

(19)



SUOMI - FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN
FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 923826 A7**

(12) **JULKISEKSI TULLUT PATENTTIHAKEMUS
PATENTANSÖKAN SOM BLIVIT OFFENTLIG
PATENT APPLICATION MADE AVAILABLE TO THE
PUBLIC**

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application **923826**

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification
**H02K 16/00
H02K 19/14**

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **26.08.1992**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **26.08.1992**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **01.03.1993**

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date **13.06.2019**

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet - Priority

28.08.1991 JP 3-244632

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 •Satake Corporation, 7-2, Sotokanda 4-chome Chiyoda-ku, Tokyo 101, Japan, JAPANI, (JP)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 •Satake, Toshihiko, Hiroshima-ken, JAPANI, (JP)

2 •Onogi, Yukio, Hiroshima-ken, JAPANI, (JP)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Kolster Oy Ab, Salmisaarenaukio 1, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention

Harjaton kaksistaattorinen tahtimoottori

Borstlös synkronmotor med två statorer

Harjaton kaksistaattorinen tahtimoottori

Keksinnön tausta

1. Keksinnön ala

5 Keksintö koskee harjatonta tyyppiä olevaa induktiosynkronimoottoria.

2. Tunnetun tekniikan kuvaus

10 Synkronimoottoreissa tarvitaan yleensä käynnistimen roottorin kiihdyttämiseksi staattorikäämityksen muodostamien pyörivien magneettikenttien pyörimisnopeuteen, joka on suunnilleen synkronisen nopeuden suuruinen, ja laitetta toteuttamaan roottorikäämitysten tasajännitemagnetoinnin toteuttamiseksi normaalia käyntitoimintaa varten.

15 On suunniteltu induktiosynkronimoottori, jossa jätettäisiin pois käynnistyslaite ja jossa synkronimoottorissa itsessään on alkuvääntömomentti, niin että moottori pystyy ensiksi käynnistymään induktiomoottorina roottorikäämitysten ollessa oikosuljettuja, jolloin ei tarvita
20 mitään erityislaitetta moottorin käynnistämiseksi. Tällainen moottori edellyttää kuitenkin harjoja, koska roottorikäämitykset on magnetoitava tasavirralla moottorin synkronoimiseksi. Kun roottorin pyörintänopeus lähestyy synkroninopeutta, roottorikäämitysten oikosulkeminen vapautetaan niin, että tasavirta pääsee virtaamaan roottorikäämityksiin harjojen kautta ulkopuolisesta tasavirtalähteestä muodostaen sillä keinoin magneettinavat roottoriin. Näitä magneettinapoja vetävät puoleensa staattorikäämitysten muodostamat pyörivät magneettikentät, niin
25 että roottori saadaan kiertämään synkroninopeudella. Harjat edellyttävät huoltotarkastuksia ja aiheuttavat ylimääräisiä kustannuksia huollossa, niin että harjattoman muodon sisältävän synkronimoottorin kehittämistä on toivottu suuresti.
30

Koska tavanomaiset synkronimoottorit ovat harjattomia, on olemassa kestopagneettityyppejä tai reluktanssimoottoreita, mutta kaikki nämä ovat pienitehoisia moottoreita, koska induktiokäynnistys ei ole mahdollista ja alkuvääntömomentti on pieni. Tällaisissa induktiotyyppisissä moottoreissa on haittoja, koska niissä olevat magneettiväylät ovat monimutkaisia, josta seuraa moottorikoon suureneminen. Sama pätee moottoreihin, joissa käytetään vaihtovirtamagnetointilaitetta ja pyörivää tasasuuntajaa. Harjattomassa kolmivaiheisessa synkronimoottorissa, jossa käytetään harmonista magneettikenttää invertterin kanttiaaltojännitteen kautta siten, että siinä diodi kytketään roottorikäimitykseen, on se haitta, että roottorin magneettinen magnetointiteho on riittämätöntä eikä teho ole tarpeeksi suurta.

Tunnetaan myös harjaton kolmivaiheinen itsemaagneitoituva synkronimoottori. Tällaisessa moottorissa yksi diodi sijoitetaan kolmivaiheisten staattorikäymysten yhteen vaiheeseen, jolloin staattinen magneettikenttä superponoidaan positiivisen vaihekomponentin pyörivän magneettikentän päälle ja staattisesta magneettikentästä johtuva vaihtovirtajännite indusoidaan roottorikäimitykseen pyörimään synkronisella nopeudella. Saattamalla näin indusoitu jännite tasasuunnatuksi diodilla, roottorikäimitys tasavirtamagnetoidaan ja magneettisen kentän positiivinen vaihekomponentti toimii muodostaen tällöin synkronisen vääntömomentin. Tällaisen moottorin haittana on kuitenkin se, että induktion käynnistäminen on mahdotonta, koska käynnistys toteutetaan pyörrevirroilla ja itse alkuvääntömomentti on pieni.

Keksinnön yhteenveto

Keksinnön tarkoituksena on sen takia ratkaista tavanomaiseen synkronimoottoriin liittyvät ongelmat ja muodostaa parannettu synkronimoottori.

Keksinnön toisena tarkoituksena on muodostaa synkronimoottori, jolla voidaan muodostaa ei vain suuri synkronointivääntömomentti vaan myös suuri alkuvääntömomentti.

5 Keksinnön vielä eräänä muuna tarkoituksena on muodostaa synkronimoottori, jossa ei tarvita lainkaan käynnistintä eikä harjoja.

Keksinnön erään kohdan mukaisesti on muodostettu induktiosynkronimoottori, johon kuuluu

10 yhtenäinen roottori, jossa on ensimmäinen ja toinen avonapatyypinen roottorinsydän, jotka kumpikin on asennettu kiinteästi yhteiselle roottoriakselille ennalta määrätyn välin päähän toisistaan; ensimmäinen ja toinen roottorikäänitys on käämitty ensimmäiselle ja toiselle roottorisydämelle vastaavasti, joista akselisuunnassa kohdakkain 15 olevat ensimmäisen roottorin käänitykset ja toisen roottorin käänitykset on kytketty sarjaan; joukko diodeja, joista kukin on kytketty rinnakkain ensimmäisen ja toisen roottorin käänitysten sarja-kytkentäkohtien väliin; joukko roottorijohtimia on muodostettu ensimmäisen ja toisen 20 roottorin sydämen kehille ulottuen niiden läpi; ja pari oikosulkurenkaita oikosulkemaan koko roottorijohdinjoukon kummatkin päät;

25 ensimmäinen ja toinen staattori on sovitettu olemaan vastaavasti ensimmäistä ja toista avonapatyypistä roottorisydäntä vastaan ja napojen määrä on niissä sama kuin ensimmäisessä ja toisessa roottorisydämessä;

30 jännitteen vaiheensiirtolaite, joka muodostaa välillisesti 0° :n suuruisen vaihe-eron käynnistystä ja kiihdytystä varten ja 180° :n suuruisen synkronikäyntiä varten ensimmäisen avonapatyypisen roottorisydämen ympärille syntyvän pyörivän magneettikentän vaiheen, joka roottorisydän on ensimmäisen staattorin kohdalla, ja toisen avonapatyypisen roottorisydämen ympärille syntyvän magneettikentän vaiheen välille, joka roottorisydän on 35 toisen staattorin kohdalla, ja

tasavirtamagnetointipiirit on sovitettu olemaan ensimmäisen ja toisen avonapatyypin roottorisydämen kohdalla, joissa napojen lukumäärä eroaa ensimmäisen ja toisen staattorin vastaavasta määrästä, ja tasavirtamagnetointipiirit on tarkoitettu magnetoimaan ollessaan synkronikäynnissä akselin suunnassa kohdalla olevat ensimmäisen roottorin käämitykset ja toisen roottorin käämitykset vastakkaisiin napaisuuksiin.

Induktiomoottorissa käytetty jännitteen vaiheensiirtolaite, jossa on useita staattoreita, on selostettu yksityiskohtaisesti JP-patenttihakemuksessa nro Sho 61/1968)-12 8314, merkitty samalle hakijalle kuin esillä olevassa hakemuksessa.

Edellä esitetyssä moottorissa moottori käynnistetään tavallisena induktiomoottorina jännitteen vaiheensiirtolaitteen toiminnalla. Jännitteen vaiheensiirtolaite saa mainituissa kahdessa roottorikämmityksessä indusoidut jännitteet ja usean roottorijohtimen jännitteet samaan vaiheeseen johtuen mainitun kahden staattorikämmityksen muodostamista, vaiheessa pyörivistä magneettikentistä, eli mahdollistamaan sen, että virrat, jotka kiertävät vastavasti näiden kahden sarjaan kytketyn roottorikämmityksen välillä sekä useiden roottorijohtimien kesken, pääsevät kulkemaan ja siten sen, että tällaiset virrat eivät pääse virtaamaan roottorikämmityksien kytkentäkohtien väliin kytkettyihin diodeihin.

Kun moottori on käynnistetty, kun roottorin pyörintänopeus kiihtyy ja lähestyy pyörivän magneettikentän nopeutta, joka on synkroninopeus, jolloin pyörivistä magneettikentistä aiheutuva roottorinkämeissä indusoitu jännite tulee pieneksi. Tähän asti moottori on toiminut induktiomoottorina, mutta kun jättämä S lähestyy arvoa $S = 0,05$, moottori saatetaan synkronikäyntiin. Se miten tämä kehittyy, selitetään seuraavassa.

Ensiksi, jännitteen vaiheensiirtolaitteen toiminnan avulla muodostetaan 180° :n suuruinen vaihe-ero sen pyörivän magneettikentän vaiheen, joka on muodostunut sen roottorisydämen ympärille, jota toinen kahdesta mainitusta staattorista ympäröi, ja sen pyörivän magneettikentän vaiheen välille, joka on muodostunut sen roottorisydämen ympärille, jota toinen mainitusta kahdesta staattorista ympäröi. Kun tämä on tapahtunut, ne virrat, jotka ovat kiertäneet sarjaan kytkettyjen roottorikämmitysten välillä ja roottorijohdinten kesken vastaavasti, eivät enää virtaa siellä vaan ne virtaavat roottorikämmitysten kytkentäpisteiden väliin kytkettyjen diodien läpi eikä virtoja virtaa roottorijohtimissa.

Kun staattoreihin muodostetut tasavirtamagnetointikämmitykset saadaan toimimaan yhdessä jännitevaihteen siirtolaitteen kanssa, magnetointikämmitykset muodostavat staattisia magneettikenttiä ja roottorikämmitykset liittyvät keskenään yhteyteen sellaisten staattisten magneettikenttien kanssa, jolloin indusoidaan vaihtovirtajännitteet. Tämä vaihtojännite kasvaa sitä mukaa kuin roottorin kiertonopeus kasvaa. Mainittuun kahteen staattoriin muodostetut tasavirtamagnetointipiirit lukitaan keskenään jännitevaihteen siirtolaitteella siten, että tasavirtamagnetointikämmitysten muodostamat staattiset magneettikentät magnetisoivat roottorisydämien avonavat samassa suhteellisessa asennossa akselin suuntaan vastakkaisiin napaisuuksiin nähden, kun jännitteen vaiheensiirtolaitteen vaihe-ero on 180° . Erityisesti indusoituja vaihtojännitteitä käytetään mainitun kahden roottorikämmityksen kytkentäkohtien väliin kytkettyyn diodiin ja niinpä tasasuunnatut virrat virtaavat vastaavissa roottorikämmityksissä, jolloin magneettinaavat muodostuvat roottorisydämien avonapoihin. Näin muodostettuja magneettinapoja vetävät puoleensa pyörivät magneettikentät, joiden vaihe-ero on 180° , jotka

ovat staattorikäämitysten muodostamia ja näin roottori saadaan pyörimään synkronisella nopeudella.

Tässä yhteydessä on ajateltava synkronista vääntömomenttia. Yhden tai kummankin staattorikäämityksen muodostaman pyörivän magneettikentän vaihe vaihemuutetaan 180°:lla pyörivän magneettikentän vastaavaan arvoon nähden, jonka muodostaa toinen mainitusta kahdesta staattorikäämityksestä, mutta johtuen tasavirtamagnetointikäämitysten muodostamista staattisista magneettikentistä niiden virtojen suunta, jotka virtaavat sen roottorin roottorikäämeihin, jotka ovat yhteen staattoriin päin ja jotka on tasasuunnattu diodilla, on vastakkainen niiden virtojen suuntaan nähden, joiden virtaus on sen roottorin roottorikäämityksiin, jotka ovat toiseen staattoriin päin ja ovat saman diodin tasasuuntaamia. Siten synkronivääntömomentit mainitussa kahdessa roottorisydämessä ovat samansuuntaisia, josta on seurauksena synkronisten vääntömomenttien yhdistäminen niin, että vaikka on kaksi staattoria, keksinnön mukaisen harjattoman induktiosynkronimoottorin kokonaiskapasiteetti on yhtä suuri kuin sellaisen tavanomaisen induktiosynkronimoottorin kapasiteetti, jossa on harjat.

Piirustusten lyhyt selostus

Edellä esitetyt ja muut esillä olevan keksinnön tavoitteet, ominaisuudet ja edut käyvät ilmi keksinnön seuraavasta edullisen toteutuksen selostuksesta viitaten oheisiin piirustuksiin, joissa

kuvio 1 on kaavio ja esittää keksinnön mukaisen harjattoman induktiosynkronimoottorin johdotusliitäntöjä, joista jotkut roottoriosat on jätetty pois,

kuvio 2 on kaavio, joka esittää kaaviomaisesti keksinnön mukaisessa moottorissa käytettyä jännitteen vaiheensiirtolaitetta,

kuvio 3 on perspektiivikuva järjestelystä harjattoman induktiosynkronimoottorin roottoripuolella esillä olevan keksinnön mukaisesti, ja

kuvio 4 on käyrä, joka esittää esimerkin harjattoman induktiosynkronimoottorin vääntömomenttiominaisuuksista keksinnön mukaisesti.

Edullisen toteutuksen selostus

5 Seuraavassa liittyen oheisiin piirustuksiin selitetään esillä olevan keksinnön eräs toteutus, mutta on otettava huomioon, että keksintöä ei rajoiteta toteutukseen. Esimerkiksi staattorikäämitysten kytkentä voi olla mikä tahansa, yhdensuuntainen, sarja-, tähti- ja deltakytkentä. Vaiheet voivat myös kaksivaiheisia, kolmivaiheisia tai muita monivaiheisia.

Saman hakijan nimelle merkitty hakemus, kuten esillä olevassa sovelluksessa, on esitetty yksityiskohtaisesti sellaisen induktiomoottorin järjestely ja toiminta, jossa 15 on useita staattoreita, joka järjestely sisältyy esillä olevan keksinnön mukaiseen moottoriin JP-patenttihakemuksessa nro Sho 61(1986)-12 8314. Esimerkiksi, kuten siinä selostetaan, virrat, jotka virtaavat roottorin johtimissa, kiertävät niiden läpi, kun yhden staattorin kohdalla olevan roottorin ympärille muodostuneen pyörivän magneettikentän ja toisen staattorin kohdalla olevan roottorin ympärille muodostuneen pyörivän magneettikentän välinen vaihe-ero on tehty esimerkiksi vaiheessa olevaksi tai 20 0°:ksi elektriseen kulmaan vaihesiirtolaitteen toiminnan avulla, ja ne virrat, jotka virtaavat roottorin johtimissa, virtaavat roottorijohtimia keskenään yhdistävien osien läpi, jotka osat on järjestetty olemaan mainitun kahden roottorisydämen välille, kun vaihe-ero tehdään esimerkiksi 180°:ksi elektriseen kulmaan.

30 Edellä referoitu patenttihakemus osoittaa, että jännitteen vaiheensiirtolaite on sellainen, jossa yksi staattoreista siirretään pyörivästi toiseen staattoriin nähden, ja toinen, jossa staattorikäämitysten kytkennät muutetaan kytkinlaitteella. Esillä olevassa keksinnössä 35 käytetty jännitteen vaihesiirtolaite on sellainen, jossa

staattorikäämitysten kytkennät muutetaan, koska tällaisella järjestelyllä muutos 0° :sta 180° :seen sähköisessä kulmassa voidaan toteuttaa hetkittäisesti, niin että nopeuden muutos synkroniseen nopeuteen helpottuu. Myös siellä missä on muodostettu ja yhdistetty keskenään pyörintänopeuden havaitseva anturi, tasavirtamagnetointikäämitys, säädin jännitteen vaiheensiirtolaitetta varten, nopeuden muutos synkroniseksi nopeudeksi voidaan toteuttaa automaattisesti niin, että jopa silloin kun tapahtuu moottorin poikkeamista vaiheesta, synkroninen moottorin toiminta voidaan hetkittäin muuttaa induktiomoottoritoimintaan anturista tulevalla signaalilla, joka havaitsee pyörintänopeuden, ja tällä voidaan ehkäistä onnettomuuden sattuminen, joka voi muutoin sattua tavallisessa synkronimoottorissa johtuen moottorin vaihepoikkeaman aiheuttamasta äkkipysähdyksestä.

Induktiosynkronimoottorin toteutusmuotoa keksinnön mukaisesti selostetaan seuraavassa viitaten kuvioihin 1, 2 ja 3. Kuviossa 1 luku 20 tarkoittaa moottorin staattoripuolta ja luku 30 tarkoittaa sen roottoripuolta niin, että jotkut osat on jätetty pois piirustuksista.

Ensiksi selostetaan staattoripuoli 20. Staattoripuolella 20 on kaksi staattorikäämitystä 21, 22, joista kumpikin on kytketty tähtikytkennällä ja on yhdensuuntaisesti kytketty kolmivaiheisiin vaihtovirtalähteisiin R, S ja T. Roottoripuolella 20 on muodostettu tasavirtamagnetointikäämitykset 41 tasavirtamagnetointipiirejä 40 varten riippumattomasti staattorikäämityksistä 21, 22. Nyt pitäisi ottaa huomioon, että staattorikäämitysten 21, 22 ja tasavirtamagnetointikäämitysten 41 napojen määrät poikkeavat toisistaan. Esimerkiksi staattorikäämitysten 21, 22 napojen määrä on 4 napaa ja tasavirtamagnetointikäämitysten 41 lukumäärä on 6. Näin tehden siellä, missä syötetään kolmivaiheista tasavirtaa staattorin käämityksiin 21, 22 ja edelleen tasavirtaa syötetään tasavirtamagnetointikäämityksiin 41, vaihtovirran muodostamien vaihtomagneettivir-

tojen ja tasavirran muodostamien staattisten magneettivirtojen välillä ei ole interferenssiä, koska napojen lukumäärät eroavat toisistaan.

Seuraavaksi selostetaan moottorin roottoripuolta

5 30. Roottoripuolella 30 roottorisydämet 31, 32 on asennettu kiinteästi yhteiseen pyörivään akseliin 10 ja muodollaan ne ovat avonapatyypiksiä roottorisydämiä, joissa on vastaavasti samat 4 napaa kuin em. staattorikäämeissäkin 21, 22. Roottorin ytimien 31, 32 avonavoissa on niille

10 vastaavasti käämitetyt roottorin käämitykset 33, 34. Roottorin käämitykset 33, 34 on liitetty sarjaan toisiinsa niin, että akselin suuntaiset rinnakkaiset roottorikäämitykset 33, 34 on liitetty yhteen ja diodit 35 on kytketty rinnakkain roottorikäämitysten 33, 34 vastaavien kytkentä-

15 pisteiden välille. Kuviosta 1 poisjätetty osa selostetaan edelleen liittyen kuvioon 3, joka esittää roottorin sivusta 30 perspektiivikuvan. Kuten siinä nähdään, useita roottorijohtimia 36, 37, jotka menevät roottorisydämien 31, 32 kautta, on muodostettu roottorisydämien 31, 32 kehille ja

20 pari oikosulkurengasta 38, 39 on vastaavasti muodostettu roottorijohdinten 36, 37 kumpaankin päähän, jolloin muodostuu oikosulkuankkurityyppinen roottorijohdin.

Em. järjestelyssä, jossa on staattorikäämitykset 21, 22, roottorikäämitykset 33, 34 ja roottorijohtimet 36,

25 37, oletetaan, että staattorikäämityksen 21 kohdalla oleva, roottorikäämityksissä 33 indusoitu jännite on E_1 ja vastaavasti roottorijohtimissa 36 indusoitu jännite on E_2 . Oletetaan myös, että staattorikäämityksen 22 kohdalla oleva roottorikäämityksissä 34 indusoitu jännite on $E_1^{j^0}$ ja

30 samoin roottorijohtimissa 37 indusoitu jännite on $E_2^{j^0}$. Tällöin θ on jännitteiden välisten kulmien vaihe-ero.

Seuraavaksi liittyen kuvioon 2 selostetaan esimerkiksi esillä olevan keksinnön mukaisessa moottorissa käytetystä jännitteen vaiheensiirtolaitteesta Tätä toteutusta

35 varten jännitteen vaiheensiirtolaite selostetaan sellaise-

na, että se on roottorikäämityksessä 22, mutta se voi tietenkin olla roottorikäämityksessä 21. Tässä esitetty jännitteen vaiheensiirtolaite on sähkökäyttöinen laite, jossa käämityksen napaisuudet muutetaan kytkemällä joukko kytkimiä 26 vaihe-eron saamiseksi. Erikoisesti sekä kolmi- että nelivaihenapaisten staattorikäämitysten päissä on joukko kytkimiä 26 vastaavasti ja sekä virransyöttölähteissä R, S, T että tähtikytkennän nollapisteessä on vastaavasti kytkentäpäätteet. Näin ollen kuviossa 2, kun kytkimet 26 on kytketty samanaikaisesti niiden B-puolen kosketuksiin niiden A-puolen kosketuksista, muodostuu 180° :n vaihe-ero staattorikäämityksen 21 roottorisydämen 31 ympärille muodostaman pyörivän magneettikentän vaiheen ja staattorikäämityksen 22 roottorisydämen 32 ympärille muodostaman pyörivän magneettikentän vaiheen kesken.

Sitten selostetaan em. muotoisen moottorin toimintaa. Moottorin käynnistämiseksi jännitteen vaiheensiirtolaitteen 25 kytkimet 26 kytketään niiden A-puolen kontakteihin niin, että oikosulkuankkuriroottorin roottorijohtinten 36 ja 37 väliin muodostettu vaihe-erokulma θ ja roottorikäämitysten 33 ja 34 väliin muodostettu vast. kulmaksi tulee $\theta = 0^\circ$. Tällä tavalla kolmivaihevirrat virtaavat kolmivaihevirtalähteistä R, S ja T staattorikäämityksiin 21, 22 niin, että vaiheessa olevat pyörivät magneettikentät syntyvät vastaavasti roottorisydämien 31, 32 ympärille ja jännitteet johdetaan roottorijohtimiin 36, 37 ja myös roottorikäämityksiin 33, 34. Tässä tapauksessa koska johdettujen jännitteiden vaihe-erokulma θ on nolla, eli $\theta = 0^\circ$, virrat kiertävät roottorijohtimissa 36 ja 37 oikosulkurenkaiden 38 ja 39 läpi, jotka ovat roottorijohtimien 36, 37 kummassakin päässä, ja virta kulkee roottorikäämityksissä 33 ja 34 niin, että ne kiertävät roottorikäämityksen 33 ja roottorikäämityksen 34 välillä nuolten esittämällä tavalla kiinteillä viivoilla.

Sen takia pitäisi huomata, että diodeissa 35, jotka kytketään roottorikämmitysten 33, 34 kytkentäpisteiden välille, ei kulje virtaa.

Näin saatu alkuvääntömomentti on yhdistelmä induktiomoottorin vääntömomenttiominaisuuksista johtuen niistä roottorijohtimista 36, 37, jotka muodostavat oikosulkuankuriroottorin ja roottorikämmityksistä 33, 34 johtuvan induktiomoottorin alkuvääntömomentin ominaisuuksista. Tällaisella alkuvääntömomentilla, kuten kuviosta 4 nähdään, moottori käynnistyy samoilla alkuvääntömomenttiominaisuuksilla kuin tavanomaisissa induktiomoottorissa eikä se edellytä mitään erikoislaitetta, kuten starttia.

Kun moottori on saatu käynnistetyksi, kun pyörintänopeus kiihtyy, jättämä S pienenee ja roottorijohtimissa 36, 37 indusoitu jännite E_2 ja roottorikämmityksissä 33, 34 indusoitu jännite E_1 muodostuvat pieniksi.

Moottorin toiminta em. tarkoituksessa on induktiomoottorin kaltainen ja, kun jättämä S lähestyy arvoa $S = 0,05$, moottori saatetaan sen synkroniseen toimintaan. Ensiksi jännitteen vaiheensiirtolaitteen 25 kytkimet 26 kytketään niiden B-puolen kosketuksiin niin, että säädetään vaihe-erokulma mainitun kahden staattorikämmityksen 21, 22 muodostaman kahden pyörivän magneettikentän välille arvoon 180° . Tällä tavalla roottorijohdinten 36, 37 ja roottorikämmien 33, 34 indusoiduissa jännitteiden vaihe-erokulmasta θ tulee $\theta = 180^\circ$.

Siten indusoitujen jännitteiden kokonaisjännite E roottorijohtimissa 36, 37, jotka jännitteet on muodostettu mainitulla kahdella pyörivällä magneettikentällä, muodostuu seuraavaksi:

$$E = E_2 + E_2 e^{j180^\circ} = E_2 - E_2 = 0,$$

niin että roottorijohtimissa 36 ja 37 ei enää virtaa sähkövirtoja.

Samoin ne virrat, jotka ovat virranneet roottorikämmityksestä 33 roottorikämmitykseen 34, eivät enää virtaa. Kuitenkin, koska vastaavien pyörivien magneettikenttien indusoimista jännitteistä vastaavissa roottorikämmityksissä 33, 34 vaihe-erokulman ollessa $\theta = 180^\circ$ on tullut E_1 , $-E_1$, pitäisi ottaa huomioon, että roottorikämmityksissä 33, 34 virtaavat sähkövirrat virtaavat roottorikämmitysten kytkentäpisteiden välille rinnakkain kytkettyjen diodien 35 läpi ja niiden tasasuuntaamat virrat kulkevat roottorikämmityksessä 33 ja 34. Sen takia moottorin, kuten induktiomoottorin, toiminta menee hukkaan.

Tässä kohdin tasavirtamagnetointipiirit 40, jotka ovat staattoripuolella, saadaan toimimaan. Eli silloin kun tasavirtamagnetointikämmitykset 41 muodostavat staattiset magneettikentät roottorisydämien 31, 32 ympärille, roottorijohtimet 36, 37 ja roottorikämmitykset 33, 34 yhdistyvät keskenään tällaisilla staattisilla magneettikentillä niin, että vaihtojännitteet indusoituvat niissä. Koska tasavirtamagnetointipiirit 40 ovat keskenään lukituksissa jännitteen vaiheensiirtolaitteen 25 kanssa, vaihtovirtajännitteiden vaihe-erokulmaksi tulee θ , joka on indusoitu oikeuskulkuankkuriroottorijohtimissa 36, 37 staattisilla magneettikentillä ja samojen staattisten magneettikenttien roottorikämmityksissä 33, 34 indusoimien vaihtovirtajännitteiden vaihe-erokulmaksi tulee $\theta = 180^\circ$. Tästä seurauksena roottorijohtimissa 36, 37 ei virtaa sähkövirtoja, koska indusoitu kokonaisjännite $\underline{E}$ on $E = E_2 - E_2 = 0$. Toisaalta pitäisi muistaa, että roottorikämmityksissä 33, 34 virtaa sähkövirtoja roottorikämmityksen kytkentäkohtien välille kytkettyjen diodien 35 kautta, jotka virrat perustuvat staattisista magneettikentistä johtuviin vaihtojännitteisiin ja ne tasasuunnataan diodeilla 35, jolloin muodostuu magneettinapoja roottorisydämien 31, 32 avonapoihin. Näin muodostuneita magneettinapoja vetävät puoleensa staattorikämmitysten 21, 22 muodostamat pyörivät magneet-

tikentät ja niinpä roottori saadaan pyörimään synkronoidulla nopeudella.

Näin saatu synkroninen vääntömomentti on esitetty kuvion 4 käyrässä. Koska tämä synkroninen vääntömomentti on suhteessa em. staattisen magneettikentän suuruuteen, on helppo tehdä synkronisesta vääntömomentista suuri keksinnön moottoriin. Mitä tulee synkroniseen vääntömomenttiin, synkronisen toiminnan aikana staattorikäämityksen 22 muodostama pyörivä magneettikenttä vaihennutetaan 180°:lla staattorikäämityksen 21 vastaavalla käyttäen jännitteen vaiheensiirtolaitetta 25 ja myös staattisesta magneettikentästä johtuva roottorikäämityksessä 34 indusoitu vaihtovirtajännite vaihennutetaan 180°:lla roottorikäämityksessä 33 olevaan, niin että tasasuunnatut virrat virtaavat siihen suuntaan, etteivät ne kiertäisi roottorikäämityksissä 33, 34, vaan virtaavat diodien 35 kautta vastaavista roottorikäämityksistä 33, 34, kuten nähdään nuolista pisteviivoineen. Siten näissä kahdessa roottorisydämessä olevat synkroniset vääntömomentit ovat samaan suuntaan johtaen synkronisten vääntömomenttien yhteenlaskemiseen niin, että vaikka on kaksi staattoria, keksinnön mukaisen harjattoman induktiosynkronimoottorin kokonaiskapasiteetti on yhtä suuri kuin harjoin varustetun tavanomaisen induktiosynkronimoottorin kapasiteetti.

Kuten edellä selostetusta voidaan ymmärtää, keksinnön mukaisella harjattomalla induktiosynkronimoottorilla muodostetaan suuri alkuvääntömomentti, koska moottori käynnistyy samalla periaatteella kuin tavanomainen induktiomoottori ja siksi moottori ei tarvitse mitään sellaista käynnistävää laitetta, kuten käynnistin. Toisaalta synkronisen toiminnan aikana, koska roottorikäämitykset toimivat magnetointikäämityksinä, eli kenttäkäämeinä, esillä olevalla keksinnöllä voidaan saada synkronimoottori, jolla muodostetaan suuri vääntömomentti ja joka ei tarvitse huoltoa niin kuin harjat.

Esillä olevan keksinnön on selitetty olevan sellainen, jossa jännitteen vaiheensiirtolaite, jolla saadaan vaihe-ero kummankin roottorikäämituksen indusoitujen jännitteiden kesken, käyttää laitteita, joilla vastaavavaiheisten staattorikäämitysten kytkentöjä muutetaan, eli kaikkien kolmen staattorikäämituksen kummankin pään kytkennät käännetään päinvastaisiksi samanaikaisesti. On kuitenkin mahdollista muuttaa vaihe-erokulmaa mekaanisella laitteella, jossa yhtä staattorisydäntä kierretään suhteellisesti pyörintäakselin ympäri toiseen staattorisydämeen nähden, jolloin vaihe-erotuksen muutos arvosta $\theta = 0^\circ$ arvoon $\theta = 180^\circ$ voidaan toteuttaa mekaanisesti.

Edelleen, vaikka tätä toteutusta on selostettu käyttämällä kaupallisesti saatavaa virtalähdettä, on muistettava, että voidaan käyttää säädettäväätaajuuksista tehonlähdettä invertterin kanssa moottorin käyttämiseksi halutulla synkronoidulla nopeudella.

Kuten edellä on selitetty, keksinnön mukaisessa harjattomassa induktiosynkronimoottorissa moottori käynnistyy samoilla vääntömomenttiominaisuuksilla kuin tavallisessakin induktiomoottorissa ja silloin, kun jättämä S lähestyy arvoa $S = 0,05$, nopeus muuttuu synkroniseen nopeuteen ja moottori kulkee synkronimoottorin vääntömomenttiominaisuuksien avulla. Koska ei tarvita sellaisia vehkeitä kuin käynnistin ja harjat, keksinnön mukainen harjaton induktiosynkronimoottori ei ole vain yksinkertainen rakenteeltaan tai muodoltaan vaan myös kykenee käynnistymään samoin vääntömomenttiominaisuuksin kuin tavanomainenkin induktiomoottori, niin että moottori voi käynnistyä ja toimia synkronisesti jopa kuormituksen alaisena.

Se seikka, että keksinnön mukaisessa harjattomassa induktiosynkronimoottorissa on sekä induktiomoottorin vääntömomenttiominaisuudet että synkronimoottorin ominaisuudet, tarkoittaa sitä, että tätä moottoria voidaan käyttää jommankumman tahansa em. vääntömomenttiominaisuuden

avulla. Tämä on merkittävää, koska jopa silloin kun moottori poikkeaa vaiheesta mistä tahansa syystä synkronoidun toiminnan aikana, moottori pystyy toimimaan niin, että vääntömomenttiominaisuudet muuttuvat synkroniominaisuuksista induktiomoottoriin, niin että moottori ei koskaan pysähdy äkkiä toisin kuin tavanomaisen synkronimoottorin ollessa kyseessä.

Niinpä esillä olevan keksinnön avulla voidaan saada aikaan synkronimoottori, jota ilman, että tarvitaan harjoja ja monimutkaista rakennetta, on helppo huoltaa ja jossa on suuri alkuvääntömomentti sekä suuri synkronivääntömomentti.

Samalla kun keksintöä on kuvattu sen edullisina suoritusmuotoina, on ymmärrettävä, että sanat, joita on käytetty, ovat kuvauksen sanoja pikemmin kuin rajoittavia sanoja, ja että oheisten patenttivaatimusten puitteissa olevat muutokset voidaan tehdä poikkeamatta keksinnön todellisesta laajuudesta ja hengestä sen laajemmissa merkityksissä.

Patenttivaatimukset:

1. Induktiosynkronimoottori, t u n n e t t u
siitä, että siihen kuuluu

5 yhtenäinen roottori, jossa on ensimmäinen ja toinen
avonapatyyppinen roottorisydän (31, 32), jotka kumpikin on
asennettu kiinteästi yhteiseen roottoriakseliin (10) en-
naltamäärätyn välin päähän toisistaan; ensimmäinen ja toi-
nen roottorikäänitys (33, 34) käämittyinä ensimmäiselle ja
10 toiselle roottorisydämelle vastaavasti, joista akselisuun-
nassa kohdakkain olevat ensimmäisen roottorin käänitykset
ja toisen roottorin käänitykset on kytketty sarjaan; jouk-
ko diodeja (35), joista kukin on kytketty rinnakkain en-
simmäisen ja toisen roottorikäänityksen sarjakytkentäpis-
teiden välille; joukko roottorijohtimia (36, 37), jotka on
15 sovitettu ensimmäisen ja toisen roottorisydämen kehälle ja
ulottuvat ensimmäisen ja toisen roottorisydämen lävitse;
ja pari oikosulkurenkaita (38, 39) oikosulkemaan mainitun
roottorijohdinjoukon kummatkin päät;

20 ensimmäinen ja toinen staattori (21, 22) sovitet-
tuina ensimmäistä ja vastaavasti toista avonapatyyppistä
roottorisydäntä (31, 32) vastaan niitä ympäröiden ja jois-
sa on sama määrä napoja kuin ensimmäisessä ja toisessa
roottorisydämessä,

25 jännitteen vaiheen siirtolaite (25), joka muodostaa
valikoivasti 0°:n suuruisen vaihe-eron käynnistämistä ja
kiihdyttämistä varten ja 180°:n suuruisen synkronikäyntiä
varten ensimmäisen avonapatyyppisen roottorisydämen (31)
ympäriälle syntyvän pyörivän magneettikentän vaiheen, joka
30 roottorisydän on ensimmäisen staattorin (21) kohdalla, ja
toisen avonapatyyppisen roottorisydämen (32) ympäriälle
syntyvän pyörivän magneettikentän vaiheen välille, joka
roottorisydän on toisen staattorin (22) kohdalla, ja

tasavirtamagnetointipiirit (40) on sovitettu ole-
35 maan ensimmäisen ja toisen avonapatyyppisen roottorisy-

dämen (31, 32) kohdalla, joissa on eri määrä napoja kuin ensimmäisessä ja toisessa staattorissa (21, 22), jotka tasavirtamagnetointipiirit ovat tarkoitetut magnetoimaan synkronikäynnissä akselin suunnassa, kohdalla olevat ensimmäisen roottorin käämitykset ja toisen roottorin käämitykset vastakkaisiin napaisuuksiin.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen induktiosynkronimoottori, t u n n e t t u siitä, että jännitteen vaiheensiirtolaitteeseen (25) kuuluu joukko kytkimiä (26) joko ensimmäisen tai toisen staattorikäämityksen (21, 22) yhteydessä suorittamaan vastaavat kytkennät nollapisteen (N) ja vastaavan verkkovaihejohdon (R, S, T) välille.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen induktiosynkronimoottori, t u n n e t t u siitä, että jännitteen vaiheensiirtolaite (25) on laite, jolla kierretään joko ensimmäistä tai toista staattoria (21, 22) toiseen staattoriin nähden.

FIG. 1

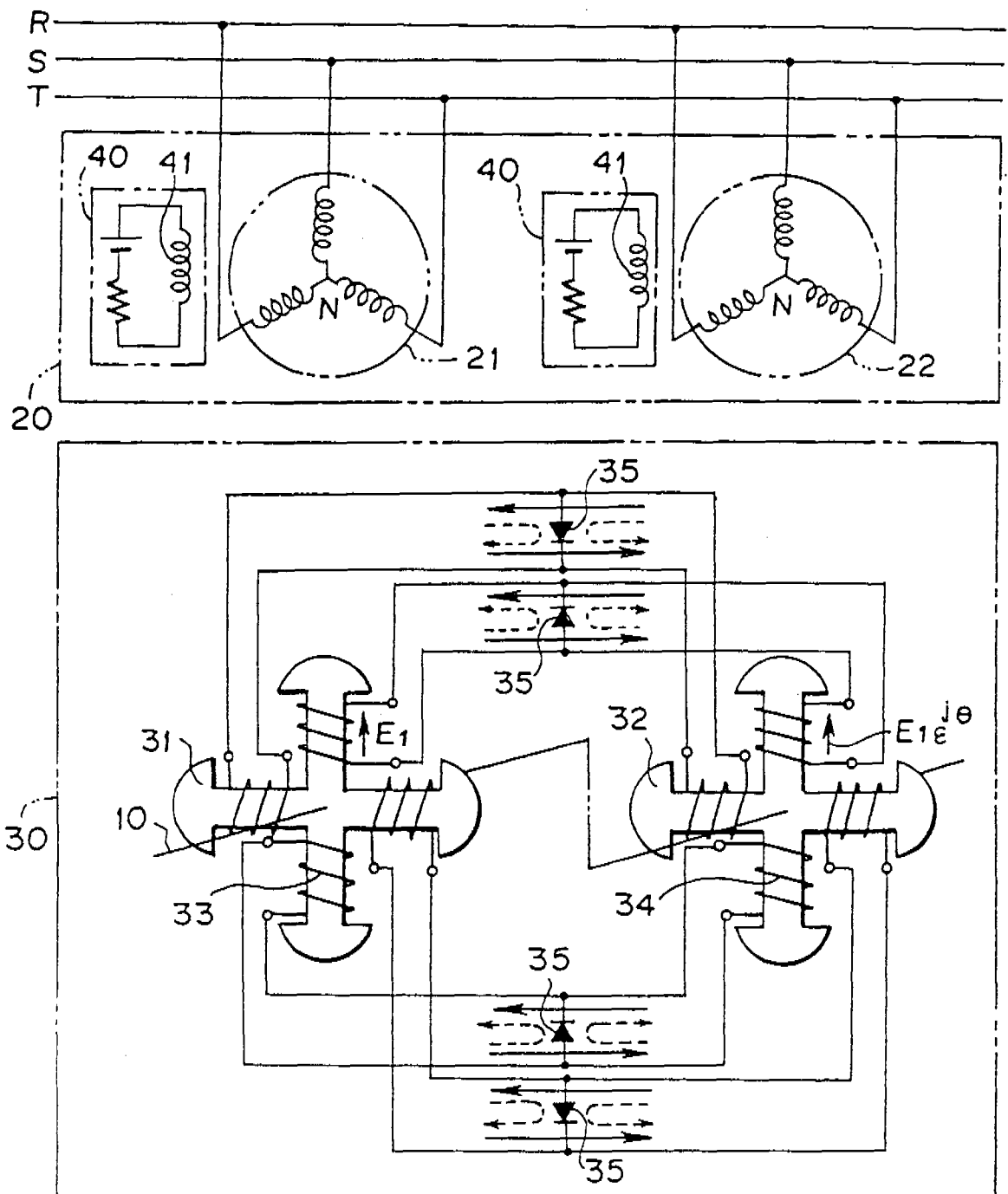


FIG. 2

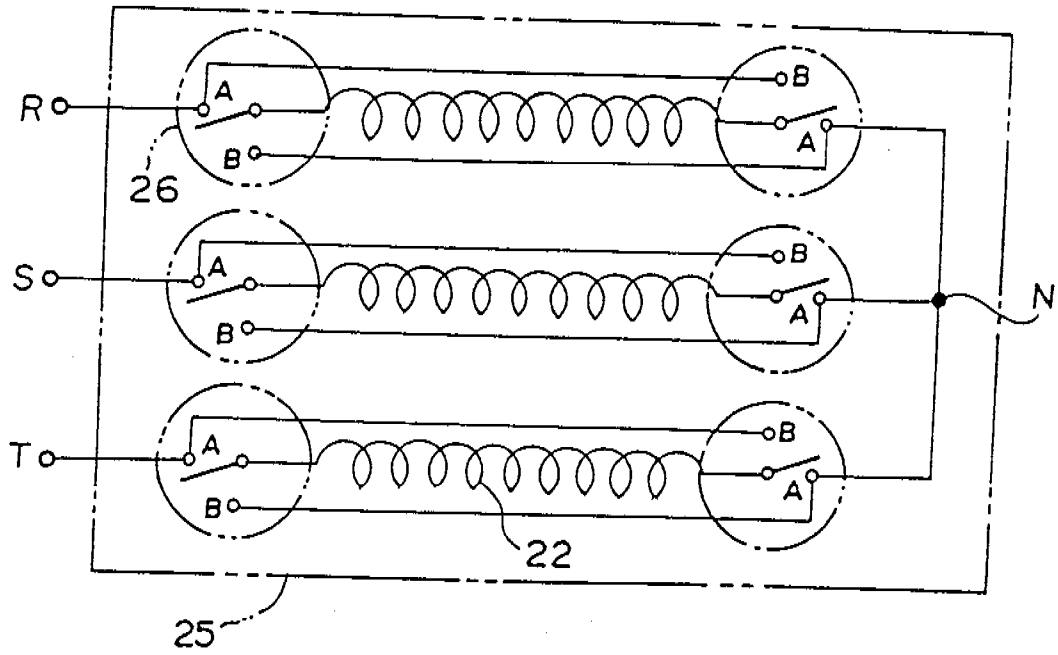


FIG. 3

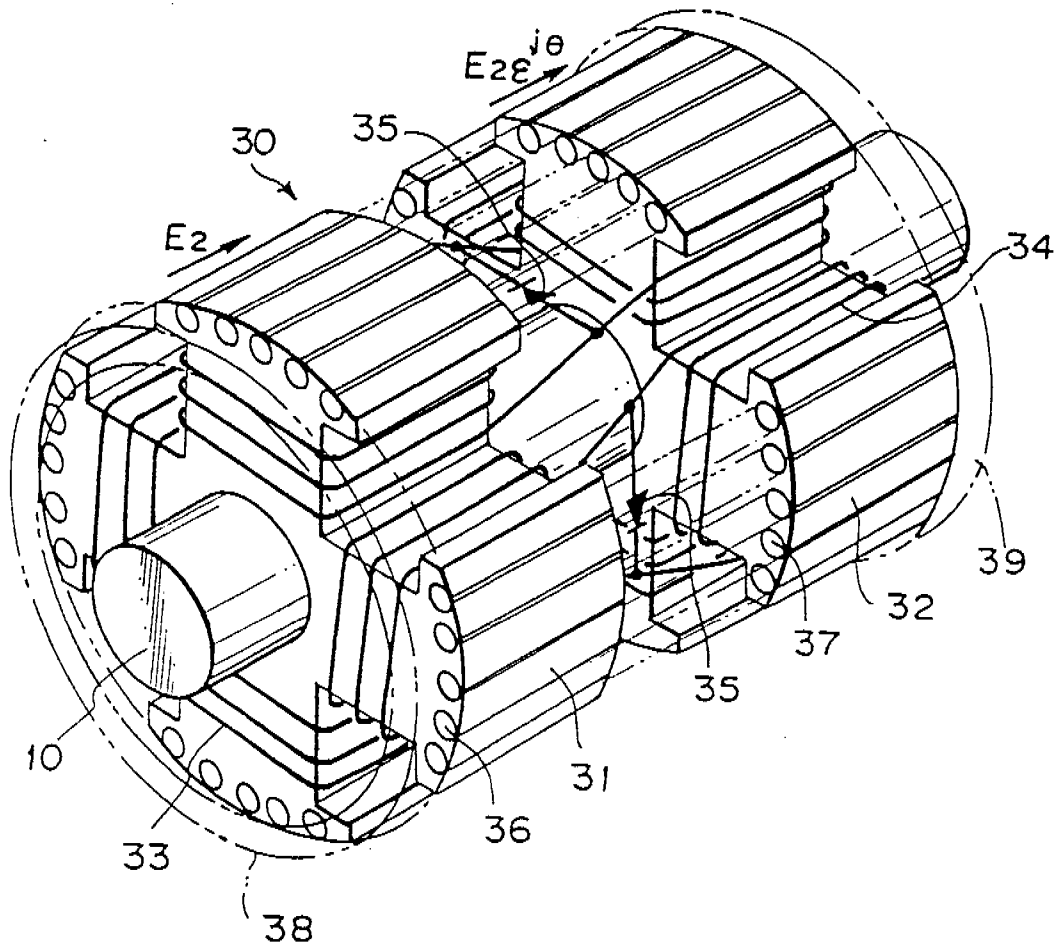


FIG. 4

