(19) DANMARK (11) **DK 173534 B1**

(12) PATENTSKRIFT

Patent- og
Varemærkestyrelsen

(51) Int.Cl⁷.: **H 02 M 7/06** **H 01 F 38/00**

(21) Patentansøgning nr: **PA 1990 02718**

(22) Indleveringsdag: **1990-11-14**

(24) Løbedag: **1990-11-14**

(41) Alm. tilgængelig: **1992-07-27**

(45) Patentets meddelelse bkg. den: **2001-02-05**

(73) Patenthaver: **Scanpower, Georginevej 2, 2970 Hørsholm, Danmark**

(72) Opfinder: **Ole Steen Seiersen, Georginevej 2, 2970 Hørsholm, Danmark**

(74) Fuldmægtig: **Hofman-Bang A/S, Hans Bekkevolds Allé 7, 2900 Hellerup, Danmark**

(54) Benævnelse: **Strømforsyningskredsløb med integrerede magnetiske komponenter**

(56) Fremdragne publikationer:
US A 4766365
US A 3340458
US A 3231841
US A 4899271

(57) Sammendrag:

Et magnetisk kredsløb med flere magnetiske komponenter integreret på en eller flere fælles magnetkerner anvendes et i og for sig kendt strømforsyningskredsløb. Kredsløbet omfatter en transformer, hvis sekundærviklings ender er forbundet til ensartede elektroder af et par ensretterdioder, hvis andre elektroder er forbundet til strømforsyningskredsløbets ene udgangsklemme. Desuden findes to reaktive komponenter, og diodernes første elektroder er forbundet til strømforsyningskredsløbets anden udgangsklemme via en af de reaktive komponenter. De to nævnte reaktive komponenters vindingstal er i hovedsagen valgt lig med transformerens sekundærviklingstal. De to nævnte reaktive komponenter er anbragt på hver sin kernedel således, at den resulterende magnetiske flux i fælles kernedele er tilnærmelsesvis lig med differensen mellem de to kernedeles magnetiske flux, og transformerens sekundærvikling er anbragt på nævnte fælles kernedele.

fortsættes

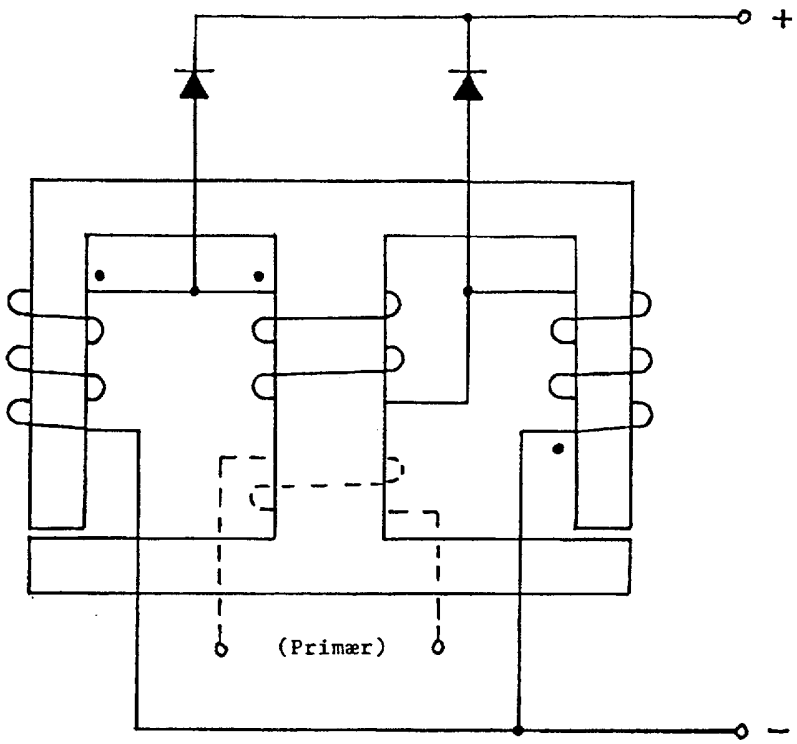


Fig 3

Strømforsyningskredsløb med integrerede magnetiske komponenter

Opfindelsen angår et strømforsyningskredsløb af den art, som er angivet i krav 1's indledende del, og som kendes fra ansøgerens amerikanske patentskrift nr. US 4 899 271.

Det kendte strømforsyningskredsløb omfatter en transformer, to ensretterdioder samt to induktive komponenter, f.eks. drosselspoler. Hver ende af transformerens sekundærvikling er forbundet via en af drosselspolerne til kredsløbets ene udgangsterminal og via en af dioderne til kredsløbets anden terminal. Samtidigt med at transformerens sekundærvikling trækker strøm gennem én af dioderne, kan den ene drosselspole sende strøm gennem samme diode, idet den virker som friløbsdiode.

De tre magnetiske komponenter er relativt dyre at fremstille, ligesom der kræves en uforholdsmæssig stor mængde kernemateriale, når de tre magnetiske komponenter fremstilles hver for sig.

Det har længe været et ønske at kunne spare på omkostninger og kernemateriale ved at integrere de tre magnetiske komponenter på en fælles magnetkerne; men dette har hidtil ikke været muligt, da spændings-kurveformerne ikke svarer til hinanden, og fluxregnskabet derfor ikke umiddelbart går op. Endvidere skaber en transformers magnetiseringsstrøm normalt visse problemer, idet den foruden at medføre øgede tab også kan vekselvirke med belastningsstrømmen ved lave belastninger og derved skabe uheldige ubalanceforhold i strømforsyningskredsløbet.

En vis besparelse har dog kunnet opnås ved, som det er angivet i ovennævnte patentskrift, at integrere de to drosselspoler på samme kerne, f.eks. ved at placere hver af drosselspolerne på yderbenene af en E-kerne. Hvert af disse yderben må dog i så fald indrettes med en luftspalte for at undgå mætning af kernematerialet, medens midterbenet må være uden luftspalte for at undgå kobling mellem de to drosselspolekredsløb.

Et andet eksempel, hvor to induktorer integreres på en fælles kerne, kendes fra US patentskrift nr. 3 340 458, hvor de to komponenters fluxbidrag ophæver hinanden. Der er dog her tale om en drosselspole, som blot er opsplittet i to halvdele, der så vikles således på kernen, at deres fluxbidrag ophæver hinanden.

Fra US patentskrift nr. 3 231 841 er det kendt at integrere en transformer og en drosselspole på en fælles kerne. Det magnetiske kredsløb er ved hjælp af en luftspalte indrettet således, at fluxen hidrørende fra henholdsvis transformeren og drosselspolen ikke interfererer med hinanden. Der er altså tale om to adskilte kredsløb, der hver især udnytter kernen som om, at det andet kredsløb ikke var til stede.

Det samme kendes fra den såkaldte "transduktor"-kobling. Det er en kobling, hvor der er viklet på alle tre ben af en E-kerne, og hvor viklingerne på yderbenene har lige mange vindinger og er serieforbundne. Yderbenenes viklinger er polariseret således, at deres fluxbidrag ophæver hinanden i midterbenet. Midterbenets flux - hidrørende fra midterbenets vikling - deler sig ligeligt mellem yderbenene og inducerer ensartede spændinger med modsat polaritet over yderbenenes viklinger. Da disse viklinger

er serieforbundne, bliver slutresultatet nul, altså at midterbenets flux ikke inducerer nogen spænding i det serieforbundne yderbens kredsløb.

Et eksempel på dette kendes fra JP 61-32506, hvor en drosselspole og en transformer integreres sammen på en fælles kerne. Drosselspolen er delt op i to halvdele, som er serieforbundne og placeret på E-kernens yderben, som så er forsynede med luftspalte, medens transformerviklingen er placeret på midterbenet. I denne kobling bliver transformerens magnetiseringsstrøm uhensigtsmæssigt stor, idet transformerens flux gennemløber luftspalter i begge yderben.

Samme princip benyttes i US patentskrift nr. 4 766 365 til at frembringe en selvregulerende transformerenhed.

De ovennævnte kredsløb tilhører en klasse af magnetisk integration, hvor man ved hjælp af diverse viklingsmæssige og andre arrangementer opnår, at de magnetiske komponenter isoleres fra hinanden og derfor optræder som individuelle ikke koblede komponenter.

Fra US patentskrift nr. 4 914 561 kendes desuden et kredsløb, hvis virkemåde i mange henseender svarer til det fra US 4 899 271 kendte. I dette kredsløb anvendes to transformere med indbygget luftspalte, og som derfor også fungerer som drosselspoler.

Der kendes andre eksempler, hvor flere magnetiske komponenter er integrerede på en fælles kerne, som det f.eks. er tilfældet med en 3-fasetransformer; men i disse tilfælde er kurveformerne for komponenternes flux ens, men faseforskudt, således at fluxregnskabet går op.

Formålet med opfindelsen er at angive en konstruktion, som tillader, at de tre magnetiske komponenter i det fra amerikansk patentskrift nr. US 4 899 271 kendte strømforsyningskredsløb kan anbringes på en eller flere fælles magnetkerner for derved at opnå besparelser i fremstillingspris og den mængde kernemateriale, som benyttes.

Dette formål opnås ifølge opfindelsen ved at integrere de tre magnetiske komponenter på en eller flere magnetkerner med to fluxveje, hvoraf en del er fælles for begge, men hvori der er tilvejebragt en flux-adskillelse for flux fra de to fluxveje, at vælge de to drosselspolers vindingstal, så det i hovedsagen er lig med transformerens sekundære vindingstal, og at de to drosselspoler er anbragt på hver sin kernedel på en sådan måde, at den resulterende magnetiske flux i en fælles kernedel, hvorpå transformerens viklinger er anbragt, i hovedsagen er lig med differensen mellem de to kernedeles magnetiske flux.

Det viser sig nemlig, at transformerens flux herved kan udgøres af fluxen fra de integrerede drosselspoler, der således bestemmer den fælles magnetkernes magnetiske tværsnitsareal, hvorimod transformeren ikke kræver yderligere magnetisk materiale.

Som angivet i krav 2 kan med fordel benyttes en såkaldt E-kerne, hvor drosselspolerne anbringes på yderbenene og transformeren på midterbenet.

En E-kerne kan som angivet i krav 3 være opbygget af en kombination af ferrit og amorft materiale, hvilket kan muliggøre større DC-flux i yderbenene og større AC-flux i midterbenet.

Der kan også, som angivet i krav 4, benyttes to ringkerner, hvor de to drosselspoler vikles på hver sin ringkerne, medens transformeren vikles gennem begge kerner.

Ved anvendelse af et sådant magnetisk kredsløb med flere magnetiske komponenter integreret på en eller flere magnetkerner med to fluxveje til de kendte kredsløb opnås, at der ved fremstillingen af det kendte strømforsyningskredsløb kan spares både pris og kernemateriale, lige som kredsløbets volumen kan mindskes væsentligt.

Opfindelsen vil blive beskrevet nærmere i det følgende under henvisning til tegningen, hvor

fig. 1 viser en variant af strømforsyningskredsløbet fra amerikansk patentskrift nr. US 4 899 271 samt de tilhørende magnetiske kredsløb for transformeren og de to drosselspoler,

fig. 2 viser de magnetiske kredsløb for henholdsvis transformeren og de to drosselspoler, hvor sidstnævnte er sammenkoblede på en fælles kerne,

fig. 3 viser det integrerede magnetiske kredsløb ifølge opfindelsen, og

fig. 4 viser en udførelsesform, hvor kernen er opbygget af en kombination af ferrit og amorft, båndviklet magnetisk materiale.

Det fra US 4 899 271 kendte strømforsyningskredsløb er vist på fig. 1, og dets virkemåde vil indledningsvis blive beskrevet.

Kredsløbet omfatter en transformer T, to drosselspoler L1, L2, to ensretterdioder D1, D2 samt en positiv og en negativ udgangsterminal.

Når sekundærspændingen V_T fra transformeren T er positiv, vil denne spænding tvinge ensretteren D1 til at lede. Der vil følgeligt løbe en strøm fra den negative udgangsklemme gennem L2, transformerens sekundære vikling, ensretteren D1 og frem til den positive udgangsklemme.

Når sekundærspænding V_T forsvinder (V_T = 0) i dødperioderne, vil strømmen i L2 fortsætte med at løbe (friløb), nu fra den negative udgangsklemme gennem D2 og frem til den positive udgangsklemme.

Bliver sekundærspændingen V_T negativ, tvinger denne spænding en strøm til at løbe fra den negative udgangsklemme gennem L1, sekundærviklingen og ensretteren D2, som allerede leder på grund af friløbsstrømmen fra L2. Der vil altså nu både løbe en friløbsstrøm fra L2 og en strøm gennem sekundærviklingen og L1 frem til den positive udgangsklemme.

Når sekundærspændingen V_T igen forsvinder (V_T = 0), vil både strømmen fra L1 og L2 fortsætte med at friløbe gennem henholdsvis D1 og D2, som altså begge vil være ledende.

Kredsløbet vil med andre ord opretholde en kontinuert (ikke pulserende) strøm, som løber fra den negative til den positive udgangsklemme uanset transformersekundærspændingens øjebliksværdi.

Nederst på figuren er vist de magnetiske kredsløb for hver af de tre magnetiske komponenter T, L1, L2.

Da de to drosselspoler sidder i serie direkte hen over sekundærviklingens klemmer, følger, at summen af øjeblikksspændingerne over disse drosselspoler må være lig øjebliksværdien af sekundærspændingen, det vil altså sige:

$$V_T(t) = V_1(t) - V_2(t) \qquad (1)$$

med de på fig. 1 viste polaritetsforhold.

Nedenfor betragtes den magnetiske flux i de forskellige dele af transformeren og drosselspolerne. Fra Faraday's lov vides, at:

$$V = N\ d\phi/dt$$

hvor ϕ betegner fluxen, N vindingstallet og V spændingen. For transformeren med sekundærvindingstallet N_T gælder således:

$$V_T = N_T\ d\phi_T/dt$$

For drosselspolen L1 med vindingstallet N_1 gælder tilsvarende:

$$V_1 = N_1\ d\phi_1/dt$$

og endelig gælder for L2 med vindingstallet N_2:

$$V_2 = N_2\ d\phi_2/d_t$$

Formel (1) kan altså nu skrives:

$$N_T \, d\phi_T/dt = N_1 \, d\phi_1/dt - N_2 \, d\phi_2/dt$$

Hvis L1 og L2 indrettes til at have samme vindingstal ($N_1 = N_2 = N$), fås:

$$N_T \, d\phi_T/dt = N \, (d\phi_1 - d\phi_2)/dt = N \, d(\phi_1 - \phi_2)/dt$$

Som det er nævnt i amerikansk patentskrift US nr. 4 899 271, kan de to drosselspoler integreres sammen ved f.eks. at placere hver af dem på yderbenene af en E-kerne.

Afhængigt af, hvordan de integrerede drosselspoler indbyrdes polariseres, kan det opnås, at fluxen i midterbenet enten bliver summen af eller differensen mellem yderbenenes flux. Med den på fig. 2 viste polarisering opnås, at midterbenets flux bliver $\phi = \phi_1 - \phi_2$, og der vil derfor gælde:

$$d\phi/dt = d(\phi_1 - \phi_2)/dt \rightarrow N_T \, d\phi_T/dt = N \, d\phi/dt$$

Vælges vindingstallene nu således, at $N = N_T$, fås

$$d\phi_T/dt = d\phi/dt = d(\phi_1 - \phi_2)/dt$$

Det ses altså, at når vindingstallene vælges som ovenfor, og drosselspolerne polariseres som beskrevet, vil transformerens flux være lig med den flux, som allerede er tilvejebragt i midterbenet af drosselspolerne. Dette betyder, at transformeren nu kan integreres ind på midterbenet af den kombinerede L1-L2 drosselspole, uden at der derved kræves nogen forøgelse af kernens tværsnit eller magnetiseringsstrøm i transformeren.

På fig. 3 er dette realiseret på en E-kerne. Viklingernes indbyrdes polaritet er angivet på figuren med sorte prikker. Transformerens primærvikling, som er vist punkteret, kræver ikke polarisering i forhold til de øvrige viklinger.

Det kan dog i nogle tilfælde vise sig ønskeligt at anvende et lidt mindre vindingstal på midterbenet for derved - med vilje - at skabe en vis ubalance i det magnetiske kredsløb. En sådan ubalance kan i visse tilfælde reducere ripplekomponenten i drosselspolerne. Der er dog kun tale om ubetydelige forskelle i vindingstal.

På fig. 4 er vist en udførelsesform, hvor kernen er opbygget af en kombination af ferrit og amorft båndviklet magnetisk materiale. Det magnetiske system omfatter en kernedel 1 af ferrit, to kernedele 2 af amorf snitbåndkerne, luftspalter 3, en transformervikling 4 og drosselspoleviklinger 5.

Amorfe magnetiske materialer kan i lighed med laminerede jernkerner tolerere et langt højere DC-magnetiseringsni veau end ferrit. Mætning indtræder først ved 1 til 1,5 tesla i modsætning til ferrit, hvor mætning finder sted ved 0,3 til 0,4 tesla.

Det vil derfor være særdeles hensigtsmæssigt at anvende et af de amorfe materialer som yderben i kernen, hvor magnetiseringen fortrinsvis består af DC-flux.

Der er her anvendt en såkaldt snitbåndkerne, altså en kerne, der er viklet af amorft materiale i båndform, og som derefter er skåret over i to halvdele.

I kernens midterben vil yderbenenes DC-flux blive udbalanceret, mens fluxvariationerne vil adderes og medføre en højere AC-fluxtæthed end i yderbenene.

Det vil derfor være mest fordelagtigt at anvende ferrit her, idet ferrit typisk vil være det mest tabsfri materiale.

De på figuren viste luftspalter kan f.eks. realiseres ved indlæg af isolationsmateriale, hvortil de enkelte kernedele eventuelt kan sammenlimes.

Kernedelene kan f.eks. også spændes sammen ved hjælp af et bånd af et ikke-ledende materiale. Et ledende materiale vil kunne medføre hvirvelstrømstab i de områder af spændebåndet, som befinder sig i nærheden af luftspalterne.

Det magnetiske kredsløb kan også realiseres med andre kernetyper, end den før omtalte E-kerne. F.eks. kan der anvendes lavpermeable ringkerner (pulverkerner). De to drosselspoler vikles så blot på hver sin ringkerne, medens transformeren vikles gennem begge kerner.

P a t e n t k r a v :

1. Strømforsyningskredsløb, hvor der anvendes et kredsløb, som omfatter en transformer (T), hvis sekundærviklings ender er forbundet med ensartede, første elektroder af et par ensretterdioder (D1, D2), hvis andre elektroder er forbundet med strømforsyningskredsløbets ene udgangsklemme, idet diodernes første elektroder endvidere er forbundet med strømforsyningskredsløbets anden udgangsklemme via en respektiv af to induktive komponenter (L1, L2), k e n d e t e g n e t ved, at alle magnetiske komponenter er integrerede på en eller flere magnetkerner med to fluxveje, hvoraf en del er fælles for begge, men hvori der er tilvejebragt en flux-adskillelse for flux fra de to fluxveje, hvor de to nævnte induktive komponenters (L1, L2) vindingstal (N_1, N_2) i hovedsagen er lig med transformerens sekundærvindingstal (N_r), og de to nævnte induktive komponenter (L1, L2) er anbragt på hver sin kernedel på en sådan måde, at den resulterende magnetiske flux i fælles kernedele, hvorpå transformerens viklinger er anbragt, i hovedsagen er lig med differensen mellem de andre kernedeles magnetiske flux.

2. Strømforsyningskredsløb ifølge krav 1, hvor der findes en fælles kernedel, k e n d e t e g n e t ved, at de magnetiske komponenter er integrerede på en fælles magnetkerne af E-type, hvor de to nævnte induktive komponenter (L1, L2) er anbragt på kernens yderben, og den fælles kernedel udgøres af kernens midterben.

3. Strømforsyningskredsløb ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at yderbenene er opbyggede af et amorft båndviklet materiale, at midterbenet er opbygget af et

ferritmateriale, og at der findes luftspalter, hvor de to materialer støder op til hinanden.

4. Strømforsyningskredsløb ifølge krav 1, hvor der findes to fælles kernedele, k e n d e t e g n e t ved, at de magnetiske komponenter er anbragt på to fælles ringkerner, hvor de to nævnte induktive komponenter (L1, L2) er anbragt på hver sin ringkerne, og hvor transformerens (T) viklinger er viklet gennem begge kerner.

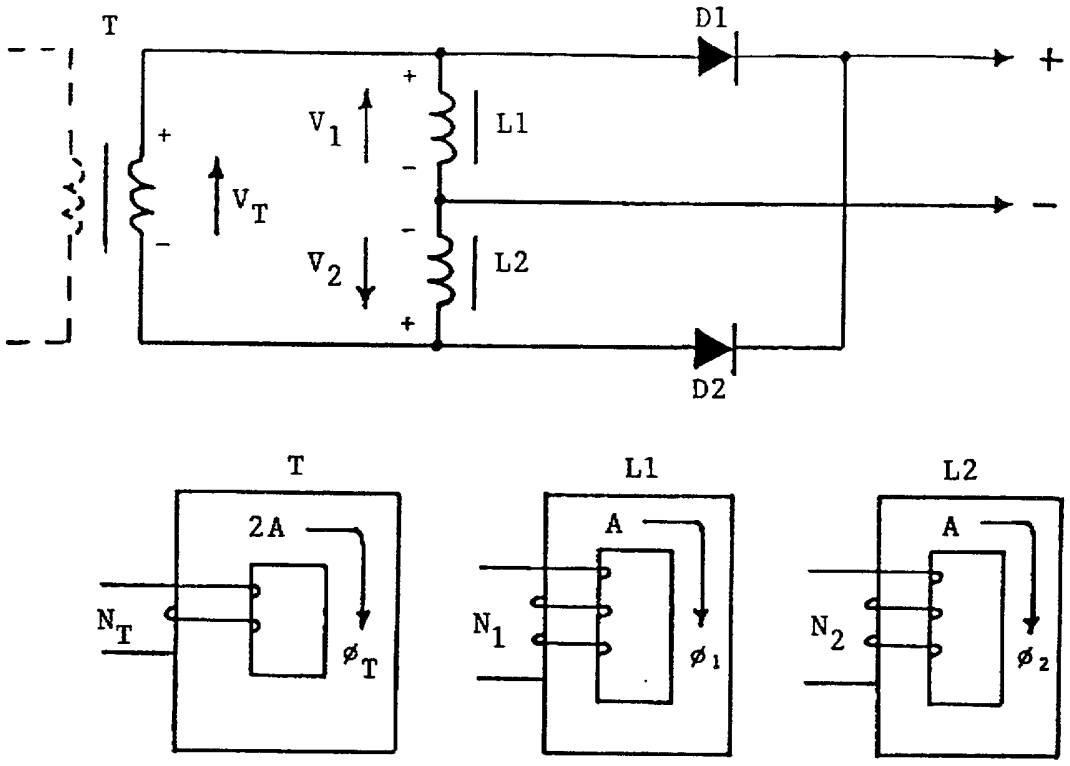

T
D1
+
V1
L1
+
V_T
-
-
V2
L2
+
D2
T
2A
N_T
ø_T
L1
A
N1
ø1
L2
A
N2
ø2

Fig 1

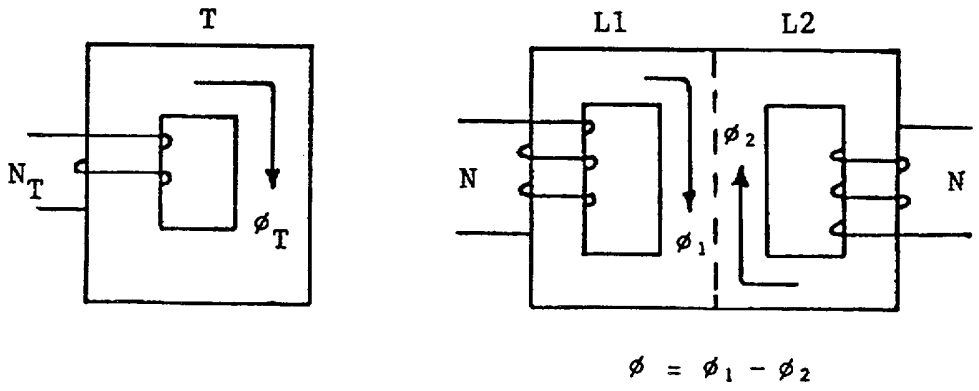

T
N_T
ø_T
L1
L2
N
ø2
ø1
N
ø = ø1 - ø2

Fig 2

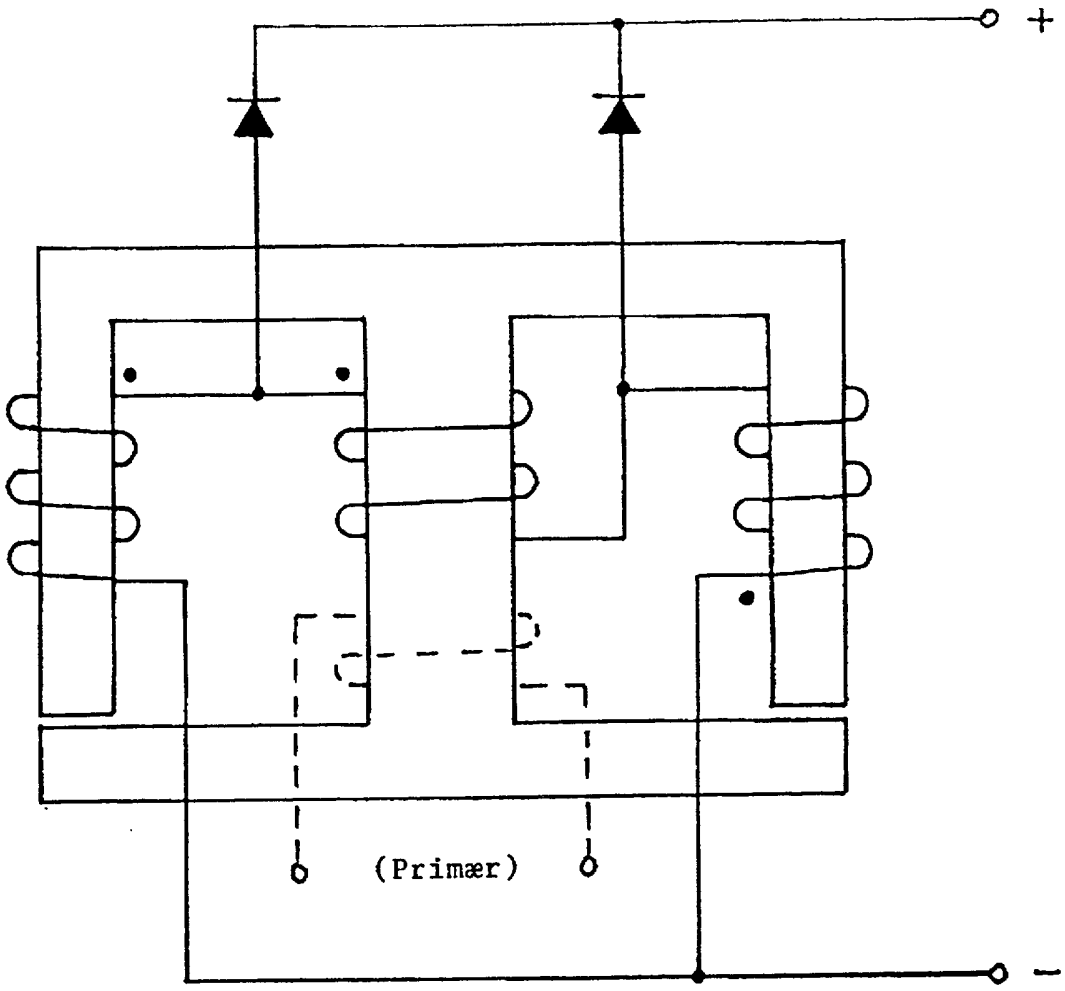
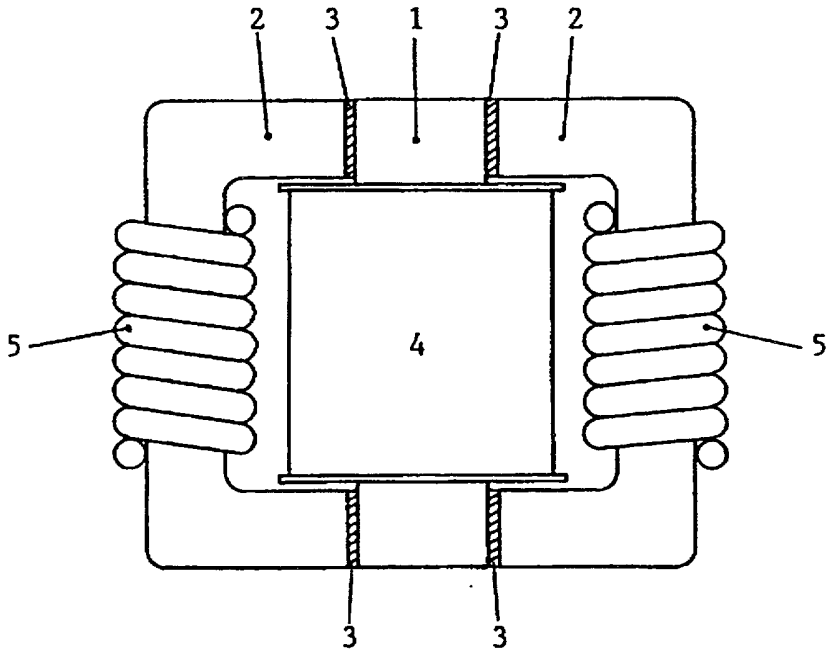
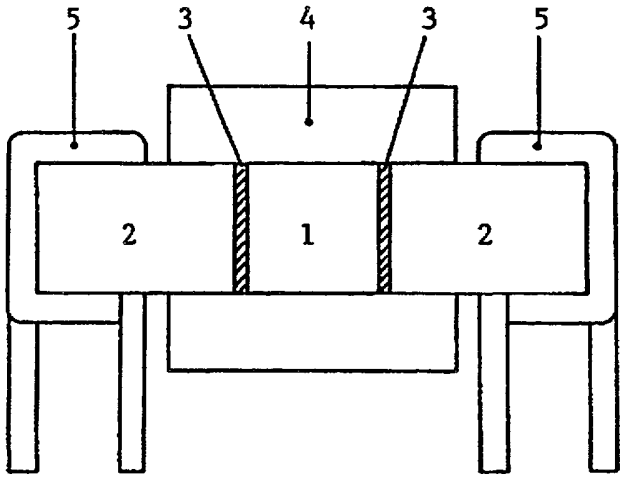


Fig 3

FIG 4





1	Ferritkerne	4	Transformervikling
2	Amorf snitbåndkerne	5	Drosselvikling
3	Luftspalte		