

- (21) Paraiškos numeris: **2017 003** (51) Int. Cl. (2018.01): **H02P 9/00**
- (22) Paraiškos padavimo data: **2017-01-11**
- (41) Paraiškos paskelbimo data: **2018-07-10**
- (62) Paraiškos, iš kurios dokumentas išskirtas, numeris: —
- (86) Tarptautinės paraiškos numeris: —
- (86) Tarptautinės paraiškos padavimo data: —
- (85) Nacionalinio PCT lygio procedūros pradžios data: —
- (30) Prioritetas: —
- (71) Pareiškėjas:
Jonas VANAGAS, Žirgo g. 86, 10221 Vilnius, LT
Saulius Jonas BUGENIS, Gedimino pr. 56A-2, 01110 Vilnius, LT
- (72) Išradėjas:
Jonas VANAGAS, LT
Saulius Jonas BUGENIS, LT
- (74) Patentinis patikėtinis/atstovas:
—

- (54) Pavadinimas:
Asinchroninis autonominis generatorius, pvz. mobilus generatorius su vidaus degimo varikliu ar vėjo jėgainės generatorius

- (57) Referatas:

Technikos sritis, kur taikomi autonominiai elektros energijos generatoriai, yra elektros energijos generavimas ten, kur nėra elektros energijos tiekimo tinklo. Šiuo išradimu yra siūloma asinchroninio generatoriaus žadinimo apviją statoriuje maitinti iš keitiklio, kuriame, tekant žadinimo apvijoje srovei, energija dalį periodo imama iš keitiklio, dalį periodo vėl grąžinama į keitiklį. Tokiu būdu užtikrinama, kad iš keitiklio imama tik reaktyvioji žadinimo galia, aktyvioji nedidelė ir padengia nuostolius schemeje.

Asinchroninis autonominis generatorius,

pvz. mobilus generatorius su vidaus degimo varikliu ar vėjo jėgainės generatorius

Asinchroniniai generatoriai pasižymi šiais privalumais: paprasta konstrukcija, patikimi, pigūs.

Tam, kad besisukant asinchroniniam generatoriui jo apvijose būtų indukuojama įtampa, reikalingas besisukantis magnetinis srautas, kurio atsiradimui būtina, kad generatoriaus apvijomis tekėtų induktyvioji srovė. Kai asinchroninė mašina dirba generatoriaus režimu prijungta prie tinklo, iš tinklo imama induktyvioji srovė ir sukuria reikiamo dydžio ir sukimosi greičio besisukantį magnetinį srautą. Problemos kyla tuomet, kai asinchroninė mašina naudojama kaip autonominis generatorius, t.y. kai tinklo su įtampa nėra.

Technikos sritis

Technikos sritis, kur taikomi autonominiai elektros energijos generatoriai, yra elektros energijos generavimas ten, kur nėra elektros energijos tiekimo tinklo, pvz. statybos aikštelės, poligonai, kaimo sodybos nuošaliuose vietose, ekspedicijos, arba ten, kur įvyko elektros tinklo avarija, o elektros energija būtina, pvz. ligoninės ir kiti objektai, kuriems elektros energijos tiekimas negali būti nutrauktas.

Technikos lygis

Žinomi asinchroniniai generatoriai su trumpai jungtu rotoriumi, naudojami autonominiam darbui, kuriuose reikalingas generatoriaus sužadinimui magnetinis srautas sukuriamas prijungiant lygiagrečiai generatoriaus apkrovai kondensatorius (M.Kostenko, L.Piotrovsky. Electrical Machines, vol.2, English translation, Mir Publishers, Moskow, 1977). Sukantis generatoriui, jo apvijose dėl liekamojo rotoriaus magnetolaidžio įmagnetinimo atsiranda įtampa, per kondensatorius tekanti reaktyvioji srovė sukuria papildomą magnetinį srautą, dėl to atsiradusi įtampa didėja ir t.t. Asinchroninis generatorius susižadina; įtampa padidėja iki vardinio dydžio. Tokių generatorių pagrindinis trūkumas yra generuojamos įtampos dažnio ir dydžio nestabilumas keičiantis generatoriaus apkrovai ir sukimosi greičiui.

Žinomi asinchroniniai generatoriai, naudojami autonominiam darbui, su rotoriumi, kuriame patalpinta daugiafazė žadinimo apvija (US 2003/0052643). Ši apvija maitinama iš atskiros šaltinio, dažniausiai keitiklio, reguliuojamo dydžio ir dažnio srove, kuri ir sukuria reikiamo dydžio ir sukimosi greičio besisukantį magnetinį srautą. Rotoriaus grandinė su žadinimo šaltiniu sujungiama per

kontaktinius žiedus ir šepečius arba specialios konstrukcijos transformatorinius įtaisus su besisukančiomis kartu su rotoriumi antrinėmis grandinėmis, konstruktyviai apjungtus su generatoriumi. Pagrindiniai trūkumai – būtinybė reguliuoti žadinimo dažnį keičiantis generatoriaus sukimosi greičiui taip, kad rotoriaus sukimosi greičio ir žadinimo srauto sukimosi rotoriaus atžvilgiu greičio suma atitiktų reikiamą žadinimo srauto sukimosi greitį ir sumažėjęs patikimumas kontaktinių žiedų ir šepečių naudojimo atveju arba didelė kaina dėl konstrukcijos sudėtingumo antruoju atveju.

Žinomi asinchroniniai generatoriai su trumpai jungtu rotoriumi, naudojami autonominiam darbui, kuriuose bent viena žadinimo apvija, maitinama iš atskiro šaltinio, dažniausiai keitiklio, patalpinta statoriuje (EP 2 166 664). Tokių generatorių privalumai yra konstrukcijos paprastumas ir tai, kad nereikia reguliuoti, keičiantis generatoriaus sukimosi greičiui, žadinimo srovės dažnio; jis visą laiką yra toks pats, kaip ir reikiamas generuojamos įtampos dažnis. Pagrindinis trūkumas yra energijos perdavimas iš žadinimo apvijos į apkrovą, dėl ko reikalinga didesnė, negu reikalinga generatoriaus sužaditimui autonominio šaltinio (keitiklio) galia.

Išradimo esmė

Šiam trūkumui pašalinti yra siūloma asinchroninio generatoriaus žadinimo apviją statoriuje maitinti iš keitiklio, kuriame, tekant žadinimo apvijoje srovei, energija dalį periodo imama iš keitiklio, dalį periodo vėl grąžinama į keitiklį. Tokiu būdu užtikrinama, kad iš keitiklio imama tik reaktyvioji žadinimo galia, aktyvioji nedidelė ir padengia nuostolius schemeje.

Trumpas brėžinių aprašymas

Pav. 1 - Asinchroninio generatoriaus žadinimo keitiklio konstrukcija kai asinchroninis generatorius turi atskirą žadinimo apviją.

Asinchroninio generatoriaus apvijų konstrukcija: viršuje žadinimo apvijos sluoksnio sekcijų išdėstymas, apačioje – generatorinės apvijos sluoksnio sekcijų išdėstymas. Abi apvijos patalpinamos į tuos pačius griovelius ir šiuo atveju grioveliuose yra du apvijų sluoksniai, izoliuoti vienas nuo kito, t. y. kiekviena apvijų turi atskirą griovelio izoliaciją. Kadangi žadinimo srovė yra mažesnė, negu generatoriaus vardinė srovė, žadinimo apvija užima grioveliuose mažiau vietos, negu generatorinė apvija. Visi kiti asinchroninio generatoriaus elementai nesiskiria nuo įprastinės asinchroninės mašinos elementų. Keitiklį sudaro trifazis trijų pustilčių (atitinkamai komutuojuantys tranzistoriai Q1 ir Q2; Q3 ir Q4; Q5 ir Q6) nuolatinės įtampos komutatorius, gaunantis maitinimo įtampas +M ir -M, du vienodi įtampos pulsacijas mažinantys kondensatoriai C1, kurių sujungimo taškas jungiamas prie neutralės ir trys vienodi reguliatoriai RA, RB ir RC, reguliuojantys žadinimo sroves trijose žadinimo apvijos fazėse (apvijų pradžios ir galai atitinkamai U1 ir U2; V1 ir V2; W1 ir W2). Reguliatorių išėjimai, pažymėti simboliu “+” sujungti su vienu iš kondensatorių C2, kurių tarpusavio sujungimo taškas jungiamas prie neutralės, likusieji išvadai, pažymėti simboliu “-“, jungiami prie kito šių kondensatorių likusio išvado. Įtampa iš kondensatorių C2 grįžta į kondensatorius C1 per atitinkamos krypties diodus arba įtampą didinančius nuolatinės įtampos keitiklius. Naudojant aukštesnius

keitiklius galima papildomai reguliuoti žadinimo srovę, palaikant vienokią ar kitokią stabilią kondensatorių C2 įtampą.

Pav. 2 - Asinchroninio generatoriaus su atskira žadinimo apvija apvijų fazės srovės reguliatorius.

Reguliatorių sudaro tranzistoriniai raktai Q1 ir Q2, sujungti nuosekliai su skirtinga kryptimi įėjimo gnybto atžvilgiu įjungtais diodais D1 ir D2. Abu tranzistoriai sujungti su bendra neutrale (gnybtas 0). Išėjimas sujungtas su priešingos krypties diodais, prijungtais atitinkamai prie gnybtų + ir – schemeje 1 pav.

Pav. 3 - Asinchroninio generatoriaus žadinimo keitiklio konstrukcija kai asinchroninis generatorius neturi atskiros žadinimo apvijų.

Keitiklį sudaro trifazis trijų pustilčių (atitinkamai komutuojuantys tranzistoriai Q1 ir Q2; Q3 ir Q4; Q5 ir Q6) nuolatinės įtampos komutatorius, gaunantis maitinimo įtampas +M ir -M, du vienodi įtampos pulsacijas mažinantys kondensatoriai C1, kurių sujungimo taškas jungiamas prie neutralės ir trys vienodi reguliatoriai RA, RB ir RC, reguliuojantys žadinimo sroves trijose generatoriaus apvijų fazėse, kurios prijungiamos prie atitinkamų reguliatorių gnybtų INA, INB ir INC. Reguliatorių išėjimai, pažymėti simboliu “+” sujungti su vienu iš kondensatorių C2, kurių sujungimo taškas jungiamas prie neutralės, likusių įvadų ir atitinkamai reguliatorių išėjimai, pažymėti simboliu “-“, jungiami prie kito šių kondensatorių likusio išvado. Įtampa iš kondensatorių C2 grįžta į kondensatorius C1 per atitinkamos krypties diodus arba įtampą didinančius (Step up) nuolatinės įtampos keitiklius.

Pav. 4 - Asinchroninio generatoriaus be atskiros žadinimo apvijų fazės srovės reguliatorius.

Reguliatorių sudaro tranzistoriniai raktai Q1 ir Q2, sujungti nuosekliai su skirtinga kryptimi įėjimo gnybto IN atžvilgiu įjungtais diodais D1 ir D2. Abu tranzistoriai ir diodai sujungti lygiagrečiai ir prijungti prie įvado (gnybtas be ženklo), jungiamo prie trifazio komutatoriaus atitinkamos fazės ir induktyviojo element L, kurio kitas galas sujungtas su reguliatoriumi, tokiu pačiu kaip asinchroninio generatoriaus su atskira adenoma apvija apvijų fazės srovės reguliatorius, jį sudaro tranzistoriniai raktai Q3 ir Q4, sujungti nuosekliai su skirtinga kryptimi įėjimo gnybto atžvilgiu įjungtais diodais D3 ir D4. Abu tranzistoriai sujungti su bendra neutrale (gnybtas 0). Išėjimas sujungtas su priešingos krypties diodais D5 ir D6, kurie prijungti atitinkamai prie gnybtų + ir – schemeje 3 pav.

Pav. 5 - Asinchroninio generatoriaus su atskira žadinimo apvija jungimo schema. Blokas “keitiklis ir žadinimo apvijų” yra keitiklis, parodytas 1 pav., generatoriaus apkrova jungiama prie gnybtų UVW.

Pav. 6 - Asinchroninio generatoriaus be atskiros žadinimo apvijų jungimo schema. Blokas “keitiklis” yra keitiklis, parodytas 3 pav., generatoriaus apkrova jungiama prie gnybtų UVW.

Įtaiso veikimo būdas

1 pav. parodytasis keitiklis veikia taip: sukuriama per žadinimo apvijų fazes tekančios srovės, kurios sukuria žadinimo srautą. Šios srovės atsilieka 90° nuo šiose fazėse žadinimo srauto

indukuojamų elektrovarų. Nagrinėsime procesus vienoje iš fazių; kitose dviejose procesai analogiški, tik perstumti laike per 120° .

Teigiamo žadinimo srovės pusperiodžio formavimas, tarkim, fazėje A. Jį galima suskirstyti į du etapus. Vienas, kai elektrovaros ir srovės kryptys fazėje priešingos ir antrasis, kai šios kryptys sutampa. Pirmojo etapo metu energija iš keitiklio imama, antrojo – grąžinama. Kadangi asinchroninė mašina iš tinkle ima induktyviąją srovę (arba, kitaip sakant, atiduoda talpinę srovę), srovė per žadinimo apvijos fazes parodytoje schemoje kuri teka iš apvijų pradžių į galus ir į jėgimo gnybtą, pažymėtą simboliu “IN”, turi atsilikti nuo generatoriaus žadinimo apvijos elektrovaros 90° ; tai atitiks talpinę priešingos krypties, t.y. atiduodamą srovę. Pirmasis žadinimo srovės teigiamo pusperiodžio formavimo etapas, trunkantis ketvirtadalį periodo: srovės ir elektrovaros kryptys priešingos. Laiko momentu, kuomet pradedamas formuoti teigiamas žadinimo srovės pusperiodis, elektrovara apvijoje amplitudinė ir priešingos krypties, negu turi tekėti srovė. Raktas Q1 atidarytas, prie apvijos pradžios prijungiama įtampa, didesnė už elektrovaros amplitudę. Reguliatoriuje raktas Q2 uždarytas, o raktas Q1 formuoja trumpus srovės impulsus. Kai Q1 įjungiamas, srovė per žadinimo apviją didėja, didėja ir joje sukaupta magnetinė energija. Kai raktas Q1 uždaromas, analogiškai kaip aukštinančiame įtampos keitiklyje, indukuojamas įtampos impulsas ir srovė toliau teka per diodą D3, užkraudama viršutinį schemoje kondensatorių C2. Procesas kartojasi ir impulsų trukmė reguliuojama taip, kad žadinimo srovės gaubtinė sinuso dėsniu kistų iki amplitudinės vertės. Iš viršutinio schemoje kondensatoriaus C1 imama energija didesnė už atiduodamą į viršutinį schemoje kondensatorių C2, nes atliekamas darbas nugalint elektrovarą. Antrojo etapo metu elektrovaros ir srovės kryptys sutampa, todėl raktu Q1 formuojant impulsus taip, kad žadinimo srovė mažėtų sinuso dėsniu nuo amplitudinės vertės iki nulio, iš viršutinio schemoje kondensatoriaus C1 imama energija didesnė už atiduodamą į viršutinį schemoje kondensatorių C2, nes elektrovara atlieka darbą. Suminė per pusperiodį sunaudota energija lygi atiduotai energijai plus energijos nuostoliai apvijos varžoje ir keitiklyje. Todėl būtinas maitinimo energijos papildymas, kompensuojantis šiuos nuostolius. Analogiškai formuojamas ir neigiamas žadinimo srovės pusperiodis. Raktas Q1 keitiklio schemoje (1 pav.) uždarytas, atidarytas raktas Q2, prijungiantis prie žadinimo apvijos neigiamą įtampą, kurios absoliutus dydis toks pats, kaip ir teigiamos maitinimo įtampos. Reguliatoriuje (2 pav.) raktas Q2 formuoja neigiamą žadinimo srovės pusperiodį lygiai taip pat, kaip teigiamą pusperiodį formavo raktas Q1.

2 pav. Parodytasis keitiklis veikia taip: sukuriamos per apvijos fazes tekančios srovės, kurios sukuria žadinimo srautą. Šios srovės kurios 90° pralenkia šiose fazėse indukuojamas elektrovaras. Nagrinėsime procesus vienoje iš fazių; kitose dviejose procesai analogiški, tik perstumti laike per 120° .

Pirmasis žadinimo srovės teigiamo pusperiodžio formavimo etapas, trunkantis ketvirtadalį periodo: srovės ir elektrovaros kryptys priešingos. Laiko momentu, kuomet pradedamas formuoti teigiamas žadinimo srovės pusperiodis, elektrovara apvijoje amplitudinė ir priešingos krypties, negu turi tekėti srovė. Raktas Q2 reguliatoriuje atidarytas, Q1 ir Q4 uždaryti. Raktai Q1 (3 pav.) ir Q3 (4 pav.) sinchroniškai formuoja trumpus srovės impulsus, kurių metu prie apvijos pradžios prijungiama įtampa, didesnė už elektrovaros amplitudę. Reguliatoriuje, nors raktas Q2 atidarytas, uždarytas diodas D2 neleidžia įtampai pakliūti į apviją. Srovė per induktyvumą L didėja ir sukaupama jame magnetinė energija. Kai Q1 (3 pav.) ir Q3 (4 pav.) atjungiami, per diodą D2, kuris atsidaro, apvijos išvadas prijungiamas prie induktyvumo L, kurio sukauptos magnetinės energijos sąskaita srovė per žadinimo apviją didėja pasiekdama tokią vertę, kuriai esant apvijos žadinimo srovės ir induktyvumo L magnetinės energijos suminis dydis lygus Induktyvumo L sukauptos magnetinės energijos dydžiui ir

į kondensatorių perduotai elektrinei energijai. Nebetekant srovei per raktus Q1 (3 pav.) ir Q3 (4 pav.), analogiškai kaip aukštinančiame įtampos keitiklyje, indukuojamas įtampos impulsas ir srovė toliau teka per diodą D5, užkraudama viršutinį schemeje kondensatorių C2. Procesas kartojasi ir impulsų trukmė reguliuojama taip, kad žadinimo srovės gaubtinė sinuso dėsnio kistų nuo nulio iki amplitudinės vertės. Iš viršutinio schemeje kondensatoriaus C1 imama energija didesnė už atiduodamą į viršutinį schemeje kondensatorių C2, nes atliekamas darbas nugalint elektrovarą. Antrojo etapo metu elektrovaros ir srovės kryptys sutampa, todėl raktais Q1 (3 pav.) ir Q3 (4 pav.) formuojant impulsus taip, kad žadinimo srovė mažėtų sinuso dėsnio nuo amplitudinės vertės iki nulio, iš viršutinio schemeje kondensatoriaus C1 imama energija didesnė už atiduodamą į viršutinį schemeje kondensatorių C2, nes elektrovara atlieka darbą. Suminė per pusperiodį sunaudota energija lygi atiduotai energijai plius energijos nuostoliai apvijos varžoje ir keitiklyje. Analogiškai formuojamas ir neigiamas žadinimo srovės pusperiodis. Raktai Q1 ir Q3 reguliatoriaus schemeje (4 pav.) uždaryti, atidarytas raktas Q1 (4 pav.). Raktų pora Q1 (3 pav.) ir Q3 (4 pav.), sinchroniškai jungdami, formuoja neigiamą žadinimo srovės pusperiodį lygiai taip pat, kaip teigiamą pusperiodį formavo raktų pora Q1 (3 pav.) ir Q3 (4 pav.).

Įtaiso principinė schema

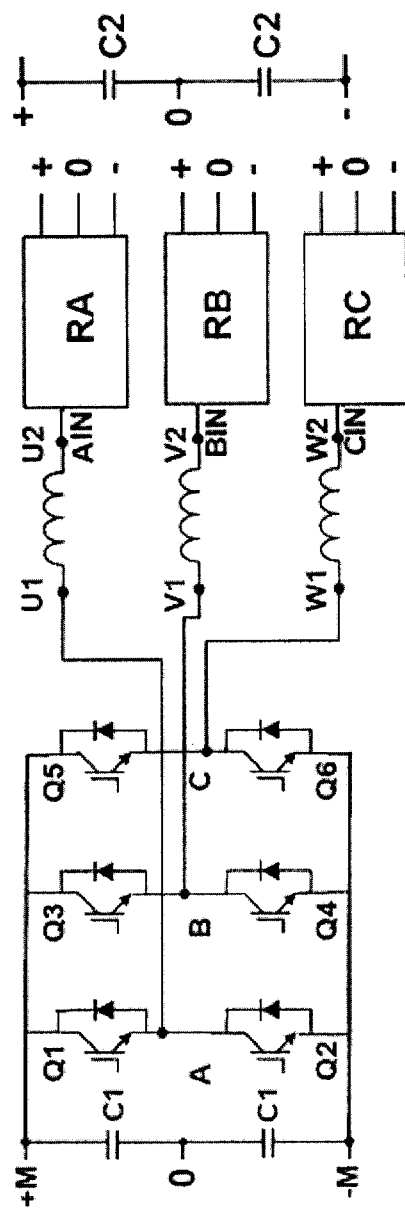
Pateikiami du principinės schemos variantai: pirmasis naudotinas tuo atveju, kai generatorius yra su atskira žadinimo apvija ir antrasis – kai generatoriumi tarnauja įprastinės konstrukcijos indukcinė mašina.

Asinchroninis autonominis generatorius,

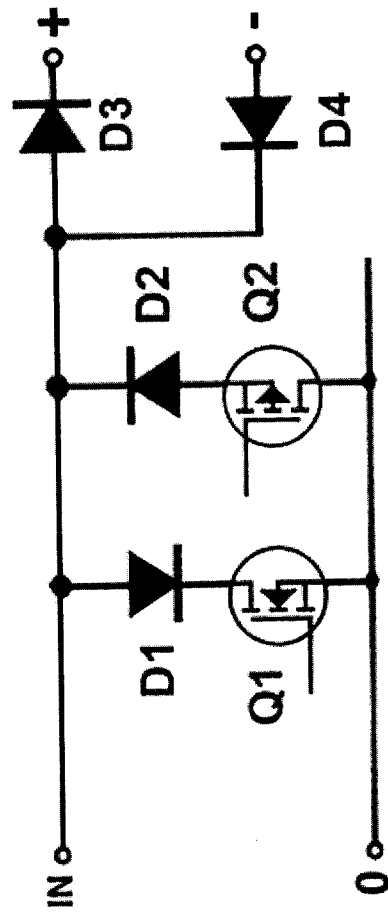
pvz. mobilus generatorius su vidaus degimo varikliu ar vėjo jėgainės generatorius

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

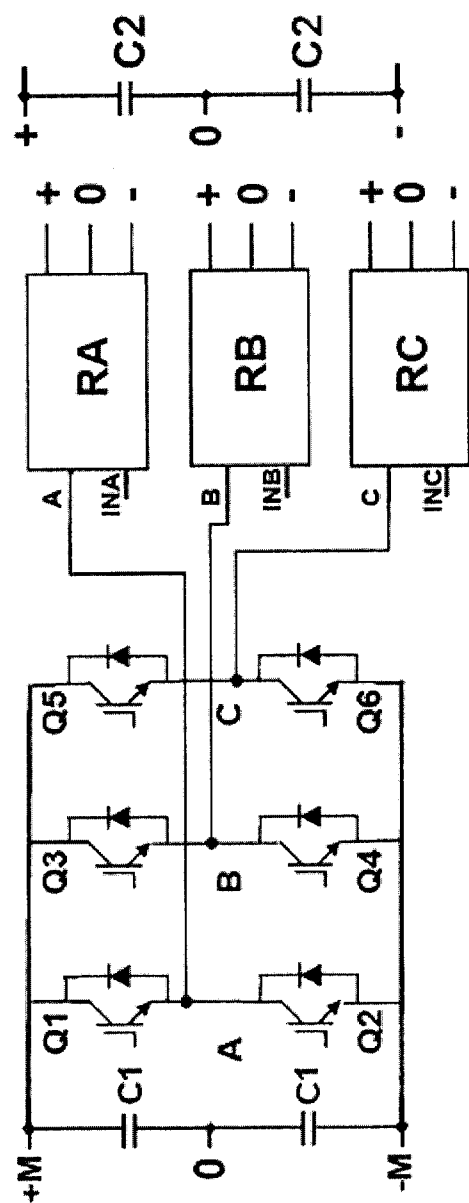
Asinchroninis autonominis generatorius su atskiru generuojamos įtampos dažnį užduodančiu įmagnetinimo srovę sukuriančiu šaltiniu – trifaziu impulsiniu DC – AC keitikliu, **b e s i s k i r i a n t** i s tuo, kad įmagnetinimo srovę sukuriantis šaltinis yra trifazis impulsinis keitiklis, kurio sudėtyje yra induktyvieji elementai (jų vaidmenį gali atlikti žadinimo apvijos), kuriuose kaupiama generatoriaus apvijų grąžinama sužadavimo galia tais laiko momentais, kai žadinimo srovių ir apvijose indukuojamų elektrovarų kryptys apvijose sutampa ir perduodama per diodus, komutuojuant atitinkamus elektroninius raktus, į kaupiamuosius kondensatorius ir iš pastarųjų paimama reikalinga generatoriaus sužadavimui galia tais momentais, kai žadinimo srovių ir apvijose indukuojamų elektrovarų kryptys apvijose priešingos, tokiu būdu užtikrinant kuriamos generatoriaus žadinimo srovės reaktyvųjį pobūdį.



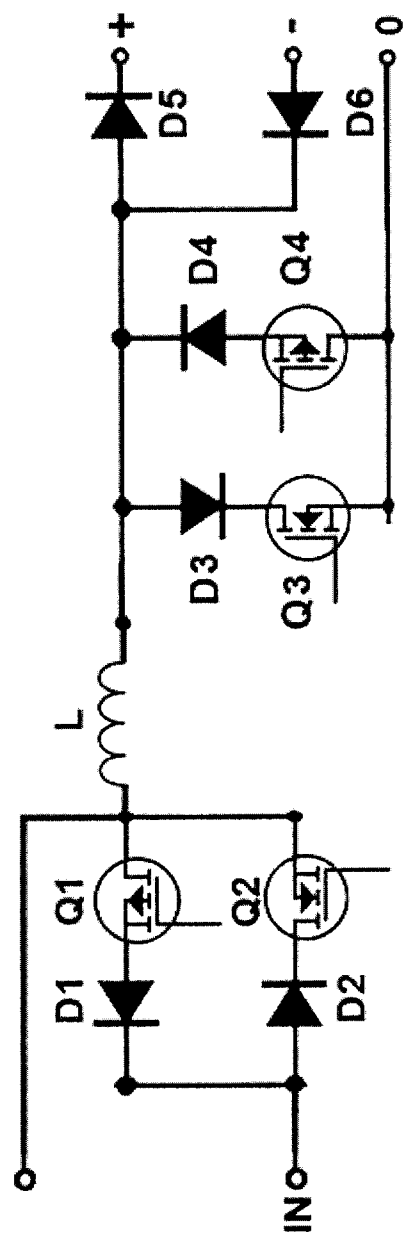
Pav.1



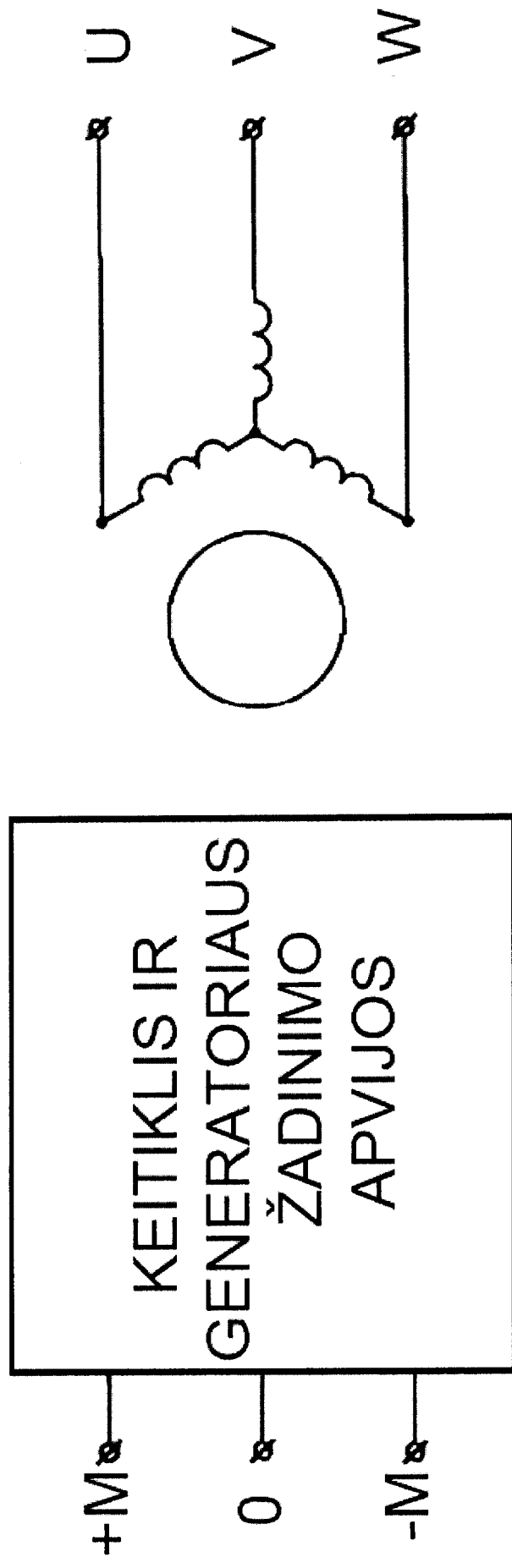
Pav. 2



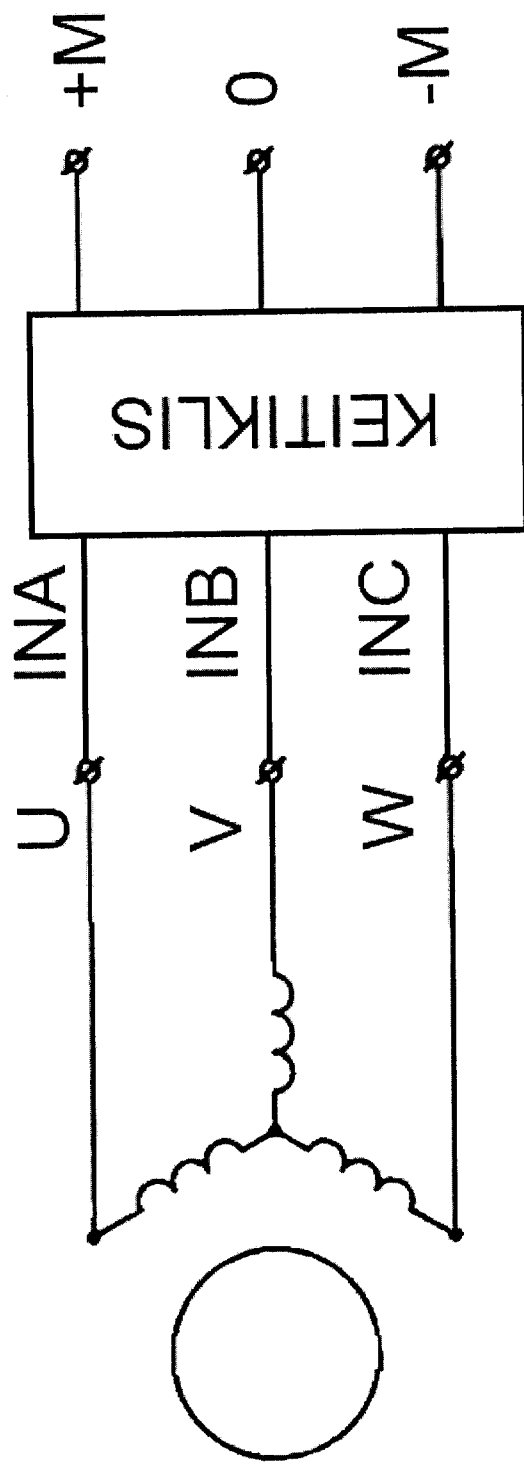
Pav. 3



Pav. 4



Pav. 5



Pav. 6