

Titel: Spolearrangement

Frembringelsens anvendelsesområde

- 5 Frembringelsen angår et spolearrangement til en induktiv energikomponent. Frembringelsen angår især et spolearrangement, hvori viklingen er fremstillet af et tykt skinneformet materiale, og viklingen omfatter et antal ind i hinanden anbragte vindinger.
- 10 Kendt teknik og det tekniske problem, der skal løses

Den generelle udviklingstendens i forbindelse med elektroniske energiapparater, såsom frekvensomformere, er en øgning af energitætheden. Det er kendt, at håndteringen af høj energi i mindre apparater kræver effektiv køling af de kom-

15 ponenter, der er anbragt i hovedstrømmens bane, såsom væskekøling eller luftkøling, som forstærkes med en blæser. Af omkostningsmæssige årsager anvendes væskekøling for det meste kun i kraftige apparater, f.eks. i frekvensomformere på over 100 kW.

- 20 Filterspærrespoler, som begrænser hovedstrømmen, er typiske komponenter, hvori der fremstilles betydeligt tab af energi. For eksempel i en frekvensomformer kan spærrespolernes tab af energi være af størrelsesordenen 1% af apparatets nominelle energi. Spærrespolerne er induktive komponenter, som er sammensat af en rammedel, som er fremstillet af ferromagnetisk kernemateriale, og viklinger,
- 25 som leder strøm, og hvori det meste af den tabte energi normalt opstår.

For at begrænse energitabet, især ved høje energier, er det almindeligt at fremstille viklingen af en kobberstang med en rektangulær tværsnitsform.

- 30 Et problem i forbindelse med fremstillingen af denne type af vikling, især når viklingen omfatter et antal ind i hinanden anbragte vindinger, er at bringe enden af viklingen ud fra det inderste lag. For eksempel i forbindelse med den almindelig-

vis anvendte udgangsløsning ifølge figur 2 med hensyn til at bringe enden af viklingen ud i den radiale retning kræver det at bringe denne ende ud en stor kraft til at sno viklingsstangen ind i den form, der er nødvendig. Derudover gør den radiale indføring kølingen af en væskekølet vikling, som er støbt ind i et isolerende materiale, som leder varmen godt, vanskelig, da kølingen er baseret på en varmeledning i den aksiale retning.

Det beskrevne problem eksisterer ikke, hvis viklingen er sammensat af to lag, f.eks. ifølge figur 3. Denne løsning kræver forening af de inderste vindinger i lagene, hvilket dog er et problem som følge af den yderligere del, der kræves til foreningen. Den yderligere del og fastgørelsesdelene, der kræves hertil, optager plads, og det er kendt, at ekstra forbindelser udgør en risiko, som reducerer pålideligheden over en lang tidsperiode. Den yderligere del og dens forbindelser med viklingsenderne resulterer også i ekstra arbejde og omkostninger.

15

Den nye teknik

Formålet med frembringelsen er at opnå en ny type af arrangement, ved hjælp af hvilket ulemperne ved de kendte løsninger undgås, og der opnås en pålidelig og omkostningsgunstig viklingsløsning. Dette opnås ved hjælp af arrangementet ifølge frembringelsen, som er kendetegnet ved det, der er beskrevet som det nye i det uafhængige krav. Andre foretrukne udførelsesformer for frembringelsen er omhandlet i de afhængige krav.

Hovedprincippet ved det nye ifølge frembringelsen er, at viklingslederen er fremstillet af en rektangulært tildannet leder, der er tildannet ud i ét (f.eks. en kobberstrimmel eller en aluminiumstang). Derudover er det karakteristisk for frembringelsen, at viklingslederen er bukket til et lige antal af viklingslag oven over hinanden, idet hvert af disse lag kan være et antal af ind i hinanden anbragte vindinger. Som følge af det lige antal af lag er begge viklingens ender anbragt på den ydre ring, således at en udgang for viklingsenden fra den inderste ring, som kræves inden for den kendte teknik (figur 2), er unødvendig. Som følge af den ud i ét

30

tildannede vikling er det ikke nødvendigt med nogen forbindelse imellem vikling-senderne på den indre ring, således som det kendes fra den kendte teknik (figur 3).

- 5 Løsningen ifølge frembringelsen muliggør, at en ud i ét tildannet viklingsleder har en form, i hvilken der er et sideskift fortrinsvis imellem hvert lag med samme di-
mension som bredden af lederen plus den samlede dimension af isoleringerne
imellem viklingslagene. Som følge af skiftet kan grænsefladen imellem to vikling-
slag på viklingens indre ring foregå uden lodning, svejsning eller separate forbin-
10 delsesdele.

Den ud i ét tildannede viklingsleder ifølge frembringelsen kan bukkes ud af en
stangformet tyk leder, eller den kan være sammensat af et antal tyndere strim-
melformede ledere, som er parallelt forbundne.

15

Frembringelsen kan også anvendes i forbindelse med viklingerne i en transfor-
mer, især når antallet af viklinger i både den primære og den sekundære vikling
er det samme.

- 20 Viklingsløsningen ifølge frembringelsen er fremstillingsvenlig og fordelagtig med
hensyn til omkostninger. Den plads, der kræves af den, er den mindst mulige,
hvilket muliggør en kompakt spærrespolestruktur. Fraværet af ethvert behov for
separate forbindelsesdele øger også pålideligheden i forbindelse med en induktiv
energikomponent. Viklingsstrukturen er også fordelagtig, set i forhold til den væ-
25 skekøling, der foregår i den aksiale retning.

Frembringelsen beskrives mere detaljeret ved hjælp af nogle udførelsesformer
under henvisning til tegningen, hvor

- 30 figur 1 viser hovedkredsløbet i et frekvensomformerdrev,

figur 2A og 2B viser strukturen i forbindelse med en induktiv energikomponent,

figur 3A og 3B viser en kendt viklingsløsning,

figur 4 viser viklingsledere ifølge frembringelsen,

5 figur 5 viser en viklingsløsning ifølge frembringelsen, og

figur 6 viser en viklingsløsning ifølge frembringelsen.

Udførelseseksempler

10

Figur 1 viser hovedkredsløbet i en frekvensomformer FC, idet de induktive komponenter, som hører hertil, er eksempler på steder, hvor viklingsløsningen ifølge frembringelsen kan anvendes. Hovedkredsløbet omfatter en netværksbro REC, som ensretter de tre faser L_1 , L_2 , L_3 i forsyningsnetværket til det mellemliggende kredsløbs DC-spænding, som filtreres med en kondensator C_{DC} , som fungerer som et energilager. En vekselretter-bro INU danner ud fra det mellemliggende kredsløbs DC-spænding en trefaset udgangsspænding U, V, W. Funktionsenhederne REC og INU, der er sammensat af energihalvlederkomponenter, er kendte for fagmanden og er af mindre betydning set ud fra den foreliggende frembringelse, hvorfor de ikke er beskrevet mere detaljeret på dette sted.

20

Til filtreringen af netværksstrømmens oversvingninger i forbindelse med frekvensomformerens forbindes normalt induktive komponenter med enten netværksbroens indgangsside ($3 \times L_{AC1}$) eller udgangsside (L_{DC+} , L_{DC-}). Når frekvensomformerens omfatter en såkaldt aktiv netværksbro i stedet for en diodebro, som er vist i figuren, anvendes der normalt en filterenhed, som er sammensat af to trefase-spærrespoler ($3 \times L_{AC1}$ og vist med punkterede linjer $3 \times L_{AC2}$), og kondensatorerne (vist med punkterede linjer $3 \times C$), som er forbundet imellem dem.

25

30 Figur 2A viser en ferromagnetisk ud i ét tildannet kerneramme af den såkaldte potcore-type, og som med fordel kan anvendes i viklingsløsningen ifølge den foreliggende frembringelse. Kernen har en rund basisdel 22, som er forbundet med

en rund midtersøjle 25 og en hul cylinderformet ydre ring 21. I midten af midtersøjlen kan der være et hul til fastgørelsesformål. Imellem midtersøjlen og den ydre ring er der et tomt rum 24, hvori viklingen anbringes. I den ydre ring er der en eller flere åbninger 23 til viklingsendernes udgange.

5

Figur 2B viser en typisk samling af en spærrespole eller transformer, hvorved der anvendes to imod hinanden anbragte potcore-kerner 21 til omgivelse af en vikling, hvis ender 26 i dette eksempel er bragt ud fra samme side af kernen. Det er en fordel at afkøle denne form for konstruktion med en væske, og i et sådant arrangement er det en fordel at støbe viklingsrummet helt op med et materiale, som leder varmen godt, f.eks. epoxyharpiks, for at lede den varme, der frembringes af viklingerne, ind i kernerammen. Fra kernerammen, fortrinsvis via dens flade ydre overflader i aksial retning, kan varmen føres udad til de væskekølere, som er presset an imod disse overflader.

15

Figur 3A og 3B viser princippet med, hvorledes en vikling, der er fremstillet af en leder, som er fremstillet af en tyk samleskinne med en rektangulær tværsnitsform, og som almindeligvis anvendes ved kraftige niveauer, kan anbringes inden i en kerne ifølge den kendte teknik, f.eks. ifølge figur 2B.

20

Figur 3A viser viklingens form, set i retning af den cirkulære kernes rotationsakse. Viklingslederen 32, som er vist med en tyk sort linje, passerer inden i kernerammen 31 fra åbningen 34 og fra den ydre ring indad, set fra den aksiale retning, og danner en eller flere inden i hinanden anbragte vindinger inden for den ydre ring omkring midtersøjlen (som ikke er vist) i et første plan. Ved enden af den inderste vinding skal viklingslederen, for at komme tilbage til åbningen 34, hæve sig til et andet plan ved hjælp af en forbindelsesdel 33. Med denne forbindelsesdel er returlederen 35 også forbundet. Returlederen 35 kan ifølge figur 3A passere direkte ind i åbningen 34 eller sno sig udad fra den indre ring under dannelse af et andet viklingslag, der svarer til det første viklingslag, ind til den når frem til åbningen 34 med henblik på udgangsforbindelse.

30

Figur 4 viser nogle eksempler på ud i ét tildannede ledere ifølge den foreliggende frembringelse. I viklingslederen W_{41} er der anbragt et sideskift i figurens øverste del. Ved hjælp af dette sideskift kan der indrettes en plan forskydning af f.eks. den i figur 3A viste vikling fra det første til det andet lag uden nogen forbindelsesdel ifølge den kendte teknik. Der er mange alternativer til denne form for sideskift, f.eks. ifølge en rektangulær viklingsleder W_{41} eller ifølge en parallelogramformet viklingsleder W_{42} . Det er kendt, at skarpe kanter på højstrømssamleskinner let opvarmes som følge af hvirvelstrømme, hvorfor et sideskift i den parallelogramagtige form med afrunding ved hjørnerne ifølge viklingslederen W_{43} er særlig fordelagtigt.

Uafhængigt af sideskiftets form er størrelsen d_s heraf ifølge frembringelsen i det mindste lig med summen af viklingslederens bredde d_w og isoleringsafstanden d_i imellem viklingslagene:

15

$$d_s = d_w + d_i \quad [1].$$

I praksis kan viklingslederen ifølge frembringelsen med fordel være fremstillet ved udskæring af et pladeformet råmateriale og ved formning af det nødvendige sideskift i skærelinjen.

20

Figur 5 viser et tværsnit af en vikling, hvori der er to lag 51, 52, som er placeret oven over hinanden omkring samme midterakse (ikke vist), idet hvert lag omfatter tre inden i hinanden anbragte vindinger 53, 54 og 55, hvor sideskiftet S ifølge frembringelsen forbinder begge viklingslagenes inderste vindinger 55.

25

Hvis der foreligger et antal af viklingslag, kan samme sideskift anvendes imellem hvert lag. For eksempel i en 4-laget vikling kan lagene 1 og 2 være forbundet med et sideskift imellem de inderste viklingsvindinger, lagene 2 og 3 være forbundet med et sideskift imellem de yderste vindinger, og lagene 3 og 4 med et sideskift imellem de inderste vindinger. Anvendelse af frembringelsen er tilfældig, hvorfor begge viklingsender er placeret på den ydre ring ved et lige antal af viklingslag.

30

Sideskiftet ifølge frembringelsen kræver ikke noget ekstra rum overhovedet i den aksiale retning, hvorfor viklingsledernes kantplaner 57, 58 i hver viklingsvending kan anbringes i samme plan, som er vist med punkterede linjer, hvilket er en
5 fordel i det tilfælde, hvor viklingen indstøbes i isoleringsmateriale med henblik på overføring af varme til kernerammens flade endeooverflader, f.eks. ved væskekøling.

Figur 6 viser, hvorledes en tyk stangformet viklingsleder ifølge de foregående
10 figurer kan erstattes med et antal tyndere strimmelformede ledere, som er lettere at håndtere, når blandt andet lederne bukkes til deres endelige form. Viklingsvindingerne 61 og 62, som er vist med punkterede linjer, udgør en tyk leder, og det arrangement, der er fremkommet ved hjælp af de to parallelle ledere 63.1 og 63.2, og som har samme kombinerede leder-tværsnitsareal, svarer til en sådan
15 tyk leder, og som er vist i den tredje viklingsvinding. Parallel forbindelse af lederne påvirker ikke isoleringen imellem ledningslagene og ledningsvindingerne, men det er unødvendigt med nogen isolering imellem de parallelle ledninger.

De tynde ledere 63.1 og 63.2 ifølge den nævnte figur kan også isoleres over for
20 hinanden, i hvilket tilfælde der er et kraftigt magnetisk kredsløb imellem dem som følge af den fælles karnedel. På denne måde kan viklingsløsningen ifølge den foreliggende frembringelse også anvendes til at danne en transformers vikling eller en såkaldt common-mode-spærrespole.

25 For fagmanden er det nærliggende, at de forskellige udførelsesformer for frembringelsen ikke er begrænset alene til de viste eksempler, men kan varieres, uden at man derved afviger fra frembringelsens ide.

De forskellige nye træk, som er beskrevet her i forbindelse med andre nye træk,
30 kan om nødvendigt også anvendes separate.

Brugsmodelkrav

1. Spolearrangement i en induktiv energikomponent, som omfatter en kerne-
 del, der er fremstillet af ferromagnetisk materiale, og en vikling, som er tildannet
 5 af en stiv viklingsleder, hvilken vikling omfatter et lige antal af ledningslag (51,
 52), som er anbragt oven på hinanden omkring samme midterakse, og hvor der
 i hvert ledningslag er i det mindste to inden i hinanden anbragte vindinger (53 -
 55, 61 - 63), og hvor den yderste vinding (51,61) i viklingslederen fortsætter til
 10 kredsløb,

som er nyt ved, at

en viklingsleder er tildannet af et ud i ét tildannet rektangulært ledningsmateriale,
 og
 der i viklingslederen er i det mindste et sideskift (S), via hvilket de to viklingslag
 15 (51, 52) er forbundet med hinanden.

2. Spolearrangement ifølge krav 1,

som er nyt ved, at

størrelsen d_s af sideskiftet (S) er i det mindste summen af viklingslederens
 20 bredde d_w , og isoleringsafstanden d_i imellem viklingslagene (51, 52)

$$d_s = d_w + d_i.$$

3. Spolearrangement ifølge krav 1 eller 2,

25 **som er nyt ved,** at

den induktive energikomponent er en spærrespole, hvori viklingslederen er frem-
 stillet af et rektangulært tildannet ledermateriale.

4. Spolearrangement ifølge krav 1 eller 2,

30 **som er nyt ved,** at

den induktive energikomponent er en spærrespole, hvori viklingslederen er sam-
 mensat af i det mindste to strimmelformede ledere, som er forbundet parallelt
 med hinanden.

5. Spolearrangement ifølge krav 1 eller 2,
som er nyt ved, at
den induktive energikomponent er en common-mode-spærrespole, hvori viklingen er sammensat af i det mindste to strimmelformede ledere, som er isoleret fra
5 hinanden.
6. Spolearrangement ifølge krav 1 eller 2,
som er nyt ved, at
den induktive energikomponent er en transformer, hvori viklingen er sammensat
10 af i det mindste to strimmelformede ledere, som er isoleret over for hinanden, og
antallet af den primære viklings og den sekundære viklings vindinger er det
samme.
7. Spolearrangement ifølge ethvert af de foregående krav,
15 **som er nyt ved**, at der er et lige antal at lederlag, og at der er anbragt et sideskift
imellem hvert lederlag.