviklingene kan være koblet i serie eller parallelt og frembringer hver for seg en magnetfluks som induserer sekundærspenningen i en sekundærvikling som er anordnet på et ytterligere ben. På denne måte er det f.eks. mulig å foreta en enkel omkobling på den halve henholdsvis delte primærspenning ved samme ytelse.

Ved at viklingene anordnes særskilt på hvert sitt ben, oppnås også en høy gjennomslagsfasthet, da der for frembringelse av et overslag mellom de ved siden av hverandre anordnede viklinger krever forholdsvis høye spenninger. Dessuten vil der dannes en meget lav kapasitet mellom primærviklingene og sekundærviklingene ved at viklingene er anordnet ved siden av

hverandre, således at der heller ikke oppstår noen umiddelbar kobling mellom spolene. Den induktive kobling mellom viklingene over jernkjernen er til stede i en vesentlig høyere grad enn ved de ovenfor omtalte tre-bens transformatorer over jernkjernen, således at det ikke lenger er mulig å foreta noen overføring av høyfrekvensenergi. Derved unngås særskilte koblelementer for shunting av likerettere på sekundærsiden. Da den induktive kobling bare skjer over transformatorens jernkjerne, får transformatoren en høyere indre motstand som på sin side innebærer en begrensning av kortslutningsstrømmen som automatisk kommer til virkning ved kortslutning og beskytter transformatoren mot å bli ødelagt.

Dessuten kreves ved denne transformator vesentlig mindre kobber for samtlige viklinger. Primærviklingene er fordelt på to særskilte ben, således at deres viklingstetthet og dermed midlere viklingslengde blir mindre. Det samme gjelder også for sekundærviklingen, da denne er viklet direkte på et ytterligere ben og ikke utenpå en allerede forhånden værende primærvikling. Derfor er også sekundærviklingens midlere viklingslengde mindre, således at der for hvert ben bare trenges et mindre viklingsrom.

Hensikten med oppfinnelsen er å skaffe en transformator som sammenlignet med de kjente transformatorer først og fremst har en høy ytelse ved lav vekt og ved hvilken de ovenfor beskrevne ulemper er eliminert og som utmerker seg ved stor ytelse i forbindelse med lav vekt sammenlignet med kjente transformatorer.

Det særegne ved oppfinnelsen er at primær-delviklingene dimensjoneres med henblikk på de av disse frembragte magnetflukser på grunnlag av den energi som kan omsettes ved hjelp av disses bens jernvolum, og på det at det av kjernens ben som gjennomflytes av magnetfluksen for sekundærviklingen, har et tverrsnitt som er mindre, nærmere bestemt inntil 30 % mindre enn summen av primær-delviklingenes ben. Transformatoren ifølge oppfinnelsen egner seg på særlig fordelaktig måte som en liten transformator med lav byggehøyde.

Da de ben som bærer primærviklingene har i det vesentlige kvadratisk tverrsnitt som kommer meget nær det ideelle sirkulære tverrsnitt, er det mulig med en optimal omsetning av den elektriske ytelse som tilføres primærviklingene, til magnetisk ytelse. Det av kjernens ben som bærer sekundærviklingen, kan da ha et tverrsnitt som er utformet i overensstemmelse med en optimal fordeling av hele transformatorens viklingsrom. Samtidig skal det også tas i betraktning at tverrsnittet av sekundærviklingens ben er så stort at det kan tåle belastningen av de delflukser som frembringes av primærviklingene.

Transformatoren ifølge oppfinnelsen egner seg særlig som en liten transformator for trykte koblinger som forlanger en særlig lav byggehøyde. Hvis transformatoren fremstilles med kvadratisk tverrsnitt for de ytre ben og med rektangulær form for det midtre ben, idet høyden av dette ben stemmer overens med høyden av primærviklingens ben, og hvis en sådan transformator bygges opp av M- eller EI-transformatorblikk, kan der ved anvendelse av blikk av normal kvalitet tilveiebringes en transformator, hvis byggehøyde inklusive viklingene ligger på ca. 12 mm og har en ytelse på 3 VA.

Det har vist seg at transformatorjernet i en transformator ifølge oppfinnelsen i en forholdsvis liten del av hele transformatorkjernen kan utsettes for en øket belastning uten at dette er forbundet med noen nevneverdig nedsettelse av den totale virkningsgrad. I denne forbindelse er det bare viktig at primærviklingene kan frembringe den nødvendige totale magnetisering mest mulig fritt for tap. Dette betyr at kjernetverrsnittet for primærviklingene er i størst mulig grad kvadratisk, dvs. således dimensjonert at transformatorjernet her magnetiseres i et normalt induksjonsområde som ennå ikke fører til noen nevneverdig metning. I forhold til de normede dimensjoner kan dette f.eks. oppnås ved at det jernvolum som kan innspares ved benet for sekundærviklingen, legges til benene for primærviklingene, eller at den totale bredde av blikkformatet, med utgangspunkt i normede blikk, på en måte ved fjernelse av en materialstrimmel fra midten av sekundærviklingens ben, kan reduseres med en verdi som tillater tverrsnittsreduksjonen av

sekundærviklingens ben.

Derved oppstår et transformatorblikk med større "vinduer" og med med hensyn til bredden overensstemmende, altså utvidede ytterben, hvis ytre dimensjoner nesten stemmer overens med et normet blikk av samme effektklasse. De brederegjorte ytre ben tillater en nedsettelse av vindingstallet og i forbindelse med de større ben, anvendelsen av et større trådtverrsnitt, således at driftstemperaturen synker og virkningsgraden stiger.

Hvis de magnetiske delflukser som frembringes av primærviklingene, konsentreres på et bentverrsnitt for sekundærviklingen, som er mindre enn summen av primærviklingenes bentverrsnitt, oppstår der i området for sekundærviklingens ben en magnetisk induksjon som er større enn for den totale gjenværende transformator-kjerne, men som frembringes ved hjelp av normalt påkjente primærviklinger og dertil hørende normalt dimensjonerte bentverrsnitt, således at også de rådende temperaturforhold i transformatorens primærdel er å anse som normale. I området for sekundærviklingens ben kan der med den deri frembragte totalfluks kobles en sekundærvikling som med hensyn til plassbehovet som følge av det mindre bentverrsnitt er mindre dimensjonert enn for en sekundærvikling som er anordnet for den uttagbare effekt og som nødvendigvis og normalt har et større kjernetverrsnitt. Den ut fra disse betraktninger på logisk måte økede driftstemperatur vil som følge av de sammenligningsvis kjølige og større øvrige deler av transformatoren bli senket til tillatelige verdier. Etter dette prinsipp er det altså mulig å realisere en transformator som leverer en høyere ytelse eller ved samme ytelse har gunstigere temperaturverdier enn en transformator med sådanne bentverrsnitt som på hvert sted tillater den samme magnetiske induksjonsverdi.

Fortrinnsvis er forholdet mellom tverrsnittsarealet av et ben for en primærvikling og for sekundærviklingens ben 1:1,4 til 1:1,5, fortrinnsvis 1: $\sqrt{2}$. I motsetning til det kjente tverrsnittsforhold på 1:2 mellom benene for primærviklingene og for sekundærviklingene blir det til disposisjon stående viklingsrom mellom benene ved samme kjerneformat ved et tverrsnittsforhold på mellom 1:1,4 og 1:1,5 forstørret så meget at man kan velge betydelig større trådtverrsnitt for

primærviklingene. Som følge at den dermed forbundne ytterligere nedsettelse av de ohmske viklingstap oppnås likeledes en forbedring av virkningsgraden ved normale temperaturverdier. Ved en tre-bens kjerne får man ved å velge tverrsnittsförholdet 1:1,4 at tverrsnittsarealet av det ben som bærer sekundærviklingen blir 30 % mindre enn summen av tverrsnittsarealene av de ben som bærer primærviklingene, og ved et tverrsnitt på 1:1,5 blir primærviklingens bentverrsnitt 25 % mindre enn summen av tverrsnittene for primærviklingenes ben.

Fortrinnsvis stemmer avstandene mellom innbyrdes inntil hinannen liggende ben overens med bredden av benene for primærviklingene.

Det er mulig med ytterligere forbedringer av den ovenfor beskrevne forhold hvis der anvendes kornorienterte transformatorblikk som oppviser en foretrukken retning for magnetiseringen i benenes lengderetning. Dette gjelder i særlig grad ved utførelsen med tynnere sekundærviklingsben, da disse ben er forholdsvis høyt belastet.

Oppfinnelsen skal forklares nærmere under henvisning til tegningene som viser et utførelseseksempel, og samtidig skal der under henvisning til figurene foretas sammenligninger med kjente transformatorers egenskaper. På tegningene viser fig. 1 grafisk den ytelse som kan uttas i avhengighet av vekten ved miniatyrtransformatorer med M- og EI-kjerne samt ved en transformator ifølge oppfinnelsen, og fig. 2 viser et snitt av en ifølge oppfinnelsen utformet trebens transformator.

Fig. 1 viser avhengigheten mellom den uttagbare ytelse i forhold til totalvekten av en transformator, idet belastningsområdet ligger mellom 0 og 20 VA ved en vekt på inntil 0,5 kp. Figuren viser tre kurver, av hvilke de to nedre gjelder for en på kjent måte viklet tre-bens transformator med M- henholdsvis EI-kjerne, mens den øvre kurve M/EI gjelder for en transformator ifølge oppfinnelsen. Av kurvene fremgår det at det er mulig å oppnå en effektøkning på nesten 100 % i det nedre effektområdet. Således kan man f.eks. ved en transformatorvekt på 150 p ved kjent utførelse bare oppnå en effekt på 3 VA, mens den uttagbare effekt ved en transformator ifølge oppfinnelsen er

ca. 6 VA. Ved høyere ytelser henholdsvis større transformatorvekt er egenskapene ved M-kjernen bedre enn ved EI-kjernen, mens man ved en anordning ifølge oppfinnelsen alltid kan gjøre bruk av et ennå høyere ytelsesopptak ved begge kjerner. Dette opptak blir imidlertid relativt mindre med tiltagende transformatorstørrelse, da den prosentuale andel av tapene i en transformator som kjent alltid avtar med tiltagende kjernetverrsnitt. Kurvene viser imidlertid at oppfinnelsen bringer vesentlige fordeler med seg ved transformatorer med lav ytelse, hvilke fordeler gjør seg gjeldende i form av mindre byggehøyde eller høyere effektuttak.

Fig. 2 viser et eksempel på en transformator ifølge oppfinnelsen sett i snitt, ved hvilket de fordeler som oppfinnelsen bringer med seg, gir seg uttrykk i en mindre høyde av transformator-kjernens blikkpakke. Kjernens ytre ben 21 og 23 har kvadratisk tverrsnitt, mens det midtre ben 22 har et rektangulært tverrsnitt som er mindre enn summen av ytterbenenes tverrsnitt. Disse ytterben bærer primærviklingens 24 delviklinger 24a og 24b, mens det midtre ben 22 bærer sekundærviklingen 25. Det viklingsrom som er gitt ved transformatorblikkenes vindu, er fullt utnyttet, men de enkelte viklingers vindingslengde er vesentlig forkortet sammenlignet med en kjent transformator med M- eller EI-kjerne, således at mengden av kobbertråd for viklingene blir vesentlig redusert.

Ved en transformator av den viste utførelse frembringer primærviklingene 24a og 24b magnetiske delflukser som føres sammen i det midtre ben 22 og i dette passerer gjennom tverrsnittet for sekundærviklingen 25. På grunn av transformatorens symmetriske oppbygning er fluksforholdene meget overskuelige. Ennvidere fremgår det at sekundærviklingen og primærviklingene ligger overfor hinannen i et vesentlig mindre område enn ved den kjente transformator. Følgelig er den direkte kapasitive

og induktive innflytelse mellom viklingene innbyrdes vesentlig nedsatt sammenlignet med kjente transformatorer. Faren for overslag er også vesentlig nedsatt, da primærviklingen er delt i to delviklinger, av hvilke bare en meget liten del ligger direkte overfor sekundærviklingen, hvilken del som følge av viklingenes oppdeling får en lavere delspenning.

Med sikte på å oppnå lavest mulige driftstemperaturer har det vist seg at materialet og formen av spolelegemene kan være av avgjørende betydning. Når transformatoren støpes inn, må der velges en støpemasse med høy varmeledningsevne. I denne forbindelse er det imidlertid viktig at der sørges for godt varmeledende elementer mellom støpemassen og de steder som ikke er direkte dekket med denne masse, for at der ikke skal oppstå noen varmeoppstuing i det indre av transformatoren. Sådanne elementer utgjøres av spolelegemene og særlig disses flenser. De består derfor fortrinnsvis av en godt varmeledende plast for at den varme som frembringes i de deler av kjernen som ikke er dekket, ikke skal overføres til viklingene. Ennvidere skal mest mulig av den varme som frembringes i viklingene, opptas av flensene. Forutsatt at materialet i flensene har en varmeledningsevne som tilnærmet stemmer overens med varmeledningsevnen for støpemassen, vil viklingene ikke bli ekstra oppvarmet av kjernen og beholde sin ytelse under en forholdsvis lav driftstemperatur.

Fortrinnsvis oppfyller de beskrevne holdelegemer hele det fri rom mellom kjernen og spolelegemenes flenser. På denne måte dannes der forholdsvis store og varmeopptagende steder som bedrer den ovenfor beskrevne virkning. Hvis de er forsynt med notformede utsparinger, har disse som følge av holdelegemenes bredde, en lengde som er bedre egnet til å sikre viklingsendene enn hvis de bare er ført gjennom en fordypning i vedkommende spolelegemes flens.

P a t e n t k r a v

1. Transformator med små dimensjoner og en kjerne som omfatter tre ben med samme skikthøyde samt en primærvikling som er delt i minst to på hvert sitt særskilte ben anordnede delviklinger, såvel som minst én sekundærvikling som er anordnet på et ytterligere ben som gjennomflytes av summen av de av primærdelviklingene frembragte magnetflukser, idet kjernens skikthøyde er mindre enn bredden av det ben som bærer sekundærviklingen og det ben som bærer primærdelviklingene har kvadratisk tverrsnitt, k a r a k t e r i s e r t ved at primærdelviklingene (24a, 24b) dimensjoneres bare med henblikk på de av disse frembragte magnetflukser på grunnlag av den energi som kan omsettes ved hjelp av disses bens (21, 23) jernvolum, og på det at det av kjernens ben (22) som gjennomflytes av magnetfluksen for sekundærviklingen (25), har et tverrsnitt som er mindre, nærmere bestemt inntil 30 % mindre enn summen av primærdelviklingenes (24a, 24b) ben (21, 23).

2. Transformator i henhold til krav 1, k a r a k t e r i s e r t ved at forholdet mellom tverrsnittene av ett av benene (21, 23) for en primærdelvikling og tverrsnittet av sekundærviklingens (25) ben (22) er mellom 1:1,4 og 1:1,5, fortrinnsvis 1: $\sqrt{2}$.

3. Transformator i henhold til krav 2, k a r a k t e r i s e r t ved at avstandene mellom ved siden av hinannen liggende ben (21, 22, 23) stemmer overens med bredden av primærdelviklingenes (24a, 24b) ben (21, 23).

4. Transformator i henhold til krav 2 eller 3, k a r a k t e r i s e r t ved at kjernen på i og for seg kjent måte er bygget opp av kornorienterte transformatorblikk med en foretrukken magnetiseringsretning i benenes (21, 22, 23) lengderetning.

134176

Fig.1

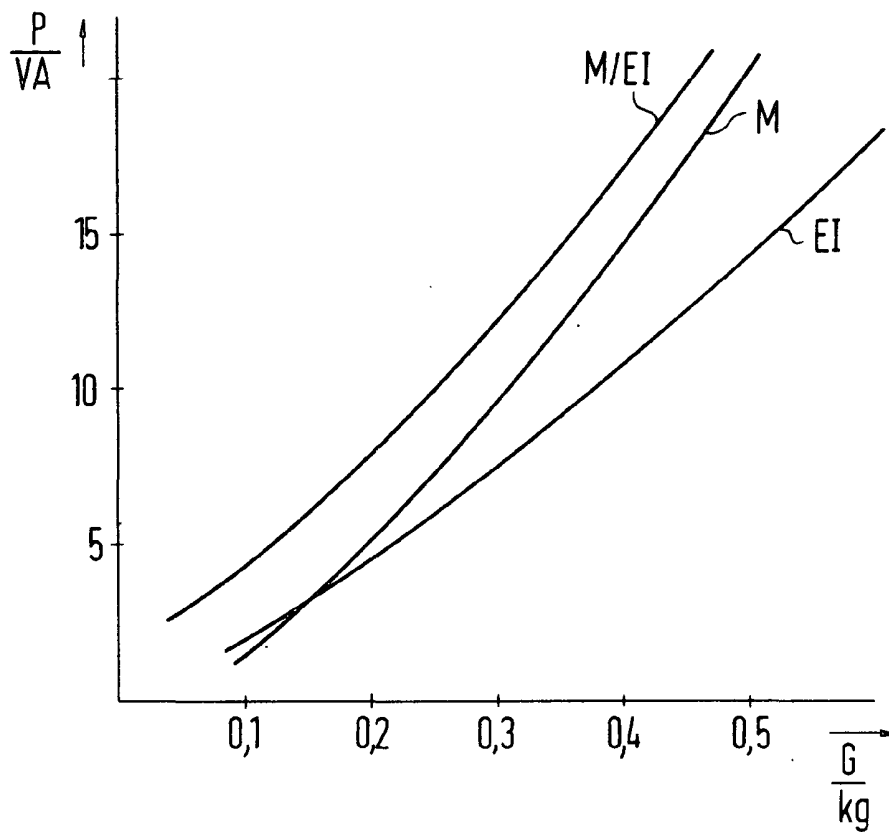


Fig.2

