

(19) DANMARK



PATENTDIREKTORATET
KØBENHAVN

(12) FREMLÆGGELSESSKRIFT

(11) 153263 B



(21) Patentansøgning nr.: 0185/78

(51) Int.Cl.⁴ H 02 P 6/02

(22) Indleveringsdag: 16 jan 1978

(41) Alm. tilgængelig: 21 jul 1978

(44) Fremlagt: 27 jun 1988

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 20 jan 1977 DE 2702190

(71) Ansøger: *Danfoss A/S; 6430 Nordborg, DK

(72) Opfinder: Frode *Sørensen; DK, Jørgen *Hylidal; DK, Benny *Strandtoft; DK, Hans-Kristian *Pedersen; DK

(74) Fuldmægtig: -

(54) Styreanordning for en børsteløs motor

(56) Fremdragne publikationer

DE off.g.skrift nr. 1815091, 1942651

DE freml.skrift nr. 1269170

Andre publikationer. ETZ-A, Bd 86 (1965), H. 19,
side 628-632.

DK 153263 B

Opfindelsen angår en styreanordning for en børsteløs motor ifølge indledningen til krav 1.

Genstand for anmelderens danske patent nr. 146.639 er en sådan styreanordning, ved hvilken rotorens magnetfelt påvirker
5 følerspolens induktivitet for at konstatere rotorens drejevinkelstilling. For herved at frembringe styresignalet for kontaktorganet i rotorens rigtige drejevinkelstilling skal følerspolen være fastgjort på et forudbestemt sted på statoren. Ofte er dette sted dog vanskeligt tilgængeligt, hvorved
10 anbringelsen af følerspolen vanskeliggøres endnu mere, når spolen er omfangsrig.

Fra DE-fremlæggelsesskrift 1 269 170 kendes en styreindretning til styring af en kollektorløs jævnstrømsmotor med en springkarakteristik til ind- og udkobling. Denne styreindretning indeholder en permanent svingende oscillator, som
15 forsyner en LC-seriesvingningskreds med en vekselstrøm, hvis amplitude afhænger af seriesvingningskredsens samlede impedans. Denne impedans kan ændres ved forbiføring af en permanentmagnet, ved ændring af kapaciteten eller spændingen eller frekvensen af oscillatoren. I alle tilfælde skal et stabilt arbejds punkt, i hvilket der kun flyder en lav strøm, ved denne ændring skifte over til et andet stabilt arbejds punkt, i hvilket der flyder en højere strøm. Oscillatorens
20 svingningsbetingelse påvirkes dog ikke af seriesvingningskredsen. I givet fald ville det heller ikke være muligt at aflede af hinanden uafhængige signaler i tre parallelkoblede seriesvingningskredse. Over seriesvingningskredsene flyder der permanent en strøm, således at de effekttransistorer, der skal styres, skal kunne skelne mellem to forskellige
25 strømme. Dette kræver en omhyggelig tilpasning af kredsløbskomponenterne. Desuden har en permanent flydende strøm en tilsvarende høj tabseffekt til følge.

Således er det fra DE-offentliggørelsesskrift 1 942 651

kendt at aktivere en LC-parallelsvingningskreds med en konstant frekvens og at udnytte spændingsændringen over svingningskredsen ved at bevæge et ferromagnetisk åg forbi svingningskredsspølen til udløsning af kontaktkredse.

- 5 Fra ETZ-A bind 86 (1965) hefte 19, side 628 - 632 er det kendt at styre statorviklings-kontaktkredsene over en af en oscillator med vekselspænding forsynet transformator og at ændre den magnetiske kobling mellem primær- og sekundærside ved hjælp af et med rotoren omløbende metalsegment.
- 10 I alle kendte tilfælde er motorens rotor i det mindste jernholdig eller udformet som permanentmagnet. For så vidt der på rotorakslen yderligere er anbragt et metalelement for at påvirke følerinduktiviteten, skal følerinduktiviteten og metalelementet være anbragt i større afstand fra rotorkernen
- 15 eller være afskærmet fra denne, da en mærkbar indflydelse også af rotorkernen på induktiviteten ellers er uundgåelig. Begge dele fører til en omfangsrig opbygning af motoren.

- Formålet med opfindelsen er at forbedre styreanordninger af den i indledningen beskrevne art således, at den muliggør en
- 20 større frihed, hvad angår anbringelsen og udformningen af følerspølen.

- Opgaven løses ifølge opfindelsen ved, at til ind- og udkobling af oscillatorens svingning påvirkes tabene i LC-svingningskredsen ved hjælp af et med rotoren omløbende forbi fø-
- 25 lerspølen roterende metalelement.

- Ved denne anordning er oscillatorens svingningstilstand i stor udstrækning uafhængig af en i givet fald i følerspølen ved hjælp af rotorfeltet fremkaldt induktion. Metalelementets og følerspølenes stilling kan derfor i stor udstrækning
- 30 vælges frit, især således at den rumlig og elektrisk er optimal, fx i stor udstrækning uafhængig af fremmedfelter. Fø-

lerspolens kærne behøver ikke at være mætbar og heller ikke at være formagnetiseret. Opbygningen af spolen kan være tilsvarende enkel. Dog forbliver oscillatorens omkoblingsfølsomhed forholdsvis stor.

- 5 Fortrinsvist er der sørget for, at metalelementet består af blødtjern. Blødtjern har en forholdsvis høj specifik ohmsk modstand og følgelig højere tab end fx kobber eller aluminium.

- 10 Det er særlig gunstigt, når metalelementet er fastgjort ved en på tværs af rotorakslen stående endeflade af rotoren. Endefladen er særlig let tilgængelig og muliggør anbringelse af en holder for følerspolen mellem statorens viklingshoveder, hvis mellemrum sædvanligvis er frit.

- 15 Metalelementet bør forløbe over et så meget mindre drejevinkeleområde i rotoren end 180 elektriske grader, at der under hensyntagen til de endelige dimensioner af følerspolen kan afledes 180° faseforskudte styresignaler fra følerspolens signal.

- 20 Herved kan flere tabene frembringende metalelementer være anbragt regelmæssigt fordelt på en cirkel, hvis antal svarer til antallet af rotor- eller statorpolpar. Dette resulterer i et regelmæssigt og højt drejningsmoment.

Disse metalelementer lader sig særlig let udforme som tænder i en fortandet skive.

- 25 Metalelementet kan således ved anvendelse af et eneste motorpolpar være dannet som et fladt, over næsten 180° rumligt forløbende cirkelringafsnit, hvis bredde næsten er lig med følerspolens diameter. På denne måde kan der opnås en maksimal påvirkning af følerspolen over en halv rotoromdrejning,
30 mens påvirkningen forsvinder under den næste halve omdrej-

ning, således at oscillatoren under en fuldstændig rotoromdrejning og dermed et eller to kontaktorganer samt et tilsvarende antal statorviklinger ind- og udkobles.

- Der er fortrinsvist sørget for, at middellængden L og en
- 5 middelradius R af cirkelringafsnittet samt diameteren D af følerspolen opfylder betingelsen $R \times \pi > L > R \times \pi - D$. Denne dimensionering gør det muligt at lægge oscillatorens omkoblingstærskel således, at omkoblingsprocessen til enhver tid udløses nøjagtigt efter en halv rotoromdrejning, skønt
- 10 følerspolen har en endelig diameter.

For at fjerne den af metalelementet fremkaldte ubalance i rotoren, kan der være fastgjort en udligningsvægt på rotoren, som over for metalelementets stilling i rotordrejningsretningen er forskudt 180° .

- 15 Følerspolen kan have en åben potkærne, hvis åbning er vendt mod metalelementet. Potkærnen afskærmer følerspolens vikling til alle sider med undtagelse af den mod metalelementet vendte åbningsside og lader sig derudover let fastgøre mekanisk.
- 20 Således kan potkærnen ved hjælp af en trykt kredsløbsplade gennemtrængende metalstifter være fastloddet til denne. Denne form for fastgørelse er særlig enkel og desuden holdbar.

- Derudover kan der mellem potkærnen og kredsløbspladen være fastgjort en holdeplade. Denne fastholdes samtidigt af metalstifterne mellem potkærnen og kredsløbspladen og kan på
- 25 en enkel måde fastgøres til statoren.

- Endvidere kan der være sørget for, at den ensidigt i forhold til rotoren lejrede rotoraksel har et ekscenter for driften af en stempelkompressor i en kølemaskine, og at massetyngdepunkterne for ekscenteret og metalelementet ligger på den
- 30

ene side og massetyngdepunktet af en udligningsvægt på den anden side af rotorakslens drejeakse, og rotorakslens leje ligger mellem udligningsvægten og metalelementet. På denne måde modvirker drejningsmomenterne af centrifugalkræfterne for de ekscentriske masser hinanden, således at lejefriktionskræfterne formindskes.

Foretrukne udførelseseksempler er vist skematisk på tegningen, der viser i

- 10 fig. 1 den elektriske del af en styreanordning for en
 børsteløs jævnstrømsmotor,
- fig. 2 den ene endeflade af motorens rotor,
- fig. 3 et aksialt snit af rotoren,
- fig. 4 den anden endeflade af rotoren,
- fig. 5 undersiden af en holder for en følerspole,
- 15 fig. 6 et sidebillede af holderen ifølge fig. 5 med derpå
 fastgjort følerspole,
- fig. 7 holderen med følerspole ifølge fig. 6 set fra
 oven,
- fig. 8 et udsnit af delsnitbilledet A-A i fig. 7,
- 20 fig. 9 et delsnitbillede af motoren med af denne drevet
 kompressor i en kølemaskine,
- fig. 10 et yderligere udførelseseksempel af motoren og
- fig. 11 et yderligere udførelseseksempel af et metalele-
 ment.

Ifølge fig. 1 er statoren 1 (fig. 9) i en børsteløs jævnstrømsmotor 2 (fig. 9) forsynet med to 180° rumligt forskudte viklinger 3 og 4. Hver vikling 3, 4 er i serie med et styrbart elektrisk kontaktorgan 5, 6 i form af en som kontakt styret effekttransistor forbundet til en jævnstrømskilde 7. Til hvert kontaktorgan 5, 6 er der antiparallelkoblet en friløbsdiode 8, 9. Drejevinkelstillingen for den som permanentmagnet dannede rotor 10 konstateres af en foran rotorens 10 ene endeflade anbragte følerspole 11, mens et på den samme rotor-endeflade fastgjort metalelement 12 i form af et cirkelringafsnit af blødtjern roterer forbi følerspolen 11. Følerspolen 11 danner induktiviteten i en LC-svingningskreds i en oscillator 13. Oscillatoren 13 består af en tilbagekoblet forstærker 14, i hvis tilbageføring 15 LC-svingningskredsen ligger. Mens metalelementet 12 bevæger sig forbi følerspolen 11, forhøjes hysteres- og hvirvelstrømtabene i følerspolen 11 og dermed hysteres- og hvirvelstrømtabene i LC-svingningskredsen. Forstærkningen af forstærkeren 14 og overføringsforholdet i tilbageføringen er tilpasset hinanden således, at svingningsbetingelsen for oscillatoren 13 ikke mere er opfyldt på grund af de forhøjede tab i LC-svingningskredsen, men kun uden disse ekstra tab. Oscillatorens 13 svingninger sætter derfor ud hver gang, mens metalelementet 12 bevæger sig forbi følerspolen 11, som det over udgangsledningen 16 i oscillatoren 13 skematisk fremstillede diagram over tidsforløbet af udgangssignalet i oscillatoren 13 viser. Længden af metalelementet 12, diameteren af følerspolen 11 og oscillatorens 13 omkoblingstærskel er valgt således, at oscillatorsvingningerne efter hver halve omdrejning af rotoren 10 afvekslende sætter ind og ud. Oscillatorudgangssignalet demoduleres i en styreenhed 17 og omsættes til to 180° faseforskudte styresignaler på udgangsledningerne 18 og 19 og tilføres hver af baserne for transistorerne 5 og 6. Transistorerne 5 og 6 er derfor skiftevis under henholdsvis 180° og en halv rotoromdrejning henholdsvis ledende og spærret. Som følge heraf er statorviklingerne 3 og 4

skiftevis gennemløbet af en strøm, således at de skiftevis danner en statorpol. Ved hjælp af en usymmetrisk fordeling af induktionen i luftspalten mellem stator 1 og rotor 10 er der sørget for, at rotoren indtager en forudbestemt hvilestilling, i hvilken den selv starter.

Ifølge fig. 2-4 er metalelementet 12 fastgjort ved rotorens 10 ene endeflade ved hjælp af to skruer 20 og underlagsskive 21. Middellængden L af det cirkelringafsnitformede metalelement 12, målt på cirkelbuen 22 med en middelfradius R, er valgt således, at der gælder

$$R \times \pi > L > R \times \pi - D$$

hvor D er diameteren af følerspolen 11 (fig. 6). Diameteren af følerspolen 11 er valgt omtrent lig med metalelementets 12 bredde (fig.9). Som især fig. 3 og 4 viser, er der på den anden endeflade af rotoren 10 fastgjort en udligningsvægt 23 på samme måde som metalelementet 12, og således at udligningsvægtens 23 og metalelementets 12 tyngdepunkter ligger i det samme rotor-aksialplan, dog på begge sider af rotor-drejaksen. På denne måde udlignes en af metalelementet 12 og dets fastgørelsesmidler fremkaldte ubalance i rotoren 10. Udligningsvægten 23 og metalelementet 12 har samme form og samme afstand fra rotoraksen.

Som især fig. 5-7 viser, er følerspolen 11 fastgjort på en holder 24, som består af en vinkelbukket holdeplade 25 og en kredsløbsplade 26, som er forbundet ved hjælp af hulnitter 27. Følerspolen 11 har en potkærne 28, hvori viklingen 29 for følerspolen 11 er anbragt. Kredsløbspladen 26 er på undersiden belagt med kobber i fire områder 30, 31, 32 og 33. På potkærnens 28 underside dannede metalstifter 34 og 35 forløber holdepladen 25 og kredsløbspladen 26 igennem og er påloddet i områderne 31 og 33 for at fastgøre følerspolen 11 til holderen 24. To yderligere metalstifter 36 og 37 er

på den ene side påloddet viklingens 29 ender og på den anden side i områderne 30 og 32. Metalstifterne 36 og 37 tjener til tilslutning af forbindelsesledninger 38, 39 (fig. 1 og 9).

- 5 Som fig. 8 viser, er følerspolen 11 fastgjort ved hjælp af holdepladen 25 i mellemrummet mellem statorviklingernes 3 og 4 viklingshoveder til en med statoren fast forbundet del 40. Henholdsvis afstanden og luftspalten mellem metalelementet 12 og følerspolen 11 andrager ca. 0,5 mm.
- 10 Ifølge fig. 9 er motoren 2 koblet til kompressoren 41 af en kølemaskine for at drive denne. Til dette formål er rotorakslen 42 forsynet med et ekscenter 43 i form af en krumtap, som drejeligt er lejret i en i en cylindrisk udsparring ved enden af kompressorstemplet 44 på tværs af længdeaksen af
- 15 kompressorstemplet 44 forskydeligt lejret krydshoved 45. Til udligning af den af ekscenteret 45 fremkaldte ubalance er der på akslen 42 anbragt en udligningsvægt 46. Massetyngdepunkterne for udligningsvægtene 23, 46 såvel som for ekscenteret 43 og for metalelementet 12 ligger alle i det samme
- 20 plan, dog ligger udligningsvægtene 23, 46 på den ene og ekscenteret 43 og metalelementet 12 på den anden side af rotordrejeaksen. På denne måde lader de ved hjælp af centrifugalkræfterne fra ekscenteret 43 og udligningsvægten 46 på den ene side og de af metalelementet 12 og udligningsvægten 23
- 25 på den anden side udøvede drejningsmomenter sig kompensere om en vinkelret på det nævnte tyngdepunktplan stående akse, således at lejefriktionen i det eneste rotorakslen optagende leje 47 mellem motor 2 og kompressor 41 formindskes til et minimum. Den samme virkning lader sig også opnå, når udligningsvægten 23 udelades, og udligningsvægten 46 dimensioneres tilsvarende anderledes, således at den alene udligner en
- 30 ved hjælp af ekscenteret 43 og metalelementet 12 fremkaldte ubalance. Forøgelsen af udligningsvægten 23 gør det derimod muligt at bibeholde dimensioneringerne af allerede serie-

fremstillede rotorakslar 42, og om ønskes valget af en anden beliggenhed for metalelementet 12 i forhold til massetyngdepunktsplanerne af ekscenter og udligningsvægt 46.

5 Supplerende henvises der til, at det af motor 2 og kompressor 41 bestående aggregat sædvanligvis er således anbragt i en hermetisk lukket kapsel, at kompressoren 41 ligger foroven og motoren 3 forneden, og rotorakslen 42 stikker sin nedre ende ned i en oliesump i kapslen for at føre olien over en akseparallel boring i akslen og spiralformede omkredsnoter til lejestederne.

15 Ved udførelseseksemplet ifølge fig. 10 har statoren 101 flere udprægede poler, hvorpå de to viklinger 3 og 4 (fig. 1) er viklet således, at de tilstødende poler får modsatte polariteter N og S. Herved kan den ene vikling 3 være tilsluttet nordpolen og den anden 4 sydpolen. Rotoren 100 kan have det samme antal udprægede poler af afvekslende polaritet.

20 Føleranordningen har da et metalelement 112 som vist i fig. 11. Det har form som en fortandet ringskive, ved hvilken antallet af tænder 113 er lig med antallet af polpar i statoren 101 eller rotoren 100. Tænderne er ligesom polparrene ensartet fordelt på omkredsen. Metalelementerne 12 og 112 kan være anbragt på samme måde. Ved metalelementet 112 kan en udligningsvægt dog bortfalde.

25 Omkoblingsfrekvensen for transistorerne er ved udførelseseksemplet ifølge fig. 10 og 11 tilsvarende højere end ved udførelseseksemplet ifølge fig. 1, når omdrejningstallene for rotorerne 10 og 100 er ens.

30 Som variation kan metalelementet 12, 112 også være fastgjort umiddelbart ved rotorakslen 42. I stedet for potkærnen kan der anvendes en stavkærne. Kærnematerialet kan være ferrit.

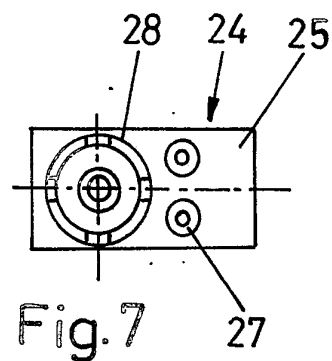
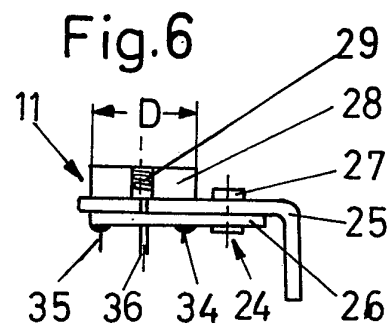
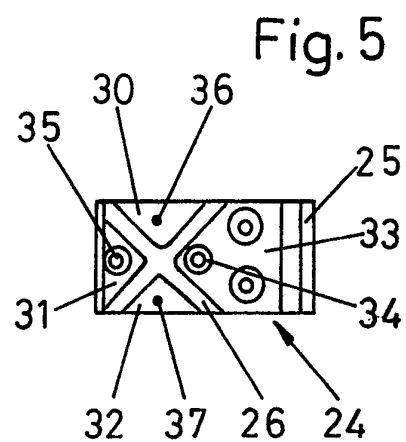
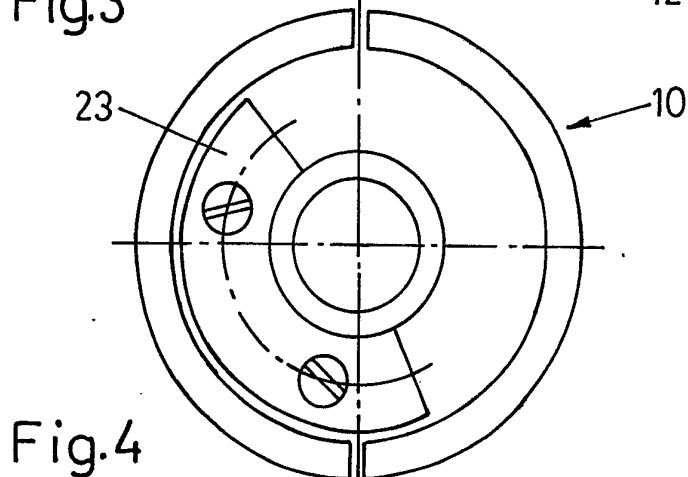
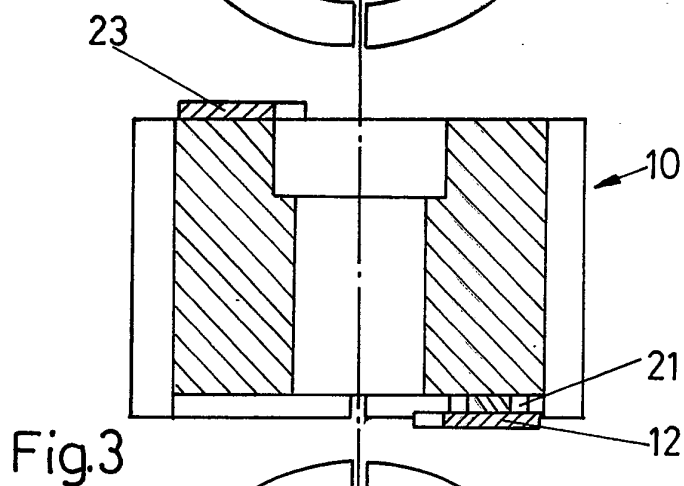
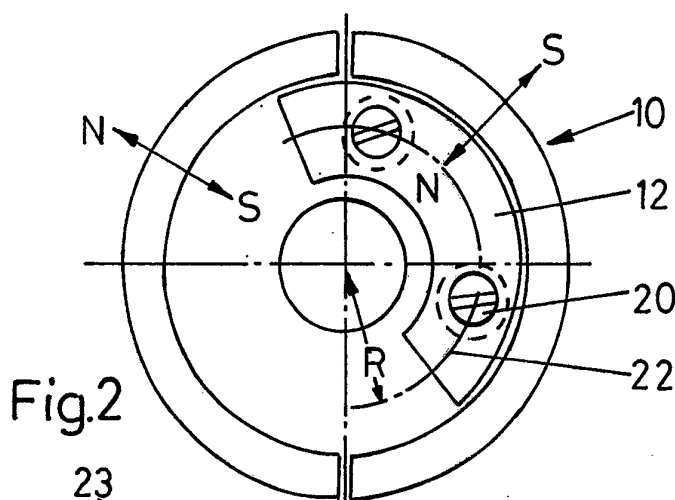
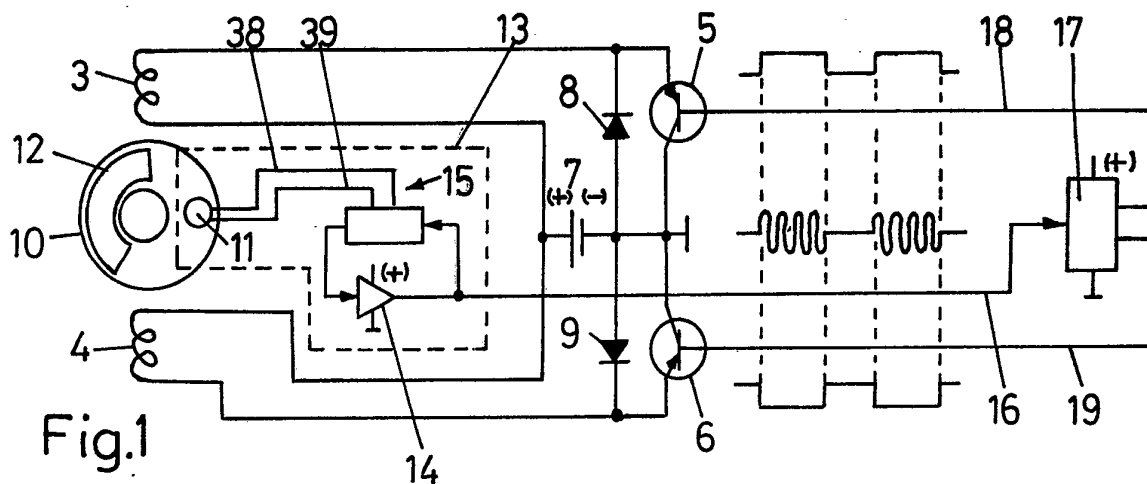
P A T E N T K R A V

1. Styreanordning for en børsteløs motor, som har en permanentmagnet-rotor (10; 100) og en statorvikling (3, 4), med en følerspole (11) til konstatering af rotorens (10; 100) drejevinkelstilling og et med statoren (1; 101) i serie, med spændingskilden (7) forbundet styrbart elektronisk kontaktorgan (5, 6), som styrer gennemstrømningen i statorviklingen (3, 4) i afhængighed af rotorens (10; 100) drejevinkelstilling, hvorved en af rotordrejningen påvirket parameterændring af følerspolen (11) er omsættelig i et styresignal for kontaktorganet (5, 6) ved, at den i frekvens højere end rotoromdrejningstallet liggende svingning af en oscillator (13), hvis frekvensbestemmende del består af en LC-svingningskreds i tilbagekoblingen af en forstærker (14), hvor induktiviteten af LC-svingningskredsen udgøres af følerspolen (11), er ind- og udkobbelbar ved hjælp af følerspolens (11) parameterændring, og styresignalet kan afledes af den modulerede oscillatorspænding, k e n d e t e g n e t v e d, at til ind- og udkobling af oscillatorens (13) svingning påvirkes tabene i LC-svingningskredsen ved hjælp af et med rotoren (10; 100) omløbende forbi følerspolen (11) roterende metal-element (12; 113).
2. Styreanordning ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t v e d, at metalelementet (12; 113) består af blødtjern.
3. Styreanordning ifølge krav 1 eller 2, k e n d e t e g n e t v e d, at metalelementet (12) er fastgjort ved en på tværs af rotorakslens (42) stående endeflade af rotoren (10).
4. Styreanordning ifølge krav 3, k e n d e t e g n e t

v e d, at en følerspoleholder (24) er anbragt mellem statorens (1) viklingshoveder.

5. Styreanordning ifølge et af kravene 1-4, k e n d e -
t e g n e t v e d, at metalelementet (12; 113) forlø-
ber over et så meget mindre drejevinkelområde i rotoren
5 end 180 elektriske grader, at der under hensyntagen til
følerspolens endelige dimensioner kan afledes 180° fa-
seforskudte styresignaler af følerspolens signal.
6. Styreanordning ifølge krav 5, k e n d e t e g n e t
10 v e d, at flere tabene frembringende metalelementer
(113) er anbragt regelmæssigt fordelt på en cirkel, og
hvis antal svarer til antallet af rotor- eller stator-
polpar.
7. Styreanordning ifølge krav 6, k e n d e t e g n e t
15 v e d, at metalelementerne (113) er tænderne i en for-
tandet skive.
8. Styreanordning ifølge et af kravene 1-5, k e n d e -
t e g n e t v e d, at metalelementet (12) ved anven-
delse af et eneste motorpolpar er dannet som et fladt,
20 over næsten ca. 180° rumligt forløbende cirkelringaf-
snit, hvis bredde er omtrent lig med diameteren (D) af
følerspolen (11).
9. Styreanordning ifølge krav 8, k e n d e t e g n e t
25 v e d, at middellængden L og en middelradius R af cir-
kelringafsnittet samt diameteren D af følerspolen (11)
opfylder betingelsen $R \times \pi > L > R \times \pi - D$.
10. Styreanordning ifølge et af kravene 1-5 og 8-9, k e n -
d e t e g n e t v e d, at en udligningsvægt (23; 46)
er fastgjort på rotoren (10) 180° forskudt i forhold
30 til metalelementets (12) stilling i rotordrejningsret-
ningen.

11. Styreanordning ifølge et af kravene 1-10, k e n d e -
t e g n e t v e d, at følerspolen (11) har en åben
potkærne (28), hvis åbning er vendt mod metalelementet
(12).
- 5 12. Styreanordning ifølge krav 11, k e n d e t e g n e t
v e d, at potkærnen (28) ved hjælp af en trykt kreds-
løbsplade (26) gennemtrængende metalstifter (34, 35) er
fastloddet til denne.
- 10 13. Styreanordning ifølge krav 12, k e n d e t e g n e t
v e d, at der mellem potkærnen (28) og kredsløbspladen
(26) er fastgjort en holdeplade (25).
- 15 14. Styreanordning ifølge et af kravene 1-5 og 8-13,
k e n d e t e g n e t v e d, at en ensidigt i forhold
til rotoren (10) lejret rotoraksel (42) har et eksce-
ter (43) for driften af en stempelkompressor (41) i en
kølemaskine, og massetyngdepunkterne for ekscenteret
(43) og metalelementet (12) ligger på den ene side og
massetyngdepunktet for en udligningsvægt (46) på den
anden side af rotorakslens (42) drejeakse, og rotoraks-
20 lens (42) leje (47) ligger mellem udligningsvægten (46)
og metalelementet (12).



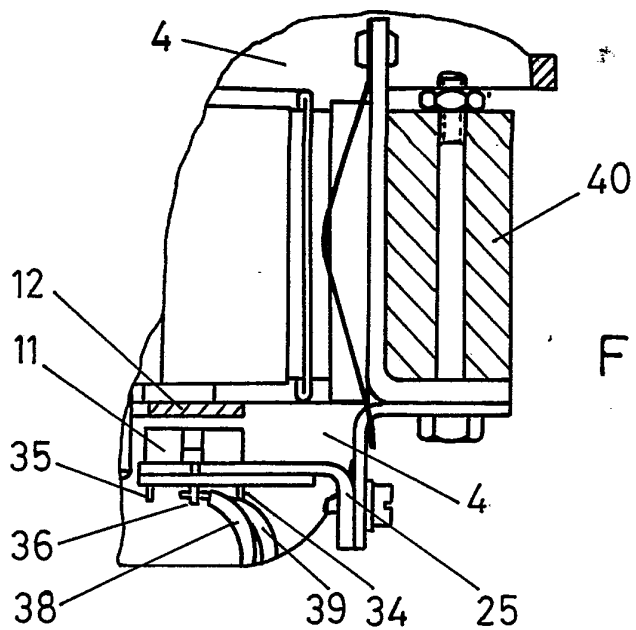


Fig. 8

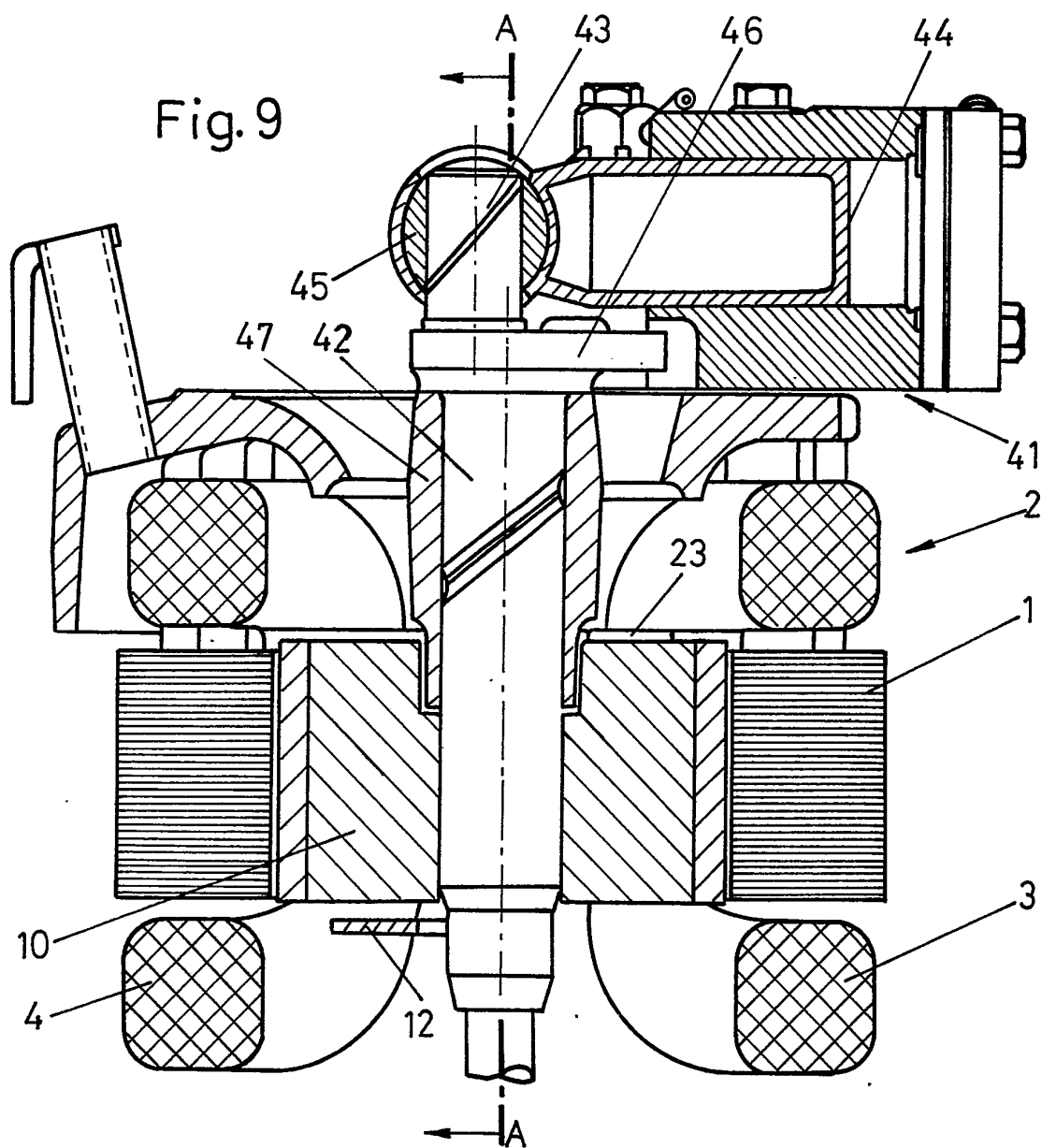


Fig. 9

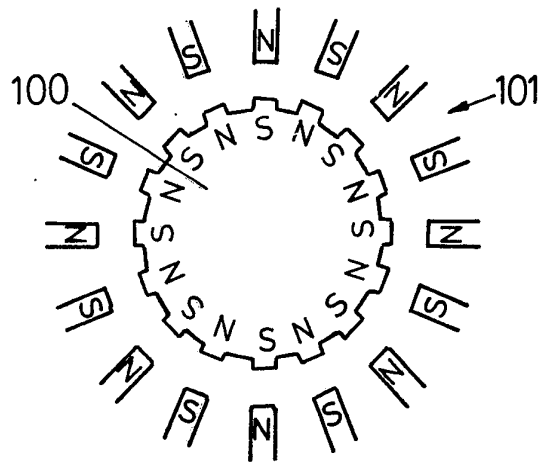


Fig. 10

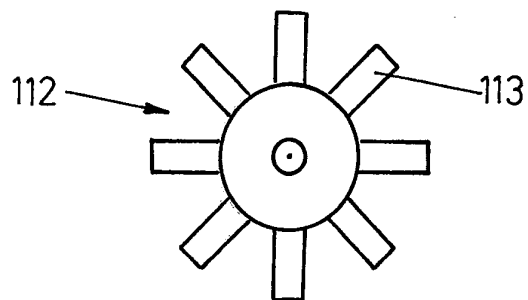


Fig. 11