(19) DANMARK

DIREKTORATET FOR
PATENT- OG VAREMÆRKEVÆSENET

(12) **FREMLÆGGELSESSKRIFT** (11) **147219 B**

(21) Patentansøgning nr.: **0613/79**

(22) Indleveringsdag: **14 feb 1979**

(41) Alm. tilgængelig: **17 aug 1979**

(44) Fremlagt: **14 maj 1984**

(86) International ansøgning nr.: –

(30) Prioritet: **16 feb 1978 DE 2806595**

(51) Int.Cl.³: **H 02 P 1/18**
H 02 K 29/02

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

(72) Opfinder: **Hans-Kristian *Pedersen; DK, Jørgen *Hyldal; DK, Frode *Sørensen; DK.**

(74) Fuldmægtig: –

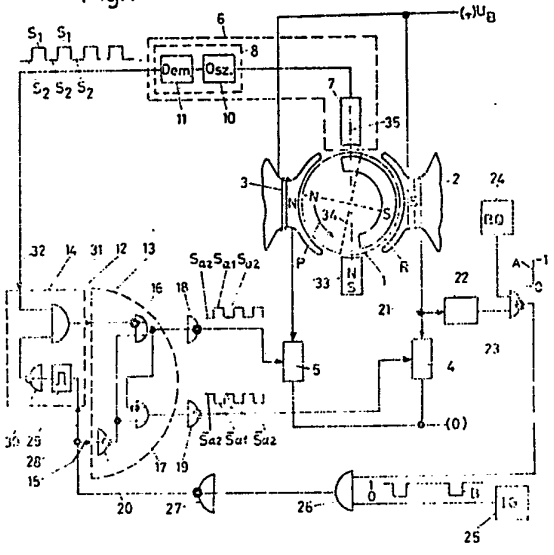
(54) Styrekredsløb for en selvstartende elektromotor

(57) Sammendrag:

Styrekredsløb for en selvstartende elektromotor med en permanentmagnet-rotor (1) og to statorviklinger (2, 3), der forsynes fra en jævnspænding (U_B) over elektroniske kontaktorganer (4, 5), som afvekslende styres af en rotorens drejevinkelstilling konstaterende føler (7) således, at statorens felt i overensstemmelse hermed ændrer sin retning, og med en sådan magnetfeltfordeling mellem stator (2, 3) og rotor (1), at rotoren i forhold til neutralstillingen indtager en vinkelstilling. Det skal sikres, at motoren foruden at have en god virkningsgrad også kan starte fra enhver drejevinkelstilling ved, at kontaktorganernes omkoblingspunkt ligger kort før hver neutralstilling, at der er anordnet et overstyringskredsløb (14), som i et kritisk område mellem kontaktorganernes omkoblingspunkt og en neutralstilling holder det her ledende kontaktorgan (4; 5) ledende i et forudbestemt tidsrum uafhængig af det i denne tid af føleren (7) frembragte styresignal. Herved opnås, at statorfeltet ompoles samtidig med, at neutralstillingen opnås, og at motoren kan starte på trods af fortændingsvinklen eventuelt ved, afhængig af rotorens udgangsposition, først at løbe et stykke baglæns for herefter at vende og starte i den ønskede retning.

613-79

Fig.1



DK 147219 B

Opfindelsen angår et styrekredsløb for en selvstartende elektromotor med en permanentmagnet-rotor, en to viklinger opvisende stator og med denne i serie en driftsjævnspænding tilsluttende elektroniske kontaktorganer, hvis koblingstilstande af i modtakt optrædende kontaktomstyringssignaler, som er afledt af styresignaler af en rotorens drejevinkelstilling også ved stilstand konstaterende føler, er således styrbare, at statorfeltet i afhængighed af rotorens drejevinkelstilling ændrer sin retning, og med en således valgt magnetfeltfordeling mellem stator og rotor, at rotoren som hvilestilling kun kan indtage en i forhold til neutralstillingen (den neutrale drejevinkelstilling) forskudt vinkelstilling. Et sådant styrekredsløb er kendt fra DE-OS 25 27 041.

Ved den af dette kendte styrekredsløb styrede motor skal statorfeltet ompoles efter hver halve rotoromdrejning. På grund af statorviklingens selvinduktion sker denne ompoling dog ikke så hurtigt som omkoblingen af kontaktorganerne. Lægger man derfor kontaktorganernes omkoblingspunkt således, at omkoblingen indsætter nøjagtigt i det øjeblik, i hvilket rotoren gennemløber en neutral drejevinkelstilling, så er statorfeltets ompoling først afsluttet, efter at rotoren allerede har gennemløbet denne neutrale drejevinkelstilling, således at den fra det øjeblik, i hvilket den gennemløber denne neutrale drejevinkelstilling, til tidspunktet for den endelige ompoling af statorfeltet udsættes for et modomdrejningsmoment, som bremser den. Dette giver en dårlig virk-

ningsgrad.

Ved det fra DE-OS 24 28 718 kendte styrekredsløb indeholder kommuteringsindretningen et netværk, ved hjælp af hvilket begyndelsestidspunktet og varigheden af styresignalerne for de i serie med statorviklingerne liggende elektroniske kontaktorganer kan bestemmes. Herved kan kun højden af spændingen indstilles, ved hvilken kontaktorganerne reagerer for at forsinke et styresignals begyndelse og at undgå en overlapning af strømmene ved kommuteringen. Også i det kendte kredsløb anbragte tidsled tjener kun dannelsen af to på hinanden følgende drejeimpulser, som efter hinanden tilføres to forudbestemte, med statorviklingerne i serie liggende kontaktorganer for at lade rotoren starte i en forudbestemt drejningsretning.

Det fra DE-OS 17 63 295 kendte styrekredsløb indeholder til konstatering af rotorens drejevinkelstilling en spole, i hvilken der ved drejning af permanentmagnet-rotoren induceres en spænding. I rotorens stilstand induceres der derimod ikke nogen spænding i følerspolen, således at man ikke har noget mål for rotorens drejevinkelstilling. Af denne grund må der derfor først sørges for, at rotoren ved start indtager en forudbestemt drejevinkelstilling. Dette opnås ved, at statorpolerne er udformet usymmetriske, og der ved indkobling af driftsspændingen udløses et tidsled, som tvangsmæssigt styrer den ene af to hver med en statorvikling i serie liggende transistorer til ledende tilstand. Derved bevirker det af den tilhørende statorvikling frembragte statorfelt en fordrejning af rotoren over 180° til den definerede udgangsstilling, dersom den før indtog en i forhold dertil 180° forskudt udgangsstilling. Efter udløb af tidsleddets løbetid bliver den anden transistor tvangsmæssigt ledende, hvis tilhørende statorvikling da sørger for en drift af rotoren i den rigtige omdrejningsretning. Tidsleddet skal således kun udbedre den mangel, der opstår ved anvendelse af

en føler, som ikke konstaterer rotor-drejevinkelstillingen i stilstand.

Opfindelsen har til hensigt at angive et styrekredsløb, ved hvilket motoren opnår en bedre virkningsgrad, og som samtidig sikrer, at motoren kan starte fra enhver drejevinkelstilling.

Denne opgave løses ifølge opfindelsen ved, at

a) det normale omkoblingspunkt for kontaktorganerne ligger kort før hver neutralstilling af rotoren, og at

b) der er anbragt et overstyringskredsløb, der i en rotor-hvilestilling, som svarer til en efter overskridelsen af omkoblingspunktet i den ønskede drejningsretning og før den følgende neutralstilling af rotoren liggende drejevinkelstilling, holder det i denne drejevinkelstilling ledende kontaktorgan ledende under en overstyringstid - uafhængig af det i løbet af denne tid af føleren frembragte styresignal.

Ved hjælp af denne foranstaltning sikres, at ompolingen af statorfeltet sker allerede før opnåelsen af en neutral drejevinkelstilling, og at ompolingen ved opnåelsen af denne stilling i det mindste i det væsentlige er afsluttet. Statorfeltet virker derfor praktisk taget straks i den ønskede drejningsretning ved opnåelsen af den neutrale drejevinkelstilling uden allerede før opnåelsen af den neutrale drejevinkelstilling at udøve et mærkbart modomdrejningsmoment. Dette giver et mere ensartet omdrejningsmoment i driften.

På grund af den forstyringsvinkel, som omkoblingspunktet ligger forud for neutralstillingen, kan der imidlertid opstå vanskeligheder, hvis rotoren ved afbrydelse af motoren standser i en af de ekstreme drejevinkelstillinger kort før neutralstillingen efter overskridelsen af det normale omkob-

lingspunkt. Ved indkoblingen af motoren i en sådan drejevinkelstilling driver statorfeltet rotoren baglæns. Kort derefter gennemløbes det normale omkoblingspunkt i baglæns retning. Det nu ompolende statorfelt ville bremse rotoren og drive den i den ønskede drejningsretning. Derved ville omkoblingspunktet straks igen blive gennemløbet. Da rotorens omdrejningshastighed endnu ikke ville være så høj, at dens inertimoment vil være tilstrækkeligt til på trods af den påny optrædende statorfeltompoling, modomdrejningsmomentet af den usymmetriske magnetfeltfordeling (af den yderligere permanentmagnet) og belastningen at drive den videre i den ønskede drejningsretning til udover den neutrale drejevinkelstilling, ville den straks påny blive drevet modsat den ønskede drejningsretning, altså baglæns. Følgen vil være, at rotoren ville pendle frem og tilbage omkring den drejevinkelstilling, i hvilken statorfeltets ompoling finder sted. Sådanne pendelsvingninger undgås ved hjælp af foranstaltning b).

Når rotoren nemlig holder i den nævnte ekstreme stilling, er overstyringskredsløbet virksomt, således at rotoren ganske vist starter mod den ønskede drejningsretning, men løber forbi det normale omkoblingspunkt, som undertrykkes. Herved kan rotoren drejes så langt tilbage, som den kan nå inden for overstyringstiden, hvilket bl.a. afhænger af belastningen. Efter overstyringstidens udløb ompoles statorfeltet svarende til den øjeblikkelige rotor-drejevinkelstilling, rotoren bremses og starter i den ønskede retning. Da rotoren nu i fremadretning skal gennemløbe en større drejevinkel, inden den påny når det normale omkoblingspunkt, får den en tilstrækkelig høj omdrejningshastighed til at overvinde modomdrejningsmomentet og til at overskride neutralstillingen, fra hvilken statorfeltet med den øjeblikkelige poling virker videre i den ønskede drejningsretning. Rotoren drives derfor fra den kritiske, ekstreme stop-drejevinkelstilling først tilbage over en vinkel, som er større end forstyringsvinklen, og derefter i den ønskede retning uden pendelsvingninger.

I et foretrukket udførelseseksempel indledes hver start af motoren fra indkoblingsøjeblikket med en overstyringstid, og den til styresignalerne i en kritisk, ekstrem hvilestilling svarende koblingstilstand af kontaktorganerne indstilles tvangsmæssigt.

På denne måde undgås den komplicerede samordning af overstyringskredsløbets indgreb med en bestemt startposition. Ganske vist drejer rotoren først tilbage, også fra flere startpositioner, fra hvilke den ellers umiddelbart ville starte i den ønskede drejningsretning. Herved opnås imidlertid et meget enkelt kredsløb.

I et første start-drejevinkelområde uden for den kritiske, ekstreme stilling drejer rotoren straks i den foreskrevne retning, nemlig i den største del af det drejevinkelområde, i hvilket den af overstyringskredsløbet tvangsindstillede koblingstilstand af kontaktorganerne stemmer overens med den af føleren krævede.

I et andet drejevinkelområde, i hvilket der i overstyringstiden ikke er overensstemmelse med den af føleren forlangte koblingstilstand, løber rotoren først baglæns.

Således er det gunstigt, når der i overstyringskredsløbet frembringes et signal af forudbestemt varighed, som ved starten i stedet for styresignalerne tjener til afledning af kontaktomstyringssignalerne. Dette muliggør en simpel opbygning af overstyringskredsløbet.

Kontaktomstyringssignalerne kan tilføres de elektroniske kontaktorganer over en portkobling, som tastes i afhængighed af normalløb-signalet og i startøjeblikket samt ved blokeret rotor fra en af normalløb-signalgiveren uafhængig impulsgiver afvekslende modtager forholdsvis korte startsignaler som tastsignaler samt længere stopsignaler som spærresignaler,

som ved normal drift overstyres af normalløb-signalet. Herved foretages ved indkoblingen af motoren det første startforsøg, når det første startsignal tilføres fra impulsgiveren. Starter motoren ikke, spærres tilførslen af kontaktomstyringssignalerne til de elektroniske kontaktorganer under varigheden af impulsgiverens følgende stopsignal af portkoblingen. Først ved optræden af det følgende startsignal sker et nyt startforsøg. Løber motoren, fortsættes driften på grund af overstyringen ved hjælp af normalløb-signalet. Blokeres rotoren under driften, forsvinder normalløb-signalet, og motoren frakobles ved hjælp af et stopsignal fra impulsgiveren. Derefter forsøges der ved optræden af det næste startsignal automatisk igen en start. Startforsøgene sker derfor kun kortvarigt efter længere pause, således at den pågældende statorvikling eller det pågældende kontaktorgan ikke overbelastes. Hvis en blokering forsvinder af sig selv, starter motoren selvstændigt igen. Normalløb-signalgiveren bevirker herved overstyringen af signalerne fra den uafhængige impulsgiver, så snart motoren løber normalt.

Følerens styresignaler kan på enkel måde tilføres portkoblingen over en indgang af overstyringskredsløbet.

Endvidere kan portkoblingens tastindgang være forbundet med overstyringskredsløbets tastindgang, hvorved begge indgange tilføres start-, stop- og normalløb-signalet. Herved reagerer overstyringskredsløbet kun på det først på dets tastindgang optrædende signal, således at kredsløbet bliver særlig enkelt.

Når overstyringskredsløbet reagerer på et løbesignals forflanke, sikres det, at ved indkoblingen af motoren indleder et startsignals optræden overstyringstiden, og varigheden af overstyringssignalet er uafhængig af andre signalers varighed.

Når styresignalerne gøres uvirksomme, og portkoblingen

omkobles til en forudbestemt koblingstilstand ved funktion af overstyringskredsløbet, opnås den ønskede overstyring af kontaktomstyringssignalerne særdeles nemt.

Varigheden af overstyringskredsløbets overstyringstid bør herved være kortere end et startsignal. På denne måde sikres, at der straks efter overstyringstidens udløb igen indstilles de rigtige startforhold for at drive rotoren i den foreskrevne drejningsretning.

Overstyringskredsløbet kan have et tidsled og et af dette påvirket sammenknytningsled, som i afhængighed af tidsleddets udgangssignal spærrer følerens styresignal, omkobler portkoblingen og frigiver igen begge efter overstyringstidens udløb. Dette giver en særlig simpel udførelse af overstyringskredsløbet.

Endvidere kan tidsleddet udløses i afhængighed af det portkoblingens tastindgang tilførte signal, og overstyringskredsløbet påvirker portkoblingens overførelsesindgang. Dette giver en særlig enkel synkronisering af tidsleddets udløsning med motorens indkobling ved hjælp af et startsignal.

Således kan der sørges for, at tidsleddet indeholder et differentierende RC-led, og at der mellem sammenknytningsleddet og tidsleddet ligger et omkoblingstrin. Herved omkobles omkoblingstrinnet nøjagtigt ved hjælp af forflanken af en udløseimpuls, mens varigheden af omkoblingstrinnets nye koblingstilstand ikke afhænger af udløseimpulsens forsvinden, men kun af tidsleddets løbetid. Varigheden af startsignalet eller et dette overlappende normalløb-signal har derfor ingen indflydelse på overstyringstiden.

Foretrukne udførelseseksempler af opfindelsen beskrives nærmere nedenfor ved hjælp af tegningen, der viser i

fig. 1 et blokdiagram af et ifølge opfindelsen udformet styrekredsløb,

fig. 2 - 6 forskellige hvilestillinger af rotoren med tilhørende statorfeltpolaritet uden overstyringskredsløb,

fig. 7 en variant af en del af styrekredsløbet i fig. 1,

fig. 8 et mere detaljeret diagram af en del af styrekredsløbet i fig. 1 og

fig. 9 et udførligt diagram af styrekredsløbsdelen i fig. 7.

Fig. 1 viser et styrekredsløb for en børsteløs jævnstrømsmotor med en topolet permanentmagnet-rotor 1 og to statorviklinger 2 og 3, som i serie med et elektronisk kontaktorgan henholdsvis 4 og 5 er tilsluttet en driftsjævnspænding U_B. Kontaktorganerne 4 og 5 udstyres af 1-signaler og spærres af 0-signaler. En signalomformeranordning 6 har en føler 7 til konstatering af rotorens 1 drejevinkelstilling og en føleren efterkoblet impulsformer 8. Føleren 7, fortrinsvis en spole med mætbar kerne, reagerer, når den passeres af en på rotoren 1 fastgjort, omtrent halvkredsformet ringskive R af metal, fortrinsvis magneriserbart metal, på grund af en ændring af dens (induktive) modstand og afgiver et signal, hvis værdi efter hver halve omdrejning af rotoren indtager den anden af to værdier. Dette signal omsættes af impulsformeren 8 i en serie styresignaler S_1, S_2, hvis tastforhold (impulsvarighed/periodevarighed) er lig 1 : 2. Til dette formål har impulsformeren 8 en af følersignalet ind- og udkobbelbar oscillator 10 med efterkoblet demodulator 11. Styresignalerne S_1, S_2 tilføres en portkoblings 13 overførelsesindgang 12 over et overstyringskredsløb 14. Portkoblingens 13 anden indgang 15

tjener som tastindgang. Portkoblingen 13 har to sammenknytningsled 16 og 17 i form af ELLER-led, hvert med et omvendetrin i overførelsesindgangen. Tastindgangene af sammenknytningsleddene 16 og 17 er forbundne med hinanden. Endvidere er sammenknytningsleddets 16 udgang forbundet med sammenknytningsleddets 17 overførelsesindgang. Udgangene af sammenknytningsleddene 16 og 17 danner samtidig portkoblingens 13 udgange og er hver over et IKKE-led henholdsvis 18 og 19 i form af omvendeforstærkere forbundet med styreindgangene af kontaktorganerne henholdsvis 5 og 4. Også mellem tastindgangen 15 og sammenknytningsleddenes 16, 17 tastindgange ligger et fælles IKKE-led 20. Dette danner med hvert efterkoblet sammenknytningsled henholdsvis 16 og 17 et NAND-led.

Forbindelsespunktet 21 mellem statorviklingen 2 og kontaktorganet 4 er over et impulsfrekvens-måleorgan 22 forbundet med den ene indgang af en sammenligner 23, som har et NAND-leds funktion. På sammenlignerens 23 anden indgang ligger en referencespændingskilde 24. Sammenlignerens 23 udgangssignal A er sammenknyttet med en impulsgivers 25 udgangssignal B ved hjælp af et OG-led 26. OG-leddets 26 udgangssignal tilføres portkoblingens 13 tastindgang 15 og overstyringskredsløbets 14 tastindgang 28 over et IKKE-led 27. Overstyringskredsløbet 14 har på indgangen 28 et tidsled 29, et dette efterkoblet omkoblingstrin i form af et IKKE-led 30, der påvirker tastindgangen af et som port virkende sammenknytningsled 31, her et OG-led, hvis overførelsesindgang danner overstyringskredsløbets 14 overførelsesindgang 32.

På statoren er en permanentmagnet 33 således anbragt, at rotoren 1 ved strømløse statorviklinger 2 og 3 normalt indtager en stilling, i hvilken rotorens 1 neutrale akse 34 ikke falder sammen med statorens neutrale akse 35. Føleren 7 er anbragt i statorens neutrale akse 35, mens ringskiven R er anbragt således, at ved den ved hjælp af pilen P antydede henholdsvis foreskrevne og ønskede drejningsretning sker

omkoblingen (kommutering) af kontaktorganerne 4 og 5 omtrent i det øjeblik, i hvilket ringskivens R ender passerer føleren 7, altså omtrent efter hver halve omdrejning af rotoren 1. N og S betegner henholdsvis rotorens 1 nord- og sydpol og permanentmagnetens 33 nord- og sydpol. I det normale omkoblingspunkt ligger rotorens 1 neutrale akse 34 derfor foran den viste beliggenhed.

Til forklaring af virkemåden af styrekredsløbet i fig. 1 antages først, at overstyringskredsløbet 14 ikke er til stede, dvs. overførelsesindgangene 32 og 12 er direkte forbundne.

Ved indkoblingen af motoren frembringer impulsgiveren 25 et, motorens starttid overskridende, men forholdsvist kort startsignal B = 0, som er adskilt fra det næste startsignal af et væsentligt længere stopsignal B = 1. I stilstand optræder endnu ikke en positiv impuls på forbindelsespunktet 21. Dette er først tilfældet ved en afbrydelse af statorviklingsstrømmen, altså når motoren løber. Impulsfrekvensmåleorganet 22 tilfører derfor sammenligneren 23 et 0-signal, således at der på sammenlignerens udgang optræder et nulløb-signal A = 1. Under disse omstændigheder tilføres, så længe startsignalet B = 0 varer, portkoblingens 13 tastindgang 15 på grund af IKKE-leddets 27 invertering et 1-signal, som åbner portkoblingen 13. Derved får det ene af de to kontaktorganer 4 eller 5 et 1-signal, alt efter om der på indgangen 12 ligger et 1- eller et 0-signal. Når rotoren 1 i begyndelsen indtager en sådan drejevinkelstilling, at styresignalet S_2, som er et 0-signal, optræder, optræder på sammenknytningsleddets 16 udgang et 1-signal, som tilføres kontaktorganets 5 styreindgang over IKKE-leddet 18 som kontaktomstyringssignal Sa_2 i form af et 0-signal og holder dette spærret. Derimod afgiver sammenknytningsleddet 17 et 0-signal, som over IKKE-leddet 19 tilføres kontaktorganets 4 styreindgang som kontaktomstyringssignal $\bar{S}a_2$ i form af et 1-

signal og udstyrer dette. Optrådte imidlertid styresignalet S_1, altså et 1-signal, i rotorens 1 stilstand, så udstyres først kontaktorganet 5. Udstyringen af det ene eller det andet kontaktorgan 4 eller 5 starter motoren, således at der også på forbindelsespunktet 21 optræder positive impulser med en sådan hyppighed, at impulsfrekvens-måleorganet 22 afgiver et målesignal, som er lige så stort eller større end den fra referencespændingskilden afgivne referencespænding. Dette svarer til det tilfælde, hvor begge sammenlignerens 23 indgange er belagte med et 1-signal. Sammenligner-udgangen skifter derfor fra nulløb-signal A = 1 til normalløb-signal A = 0 og spærrer OG-leddet 26 uafhængigt af, om B = 0 eller B = 1. Det vil sige, tastindgangen 15 tilføres stadig et 1-signal, som holder portkoblingen 13 åben og lader de nu ved løbende motor i kortere afstande følgende styresignaler S_1, S_2 slippe igennem som kontaktomstyringssignaler Sa_1, Sa_2 og $\bar{S}a_1$, $\bar{S}a_2$, således at kontaktorganernes 4 og 5 styreindgang afvekslende tilføres 1-signaler i styresignalernes rytme. Tilsvarende forbliver impulsernes frekvens på forbindelsespunktet 21 så høj, at målesignalet på impulsfrekvens-måleorganets 22 udgang forbliver et 1-signal, og udgangssignalet A fra sammenligneren 23 forbliver normalløb-signalet A = 0.

Når henholdsvis motoren og rotoren 1 imidlertid blokeres, fx ved overbelastning, mangler frekvensen af styresignalerne S_1, S_2 og dermed frekvensen af impulserne i forbindelsespunktet 21, således at nulløb-signalet A = 1 optræder. Følgen er, at startsignalerne B = 0 nu igen slippes igennem af OG-leddet 26 og gennemfører automatisk med hvert startsignal et startforsøg, indtil blokeringen, fx af sig selv, er forsvundet, og motoren igen er startet. Den fx på ca. 0,28 sek. liggende varighed af startsignalerne B = 0 er dog i forhold til den på ca. 22,4 sek. liggende samlede periodevarighed af signalet B så kort, at startsignalerne B = 0 i motorens blokerede tilstand ingen skadelige følger har for denne. Ganske vist optræder der i den blokerede tilstand på grund

af stopsignalerne B = 1 ved en sådan stilling af rotoren, at portkoblingens 13 indgang 12 er belagt med et 0-signal S_2 under blokeringens varighed, på grund af den gentagne afbrydelse af strømmen i statorviklingen 2 i forbindelsespunktet 21 positive impulser; disse har dog den samme lave frekvens som start- og stopsignalerne B, således at impulsfrekvensmålesignalet ikke overskrider referencespændingen, og intet normalløb-signal A = 0 afgives på sammenlignerens 23 udgang.

Da det til måling af impulsfrekvensen af de i forbindelsespunktet 21 optrædende positive impulser er nødvendigt at overholde en måletidsenhed, er det i måleorganet 22 indeholdte tidsled, som bestemmer måletidsenheden, således dimensioneret, at samtidig sikres den nødvendige ventetid, som skal overholdes i normaldriften til motorens start, før normaltilstanden signaliseres ved optræden af normalløb-signalet A = 0, og startsignalerne B = 0 spærres.

Kontaktorganernes 4 og 5 omkoblingspunkt ligger kort foran den neutrale drejevinkelstilling, i hvilken rotorens 1 neutrale akse falder sammen med statorens neutrale akse. I omkoblingspunktet falder skivens R ender omtrent sammen med statorens neutrale akse 35. Dette har den fordel, at statorfeltets ompoling sætter ind så rettidigt, at den på grund af naturlige forsinkelser er afsluttet, når rotoren netop har gennemløbet den neutrale drejevinkelstilling. Det af statorfeltet udøvede omdrejningsmoment virker så under motorens drift over et stort vinkelområde stadig i den ønskede drejningsretning, her i pilens P retning. Dersom kontaktorganernes omkobling skete nøjagtig i den neutrale drejevinkelstilling, så ville der fra det tidspunkt og til statorfeltets endelige ompoling udøves et bremsemoment på rotoren.

Dette valg af omkoblingspunktets beliggenhed kan dog give vanskeligheder ved start, når rotoren 1 holder i en drejevinkelstilling, i hvilken dens neutrale akse 34 ligger mellem

en med omkoblingspunktet og en med statorens neutrale akse sammenfaldende stilling, som det er vist i fig. 1. I denne stilling opbygges ved motorens indkobling ved hjælp af det første startsignal B = 0 et statorfelt med en polaritet, som driver rotoren 1 mod den ønskede drejningsretning P, indtil omkoblingspunktet kort derefter er nået, og der efter dets overskridelse opbygges et statorfelt, som igen bremser rotoren og driver den i den modsatte, dvs. den ønskede drejningsretning. Da omkoblingspunktet herved straks igen gennemløbes, ompoles statorfeltet pånyt, endnu før den neutrale drejevinkelstilling er overskredet, således at den fra rotorens omvendepunkt i ønsket drejningsretning P til omkoblingspunktet tilbagelagte drejevinkel er for lille til at give rotoren en til overvindelse af det på grund af den nye statorfeltompoling indtil opnåelse af den neutrale drejevinkelstilling udøvede modomdrejningsmoment tilstrækkelig omdrejningshastighed. Herved forhøjes modomdrejningsmomentet yderligere af permanentmagneten 33. Følgen er, at rotoren 1 vedvarende pendler frem og tilbage uden at starte. Disse betragtninger gælder dog kun, når overstyringskredsløbet 14, som nævnt, ikke er til stede.

Ved indbygning af overstyringskredsløbet 14 undgås rotorens 1 pendelsvingninger. Til nærmere forklaring antages det igen, at rotoren 1 er standset i den i fig. 1 viste stilling, således at 0-signalet S_2, nulløb-signalet A = 1 og stopsignalet B = 1 optræder. Portkoblingens 13 tastindgang 15 er derved påvirket af et 0-signal, således at de to kontaktorganer 4 og 5 tvangsmæssigt tilføres et 0-signal henholdsvis $\bar{S}a_1$, Sa_2. Ved optræden af det første startsignal B = 0 tilføres derimod begge indgange 15 og 28 et 1-signal. Følgen er, at portkoblingen 13 tastes åben, og samtidig udløses tidsleddet 29, således at dette under varigheden af sin løbetid frembringer et 1-signal. Dette 1-signal inverteres af IKKE-leddet 30 til et 0-signal og spærrer OG-leddet 31. Da der på indgangen 32 allerede står et 0-signal S_2, opretholdes 0-

signalet ganske vist på OG-leddets 31 udgang, dog ændres signaltilstanden på portkoblingens 13 udgang på grund af, at der optræder et 1-signal på tastindgangen 15, således at signalerne Sa_2 og $\bar{S}a_2$ nu optræder. Derfor udstyres kontaktorganet 4, mens kontaktorganet 5 bliver spærret. Det nu på grund af den gennem statorviklingen 2 flydende strøm opbyggende statorfelt er, som vist i fig. 1, således vendt, at det driver rotoren fra den i fig. 1 viste stilling mod den ønskede drejningsretning P. Varigheden af startsignalet B = O og den i forhold hertil kortere løbetid af tidsleddet 29 er imidlertid valgt så lang, at rotoren 1 endnu under tidsleddets 29 løbetid passerer omkoblingspunktet. Derved sker der nu, fordi OG-leddet 31 stadig forbliver spærret under tidsleddets 29 løbetid, ingen omkobling af kontaktomstyringssignalerne, selv om styresignalerne S_1 nu optræder. Følgen er, at rotoren 1 løber forholdsvis langt forbi omkoblingspunktet, mod den ønskede drejningsretning P, indtil tidsleddets 29 løbetid til sidst er udløbet. Så snart tidsleddets 29 løbetid er udløbet, påvirkes OG-leddets 31 tastindgang af et 1-signal, således at det tastes åben, og det på dets anden indgang 32 endnu stående styresignal S_1 gennemkobles. Da startsignalet B = O og dermed 1-signalet på portkoblingens 13 tastindgang 15 endnu varer ved, omkobles kontaktomstyringssignalerne nu til Sa_1 og $\bar{S}a_1$, således at også kontaktorganernes 4 og 5 koblingstilstand veksler, og statorfeltet ompoles, som det er vist i fig. 4. Rotoren 1 bremses derved og begynder så endelig igen at starte i den ønskede drejningsretning P. Da der nu står en større startdrejevinkel til rådighed for rotoren, indtil omkoblingspunktet på ny nås og dermed den neutrale drejevinkelstilling, kan den opnå en så høj omdrejningshastighed, at den løber forbi omkoblingspunktet og den neutrale drejevinkelstilling, selv om statorfeltet ved passage af omkoblingspunktet på ny opbygges med modsat polaritet. Statorfeltet kan derfor endnu bevirke en ubetydelig bremsning, indtil den neutrale drejevinkelstilling er passeret, men driver imidlertid rotoren efter passagen af

den ønskede drejevinkelstilling videre i den ønskede drejningsretning P (fig. 5). Startsignalet B = 0 varer endnu ved i det mindste indtil opnåelse af det næste omkoblingspunkt efter en halv omdrejning i retning P. Men også rotorens omdrejningshastighed er i mellemtiden blevet så høj, at den af elementerne 22 - 24 dannede normalløb-signalgiver reagerer med afgivelse af normalløb-signalet A = 0 og overtager opretholdelsen af 1-signalet på portkoblingens 13 tastindgang 15, før startsignalet B = 0 forsvinder. På denne måde sikres, at tidsleddet 29 ikke på ny udløses af normalløb-signalet A = 0 eller et yderligere startsignal B = 0, efter at motoren først er rigtigt startet.

Ved en start fra en anden drejevinkelstilling af rotoren 1, i hvilken rotorens 1 sydpol er mere vendt mod permanentmagneten 33 (fig. 3 og 4), og drejevinklen indtil opnåelse af omkoblingspunktet (35) er tilstrækkelig stor, optræder foruden nulløb-signalet A = 1 i begyndelsen (i stilstand) styresignalet S_1 for den rigtige drejningsretning P. (Her henvises til, at de i fig. 1 - 6 viste polinger af statorfeltet gælder for de viste hvilestillinger af rotoren 1 uden overstyring). Et startsignal B = 0 udløser så tidsleddet 29, spærrer dermed OG-leddet 31 og taster portkoblingen 13 på indgangen 15 åben. Derfor omkobles kontaktomstyringssignalet fra $\bar{S}a_1$ til $\bar{S}a_2$, mens kontaktomstyringssignalet Sa_2 bliver bestående. Den følgelig i statorviklingen 2 indbyggede strøm opbygger derfor et statorfelt, hvis nordpol ligger i statorens venstre polsko. Rotoren 1 starter derfor (i begyndelsen) igen modsat den ønskede drejningsretning P, dog vender stator-omdrejningsmomentet endnu før udløbet af tidsleddets 29 løbetid ved opnåelse af neutralstillingen på grund af den uforandrede statorfeltretning, således at rotoren ved udløb af tidsleddets 29 løbetid løber videre i den ønskede drejningsretning på grund af det endnu vedvarende styresignal S_1. Starten begynder derfor fra denne hvilestilling ligeledes med en kortvarig lille delomdrejning mod den ønskede drejnings-

retning P, dog løber motoren så, understøttet af permanentmagneten 33, videre i den ønskede retning, uden at der optræder varige pendlinger ved start. Også ved en start fra en hvilken som helst anden hvilestilling udfører rotoren ingen henholdsvis pendlinger eller drejningssvingninger. Begynder starten derimod fra en drejevinkelstilling i fig. 2, 5 og 6, altså når rotorens nordpol N står nærmere ved permanentmagneten 33 end ved føleren 7 eller i midten af den højre statorpolsko, så drives rotoren 1 uden vending af retning i den rigtige retning P.

Uden den yderligere permanentmagnet 33 ville permanentmagnetrotoren 1 ved udkoblet motor, altså afmagnetiseret stator, indtage en af de to neutralstillinger, fordi rotorens 1 poler indstiller sig i området med den største egenmasse. Permanentmagneten 33 sørger dog for, at rotoren 1 enten indtager stillingen i fig. 1 eller stillingen i fig. 3. Stillingen i fig. 3 overskrides dog ofte, da inertien af den udløbende rotor 1 og magnetkraften i denne stilling virker i samme retning, således at stillingen i fig. 1 for det meste indtages. I denne stilling ville der uden overstyringskredsløbet 14 være fare for pendlinger, uden at motoren ville starte.

Når permanentmagneten 33 er omvendt polet, i forhold til den viste, kan det samme startforhold principielt opnås ved, at overstyringskredsløbets 14 tastindgang 28 ikke forbindes med indgangen 15, men derimod med udgangen af portkoblingens 13 IKKE-led 20, sammenknytningsleddet 31' udformes som ELLER-led, og tidsleddet 29' ompoles, således at det udløses ved et 0-1-spring og afgiver under sin løbetid et 0-signal, som det er vist i fig. 7, mens den øvrige opbygning af styrekredsløbet i fig. 1 kan forblive uændret.

Fig. 8 viser et mere udførligt diagram af en del af styrekredsløbet i fig. 1. Ifølge dette indeholder kontaktorganerne 4

og 5 hver en transistor henholdsvis 37 og 38 med antiparallelkoblet friløbsdiode henholdsvis 39 og 40. Den styrbare oscillator 10, der kobles ind og ud af impulser fra den magnetfeltafhængige føler 7, svinger i indkoblet tilstand med en frekvens på ca. 100 kHz. Den efterkoblede demodulator 11 frembringer af indhyldningskurven for de til rotorens 1 omdrejningstal svarende ind- og udkoblende oscillatorsvingninger styresignalerne, fra hvilke kontaktomstyringssignalerne for transistorerne 37 og 38 afledes. Til dette formål har demodulatoren 11 på indgangssiden en koblingskondensator 41, to en enkeltensretter dannende dioder 42, 43, en udglatningskreds af en modstand 44 og en kondensator 45 i parallelkobling samt en udgangsmodstand 46. Portkoblingens 13 sammenknytningsled 16 og 17 har to i modtakt koblede transistorkoblingstrin, som har IKKE-leddet 20 med en transistor 47 fælles. Transistoren 47 ligger over to modstande i serie med hver en yderligere transistor henholdsvis 48 og 49, og transistorens 48 kollektorudgang er forbundet med transistorens 49 basis. Når derfor den fælles transistor 47 spærres, ved at tastindgangen 15 tilføres et O-signal, kan der praktisk taget heller ikke flyde nogen strøm igennem transistorerne 48 og 49, således at begge transistorer 48 og 49 på udgangssiden afgiver et 1-signal, som tilføres transistorerne 37 og 38 som spærrende O-signal på grund af invertering i IKKE-leddene 18 og 19. IKKE-leddet 27 har ligeledes en som omvendeforstærker koblet transistor 50.

Tidsleddet 29 har en kondensator 51 i indgangsgrenen samt en ohmsk modstand 52 med parallelkoblet diode 53, som fra tidsleddets 29 udgang er lagt til stel (O), således at kondensatoren 51 i forbindelse med modstanden 52 også virker som differentierende RC-led. IKKE-leddet 30 har en transistor 54.

Når der på tastindgangen 28 optræder et O-1-spring ved spærring af transistoren 50, fordi dens basis tilføres et

startsignal B = O, danner kondensatoren 51 praktisk taget en kortslutning, således at transistoren 54 fuldstændigt udstyres. Så snart den med den i det væsentlige af modstanden 52 bestemte tidskonstant aftagende strøm af kondensatoren 51 underskrider en nedre grænseværdi, er transistoren 54 igen spærret. I transistorens 54 ledende tilstand er spændingen mellem transistorens 48 basis og stel (O) så lav, at transistoren 48 forbliver ledende uafhængig af demodulatorens 11 udgangsspænding. Forbindelsespunktet fra demodulatoren 11 og IKKE-leddet 30 til transistorens 48 basis har derfor OG-leddets 31 funktion. Dioden 43 udgør praktisk taget en kortslutning for et 1-O-spring på indgangen 28.

Udførelsen i fig. 9 svarer til den i fig. 7. Tidsleddet 29' er tilsluttet transistorens 47 kollektor og er polet omvendt i forhold til udførelsen i fig. 8. Transistorens 54 emitter-kollektor-strækning ligger i transistorens 48 basis-emitter-kreds. På grund af den omvendte poling af tidsleddet 29' udløses det ikke af et O-1-spring, men derimod af et 1-O-spring, hvorved det under dets løbetid afgiver et O-signal, mens transistoren 54 ikke udstyres af et 1-signal, men derimod af et O-signal, således at demodulatorens 11 udgangssignal overstyres ved et startsignal B = O. Dette svarer til en ELLER-funktion af sammenknytningsleddet 31'.

PATENTKRAV

1. Styrekredsløb for en selvstartende elektromotor med en permanentmagnet-rotor, en to viklinger opvisende stator og med denne i serie en driftsjævnspænding tilsluttende elektroniske kontaktorganer, hvis koblingstilstande af i modtakt optrædende kontaktomstyringssignaler, som er afledt af styresignaler af en rotorens drejevinkelstilling også ved stilstand konstaterende føler, er således styrbare, at statorfeltet i afhængighed af rotorens drejevinkelstilling ændrer sin retning, og med en således valgt magnetfeltfordeling mellem stator og rotor, at rotoren som hvilestilling kun kan indtage en i forhold til neutralstillingen (den neutrale drejevinkelstilling) forskudt vinkelstilling, k e n d e t e g n e t v e d, at det normale omkoblingspunkt for kontaktorganerne (4, 5) ligger kort før hver neutralstilling af rotoren, og at der er anbragt et overstyringskredsløb (14), der i en rotor-hvilestilling, som svarer til en efter overskridelsen af omkoblingspunktet i den ønskede drejningsretning og før den følgende neutralstilling af rotoren (1) liggende drejevinkelstilling, holder det i denne drejevinkelstilling ledende kontaktorgan (4; 5) ledende under en overstyringstid - uafhængig af det i løbet af denne tid af føleren (7) frembragte styresignal (S_1, S_2).

2. Styrekredsløb ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t v e d, at hver start af motoren fra indkoblingsøjeblikket indledes med en overstyringstid og den til styresignalerne i en kritisk, ekstrem hvilestilling svarende koblingstilstand af kontaktorganerne (4, 5) indstilles tvangsmæssigt.

3. Styrekredsløb ifølge krav 1 eller 2, k e n d e t e g n e t v e d, at der i overstyringskredsløbet (14) frembringes et signal af forudbestemt varighed, som ved starten i stedet for styresignalet (S_1, S_2) tjener til afledning af kontaktomstyringssignalerne (Sa_2, $\bar{S}a_2$).

4. Styrekredsløb ifølge et af kravene 1-3, k e n d e t e g n e t v e d, at kontaktomstyringssignalerne (Sa_1, Sa_2; $\bar{S}a_1$, $\bar{S}a_2$) kan tilføres de elektroniske kontaktorganer (4; 5) over en portkobling (13), som tastes i afhængighed af normalløb-signalet (A = 0) og i startøjeblikket samt ved blokeret rotor (1) fra en af normalløb-signalgiveren (22 - 24) uafhængig impulsgiver (25) afvekslende modtager forholdsvis korte startsignaler (B = 0) som tastsignaler samt længere stopsignaler (B = 1) som spærresignaler, som ved normal drift overstyres af normalløb-signalet (A = 0).

5. Styrekredsløb ifølge krav 4, k e n d e t e g n e t v e d, at følerens (7) styresignaler (S_1, S_2) tilføres portkoblingen over en indgang (12) af overstyringskredsløbet (14).

6. Styrekredsløb ifølge krav 4 og 5, k e n d e t e g n e t v e d, at portkoblingens (13) tastindgang (15) er forbundet med overstyringskredsløbets (14) tastindgang (28), og at begge indgange (15, 28) tilføres start-(B = 0), stop-(B = 1) og normalløb-signalet (A = 0).

7. Styrekredsløb ifølge et af kravene 1-6, k e n d e t e g n e t v e d, at overstyringskredsløbet (14) reagerer på et løbesignals (henholdsvis A = 0 og B = 0) forflanke.

8. Styrekredsløb ifølge et af kravene 4-7, k e n d e -

t e g n e t v e d, at ved funktion af overstyringskredsløbet gøres styresignalerne (S_1, S_2) uvirksomme, og portkoblingen (13) omkobles til en forudbestemt koblingstilstand.

9. Styrekredsløb ifølge et af kravene 4-8, k e n d e t e g n e t v e d, at varigheden af overstyringstiden er kortere end et startsignal (B = O).

10. Styrekredsløb ifølge et af kravene 1-9, k e n d e t e g n e t v e d, at overstyringskredsløbet (14) har et tidsled (29; 29') og et af dette påvirket sammenknytningsled (31, 31'), som i afhængighed af tidsleddets (29; 29') udgangssignal spærrer følerens (7) styresignal (S_1), omkobler portkoblingen (13) og frigiver igen begge efter overstyringstidens udløb.

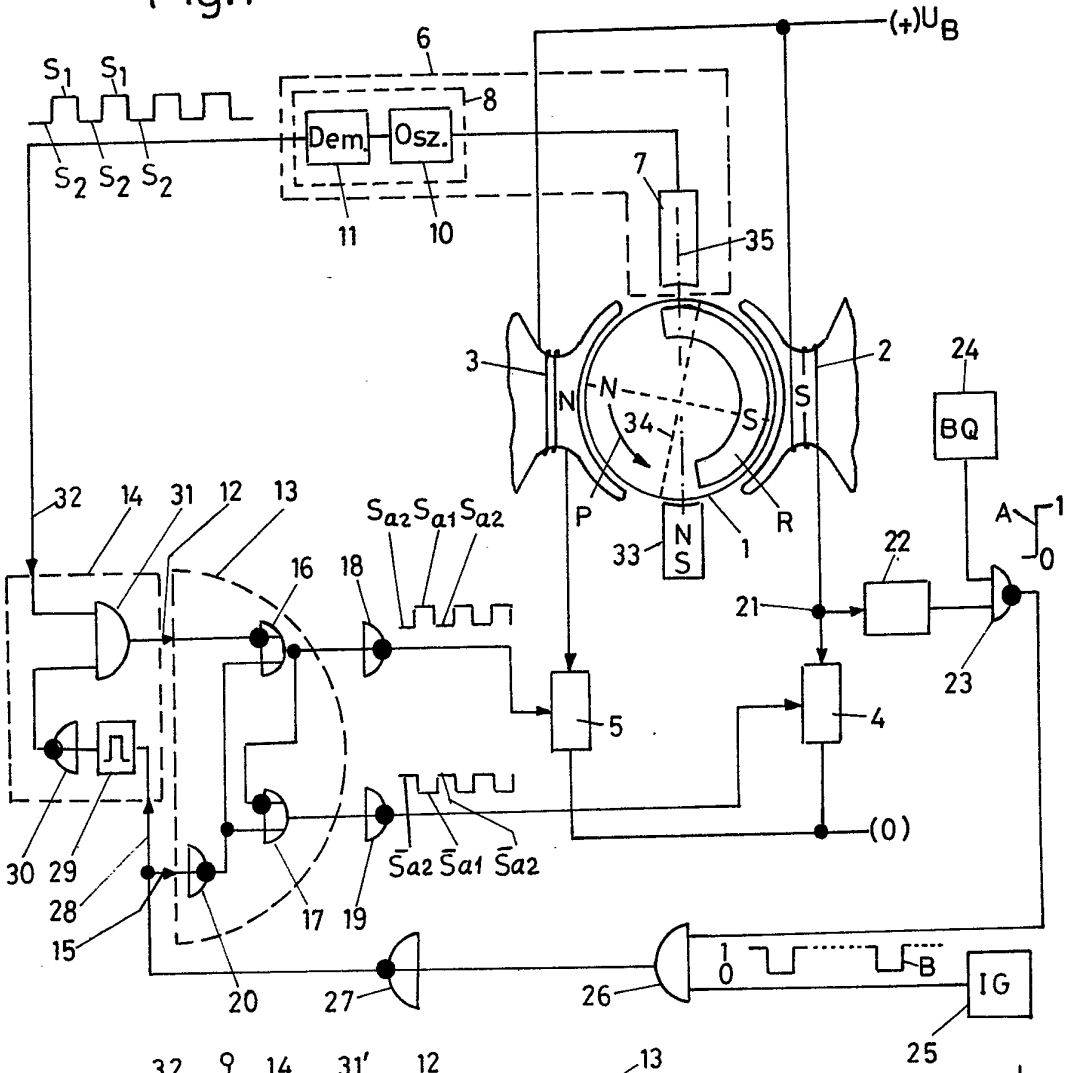
11. Styrekredsløb ifølge krav 4 og 10, k e n d e t e g n e t v e d, at tidsleddet (29; 29') kan udløses i afhængighed af det portkoblingens (13) tastindgang (15) tilførte signal, og overstyringskredsløbet (14) påvirker portkoblingens (13) overførelsesindgang (12).

12. Styrekredsløb ifølge krav 10 eller 11, k e n d e t e g n e t v e d, at tidsleddet (29, 29') indeholder et differentierende RC-led, og at der mellem sammenknytningsleddet (31; 31') og tidsleddet (29, 29') ligger et omkoblingstrin (30).

Fremdragne publikationer:

DE offentliggørelsesskrift nr. 2428718
DE fremlæggelsesskrift nr. 1108312
US patent nr. 4065706.

Fig.1



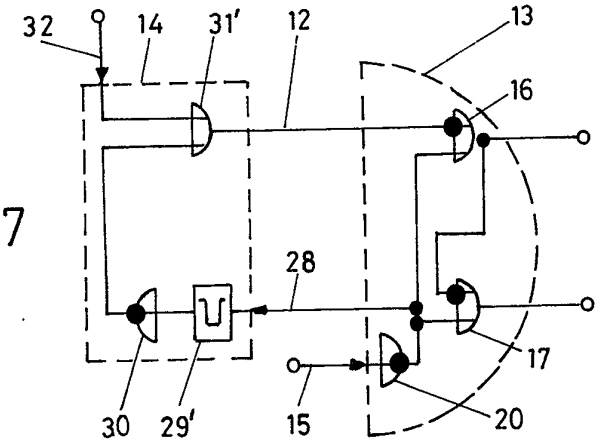


Fig.7

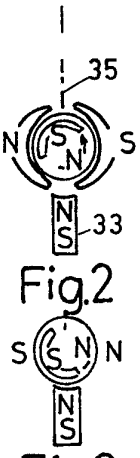


Fig.2

Fig.3



Fig.4

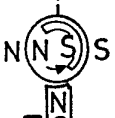
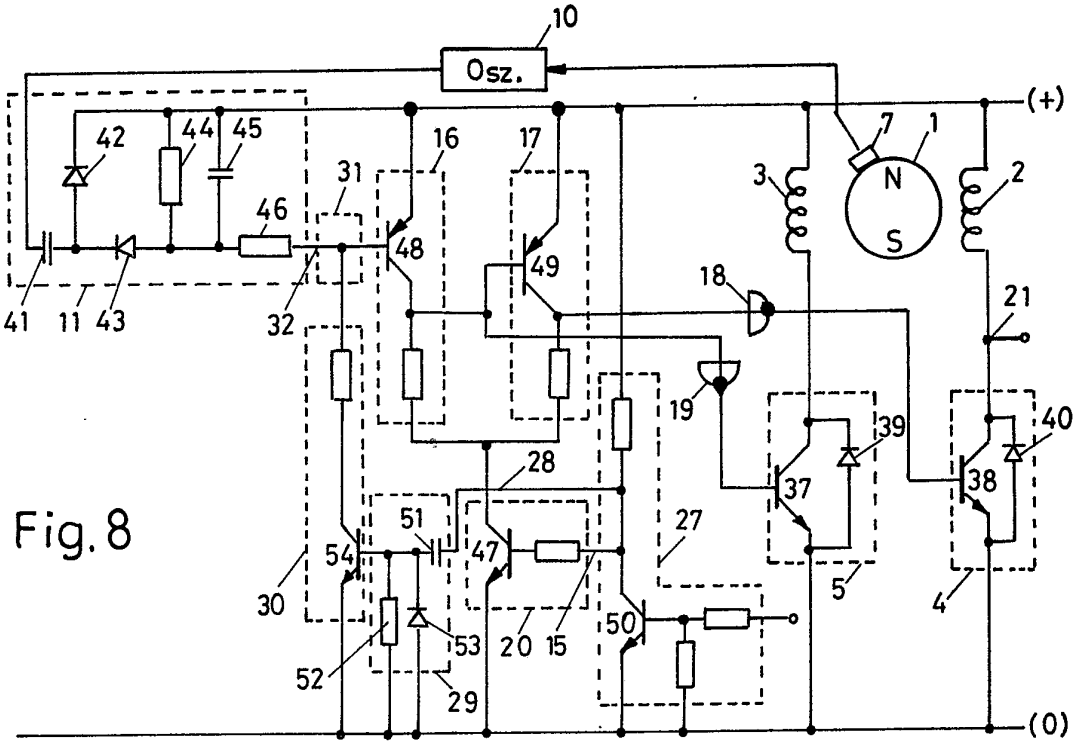


Fig.5



Fig.6


10
Osz.
(+)
42
44
45
46
31
16
17
7
1
3
N
S
2
41
11
43
32
48
49
18
21
19
39
40
28
37
38
Fig. 8
51
54
47
27
30
5
4
50
52
53
20
15
29
(0)

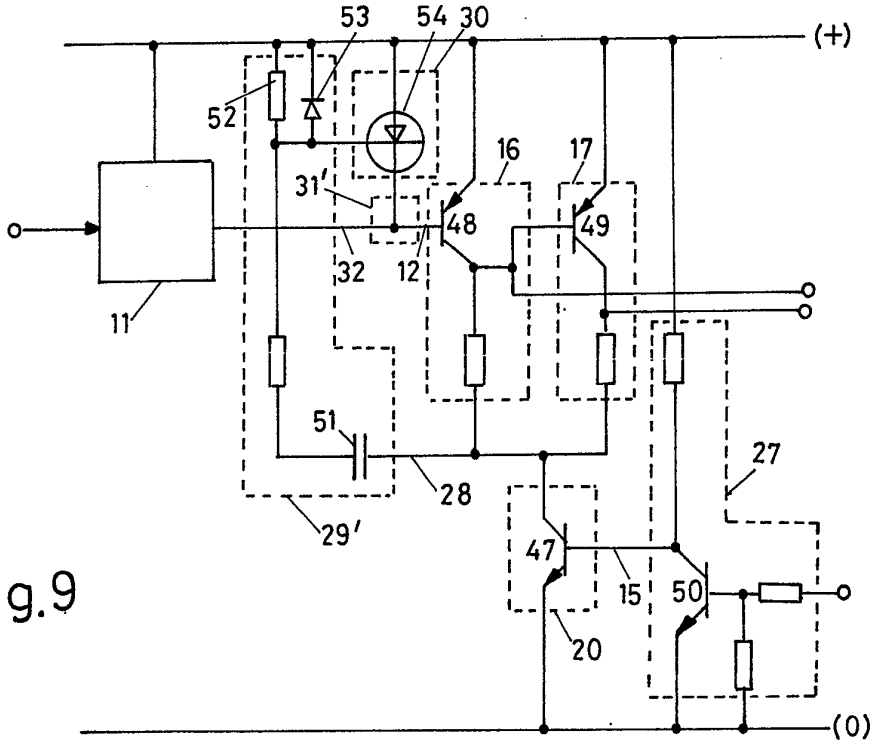

53
54
30
(+)
52
16
17
31'
48
49
32
12
11
51
27
28
29'
47
15
50
20
(0)

Fig. 9