

(19)



(10) **LT 6435 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patent numeris: **6435** (51) Int. Cl. (2017.01): **H02P 27/00**

(21) Paraiškos numeris: **2015 098**

(22) Paraiškos padavimo data: **2015-11-18**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2017-05-25**

(45) Patent paskelbimo data: **2017-08-10**

(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: —

(72) Išradėjas:

Jonas VANAGAS, LT
Saulius Jonas BUGENIS, LT

(73) Patent savininkas:

Jonas VANAGAS, Žirgo g. 86, 10221 Vilnius, LT
Saulius Jonas BUGENIS, Gedimino pr. 56A-2, 01110 Vilnius, LT

(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:

Leonas Antanas KUČINSKAS, Dr. Leono A. Kučinsko patentinių paslaugų
firma, Kaštonų g. 5-7, LT-01107 Vilnius, LT

(54) Pavadinimas:

Indukcinio trifazio variklio su faziniu rotoriumi reguliavimo būdas

(57) Referatas:

Siūlomas indukcinio trifazio variklio su faziniu rotoriumi rotoriaus srovės reguliavimo metodas ir įtaisas metodui realizuoti, įgalinantis sumažinti rotoriaus grandinės nuostolius grąžinant pramoninio dažnio keitikliu į tinklą rotorijuje išsiskiriančią kintamo dažnio elektrinę galią, besiskiriantis tuo, kad kiekvienoje rotoriaus apvijos fazių panaudoti didelio dažnio simetriški įtampą aukštinantys galios faktoriaus korektoriai (PFC) su induktyviaisiais elementais, užtikrinantys rotoriaus srovių sinusiškumą ir reguliuojantys tų srovių dydį, o tuo pačiu ir sukamojo momento dydį.

Technikos sritis

Elektros mašinos ir aparatai naudojami pramonėje ir buityje.

Technikos lygis

Yra žinomi indukciniai trifaziai varikliai su faziniu rotoriumi (Electrical Machines and Drive Systems. John Hindmarsh, Alasdair Renefrew. Third edition, Newnes, 1996). Keičiant rotoriaus grandinės apkrovos grandinės reostatų varžą, galima reguliuoti jų sukimosi greitį. Pagrindinis reguliuojamų pavarų su tokiais varikliais trūkumai yra gana dideli nuostoliai rotoriaus grandinės apkrovos reostatų aktyviojoje varžoje ir rotoriaus grandinėje atsirandantis rotoriaus srovės atsilikimas pagal fazę nuo rotoriuje indukuojamos įtampos dėl rotoriaus induktyviosios varžos. Dėl rotoriaus srovės atsilikimo pagal fazę mažėja sukuriamas momentas ir todėl reikalinga didesnė srovė tam pačiam sukamajam momentui sukurti lyginant su atveju, kai fazinio atsilikimo nėra. Abu šie trūkumai pasireiškia tuo labiau, kuo didesnis indukcinio variklio slydimas.

Yra žinomas techninis sprendimas (JP 2005204490), įgalinantis sumažinti tokio variklio rotoriaus nuostolius į rotoriaus grandinę įjungiant dažnio keitiklį, kuris rotoriuje indukuotą kintamo dažnio elektrinę galią paverčia pramoninio dažnio elektrine galia ir grąžina ją į tinklą. Nuostolių padidėjimas dėl induktyviosios rotoriaus varžos įtakos išlieka. Papildomai dar atsiranda nuostoliai dėl aukštesniųjų rotoriaus srovės harmonikų, atsirandančių kai rotoriaus apvijos apkraunamos diodiniu tilteliu su po jo esančiu didelės talpos kondensatoriumi, kadangi kiekvienoje iš rotoriaus apvijos fazių srovė teka tik tuomet, kai šios fazės įtampa yra didesnė už kitų dviejų. Šios srovės harmonikos nekuria sukamojo momento, tačiau kuria nuostolius rotoriaus apvijos varžoje.

Yra žinomas techninis sprendimas (CN103582999), įgalinantis sumažinti indukcinio trifazio variklio su faziniu rotoriumi nuostolius įjungiant į rotoriaus grandinę dažnio keitiklį, kuris rotoriuje išsiskiriančią kintamo dažnio elektrinę galią paverčia pramoninio dažnio elektrine galia ir grąžina ją į tinklą. Taip pat rotoriaus grandinėje yra įtampos didinimo įrenginys, kurį iš principo galima naudoti rotoriaus srovės fazės koregavimui. Tačiau įtampos didinimo įrenginys veikia tik vienos krypties įtampai, koreguojamas tik vienas pusperiodis, todėl nuostolių sumažėjimas tik dalinis. Šio techninio sprendimo nutraukimas trūkumas yra ir tai, kad energiją kaupia rotoriaus

apvijos induktyvumas, o srovės induktyvume būtinas įtampos didinimui, todėl įtampos didinimo įrenginio veikimas sąlygoja harmonikų atsiradimą. Keturi rotoriaus grandinės išvadai taip pat yra trūkumas, nes reikalingas indukcinis variklis su keturiais kontaktiniais rotoriaus žiedais, o standartiniai indukciniai trifaziai varikliai su faziniu rotoriumi gaminami su trimis kontaktiniais žiedais.

Išradimo esmė

Siūlomas indukcinio trifazio variklio su faziniu rotoriumi rotoriaus srovės reguliavimo metodas ir įtaisas metodui realizuoti, įgalinantis sumažinti rotoriaus grandinės nuostolius grąžinant pramoninio dažnio keitikliu į tinklą rotoriuje išsiskiriančią kintamo dažnio elektrinę galią, besiskiriantis tuo, kad kiekvienoje rotoriaus apvijos fazių panaudoti didelio dažnio simetriški įtampą aukštinantys galios faktoriaus korektoriai (PFC) su induktyviaisiais elementais, užtikrinantys rotoriaus srovių sinusiškumą ir reguliuojantys tų srovių dydį, o tuo pačiu ir sukamojo momento dydį.

Trumpas brėžinių aprašymas

Pav. 1 - Įtaiso indukcinio trifazio variklio su faziniu rotoriumi rotoriaus srovei reguliuoti principinė schema.

Pav. 2 - Srovės ir elektrovara rotoriaus apvijos fazėje kaip laiko funkcijos.

Įtaiso principinė schema

Įtaiso principinės schemos pavyzdys parodyta 1 pav. Schemoje yra trys simetriški įtampą aukštinantys galios faktoriaus korektoriai. Schemos dalis, sudaranti kiekvieną korektorių, dėl vaizdumo išskirta kontūrine linija ir pažymėta skaičiumi 1, 2 arba 3. Kiekvieną iš korektorių sudaro dvi dalys: teigiamo ir neigiamo pusperiodžio galios faktoriaus korektoriai. Pvz., 1 – ju numeriu pažymėtame korektoriuje teigiamo pusperiodžio rotoriaus fazių įtampą aukštinančius korektorių sudaro nedidelės talpos kondensatorius C1, kurio sukaupta energija turi būti pakankama vienam fazės korektoriaus impulsui, energiją kaupiantis droselis L1, diodas D2, neleidžiantis pramoninio dažnio keitiklio (inverterio) maitinimo įtampai grįžti į galios faktoriaus korektoriaus grandinę, lauko efekto tranzistorius su n kanalu, atliekantis tranzistorinio rakto funkciją ir jį šuntuojantis diodas, apsaugantis nuo atvirkštinės įtampos. Kitose dvejuose korektoriuose atitinkamai teigiamo pusperiodžio galios korektorių sudaro

elementai C3, L3, D8, Q3, D9 antrajame korektoriuje ir C7, L5, D14, Q5, D15 trečiajame korektoriuje. Neigiamo pusperiodžio rotorius fazių įtampą aukštinantį korektorių, kuris yra dalis 1 – ju numeriu pažymėto korektoriaus, sudaro: nedidelės talpos kondensatorius C2, kurio sukaupta energija turi būti pakankama vienam fazės korektoriaus impulsui, energiją kaupiantis droselis L2, diodas D6, neleidžiantis pramoninio dažnio keitiklio maitinimo įtampai grįžti į galios faktoriaus korektoriaus grandinę, lauko efekto tranzistorius su p kanalu, atliekantis tranzistorinio rakto funkciją ir jį šuntuojantis diodas, apsaugantis nuo atvirkštinės įtampos. Kitose dvejuose korektoriuose atitinkamai neigiamo pusperiodžio korektoriaus dalis sudaro elementai C5, L4, D12, Q4, D10 antrajame korektoriuje ir C8, L6, D11, Q6, D16 trečiajame korektoriuje. Teigiamo pusperiodžio metu kiekvienoje rotorius apvijos fazėje atitinkamas teigiamo pusperiodžio fazės korektorius įkrauna didelės talpos kondensatorių C4, ir neigiamo pusperiodžio metu kiekvienoje rotorius apvijos fazėje atitinkamas neigiamo pusperiodžio fazės korektorius įkrauna didelės talpos kondensatorių C6. Kadangi viskas simetriška, abu kondensatoriai užsikrauna vienodai ir dažnio keitiklis gali būti jungiamas tiek prie teigiamo, neigiamo ir vidurinio išvadų, tiek ir tik prie teigiamo ir neigiamo. Diodai D1, D7 ir D13 atitinkamos fazės teigiamo pusperiodžio metu leidžia tekėti srovei į atitinkamus teigiamo pusperiodžio fazės korektorius ir neleidžia srovei tekėti į juos neigiamo pusperiodžio metu. Diodai D5, D11 ir D17 D13 atitinkamos fazės neigiamo pusperiodžio metu leidžia tekėti srovei į atitinkamus neigiamo pusperiodžio fazės korektorius ir neleidžia srovei tekėti į juos teigiamo pusperiodžio metu.

Įtaiso veikimo būdas

Šis įtaisas veikia taip:

Tarkim, pirmu stebėjimo laiko momentu prasideda teigiamas fazinio rotorius apvijos fazės, į kurią įjungtas aukštinanti galios faktoriaus korektorius dalis, sudarytas iš elementų C1, L1, D2, Q1 ir D3, elektrovaros pusperiodis. Tekant srovei per diodą D1, didėja kondensatoriaus C1 įtampa. Tranzistorinis raktas Q1 atsidaro, užtrumpindamas kondensatorių per induktyvumą L1 ir, srovei per induktyvumą didėjant (L1 2 pav.), kondensatoriuje sukaupta elektros energija virsta didėjančia magnetinio lauko energija induktyvume L1. Raktui užsidarius, induktyvume L1 sukaupta magnetinio lauko energija virsta vėl elektrine energija; atsiranda saviindukcijos elektrovara, proporcinga srovės kitimo greičiui, nukreipta tokia

kryptimi, kad palaikytų srovę:

$$e = -L \frac{di}{dt}$$

Čia: e yra momentinė saviindukcijos elektrovaros vertė, voltais, L – induktyvumas, Henriais, i – momentinė srovės vertė, Amperais, t – laikas, sekundėmis, minus ženklas reiškia kryptį, priešingą srovės kryptčiai, jei srovės diferencialas teigiamas ir kryptį, sutampančią su srovės kryptimi, jei srovės diferencialas neigiamas. Rakto uždarymo ir atidarymo intervalai reguliuojami taip, kad srovės per induktyvumą impulsų gaubtinė, o tuo pačiu ir vidutinė srovė I_R , yra teigiamo sinusinės funkcijos pusperiodžio, kurio pradinė fazė sutampa su rotorius apvijos atitinkamos fazės elektrovaros pradine faze, pavidalo. Kadangi rotorius apvijos induktyvumas žymiai didesnis už induktyvumą L_1 , rotorius apvija teka ir su statoriaus sukurtu magnetiniu lauku sąveikauja praktiškai nufiltruota sinusinė srovė I_R , kurios pradinė fazė sutampa su E_R pradine faze, todėl kuriamas momentas yra didžiausias galimas, nepasireiškia momento sumažėjimas dėl rotorius induktyvumo įtakos.

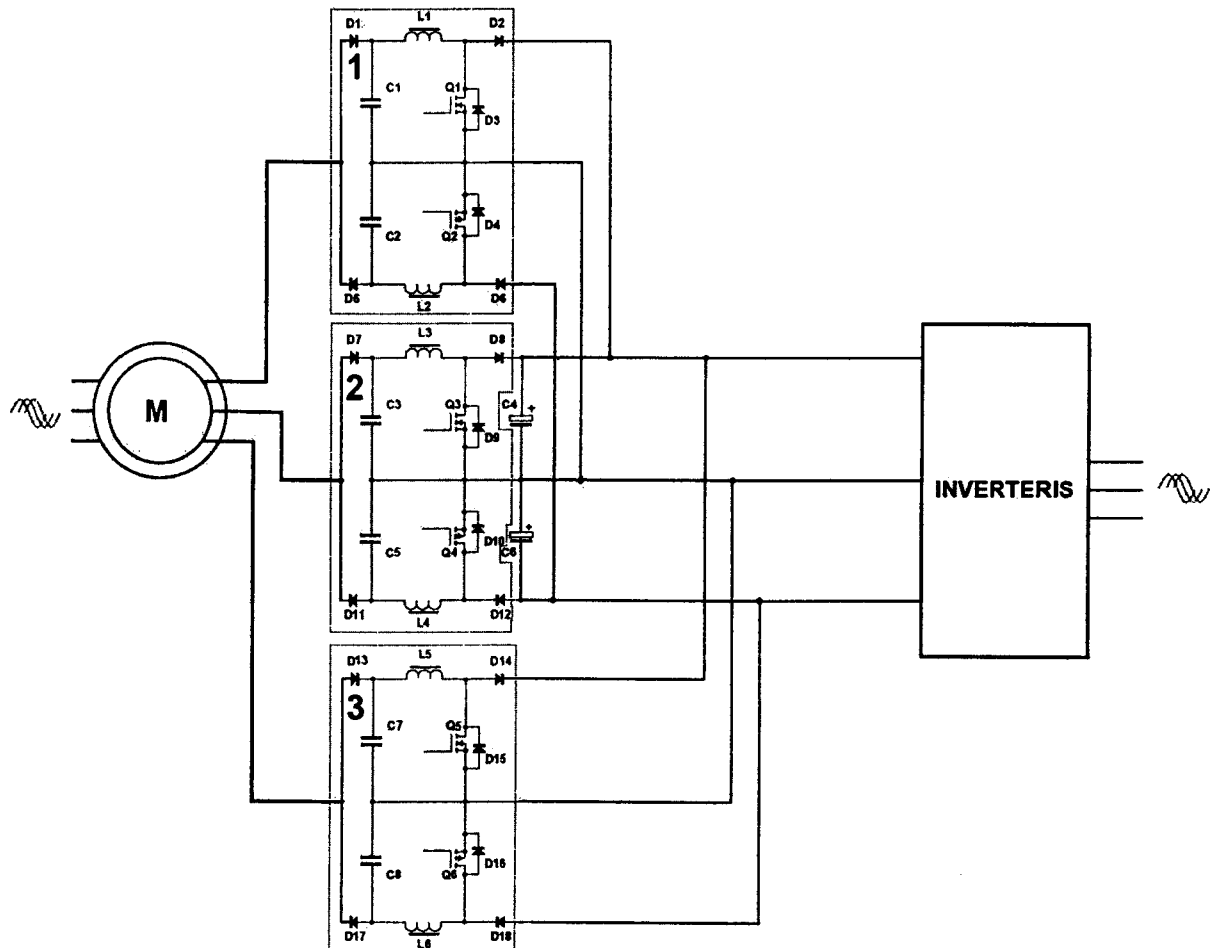
Pasibaigus teigiamajam elektrovaros pusperiodžiui, kai elektrovara keičia ženklą, diodas D_1 užsidaro, atjungdamas aukštinantį teigiamą įtampą galios faktoriaus korektorių, sudarytą iš elementų C_1 , L_1 , D_2 , Q_1 ir D_3 , ir atsidaro diodas D_4 , įjungdamas aukštinantį neigiamos įtampos galios faktoriaus korektorių, sudarytą iš elementų C_2 , L_2 , D_4 , Q_2 ir D_6 ir viskas vėl analogiškai kartojasi, tik rotorius elektrovara, srovės I_L impulsai ir vidutinė rotorius srovė yra priešingo ženklo. I_R pradinė fazė vėl sutampa su E_R pradine faze, tiktai neigiamame pusperiodyje.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

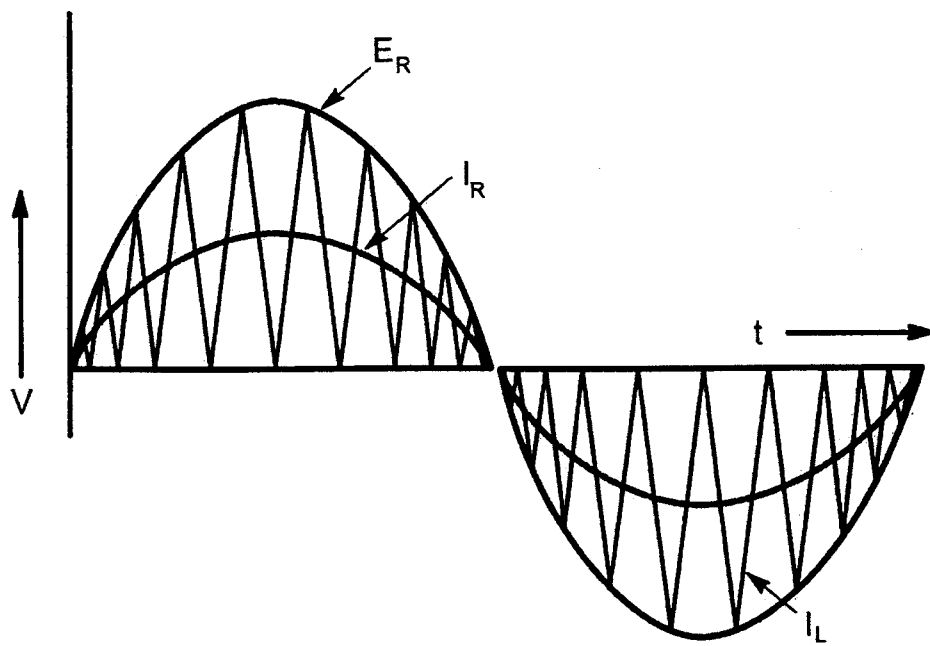
1. Indukcinio trifazio variklio su faziniu rotoriumi rotoriaus srovės reguliavimo būdas, kuriame srovė būtų reguliuojama mažinant rotoriaus grandinės nuostolius, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad kiekvienoje rotoriaus apvijos fazių panaudoti didelio dažnio simetriški įtampą aukštinantys galios faktoriaus korektoriai su induktyviaisiais elementais, užtikrinantys rotoriaus srovių sinusiškumą ir reguliuojantys tų srovių dydį bei pradinę fazę, o tuo pačiu ir sukamojo momento dydį.

2. Indukcinio trifazio variklio rotoriaus srovės reguliavimo būdas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad į jo schemą įeina trys simetriški įtampą aukštinantys galios faktoriaus korektoriai, kurių kiekvieną sudaro dvi dalys: teigiamo ir neigiamo pusperiodžio galios faktoriaus korektoriai, kurių sukaupiama didelės talpos kondensatoriuose elektrinė energija invertoriaus grąžinama į tinklą kaip pramoninio dažnio energija.

3. Indukcinio trifazio variklio rotoriaus srovės reguliavimo būdas pagal 1, 2 punktus, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad teigiamo pusperiodžio rotoriaus fazių įtampą į aukštinančius teigiamos įtampos korektorius kiekvienoje fazėje praleidžia tiesiogine kryptimi įjungti diodai D1, D7 ir D13, blokuojantys neigiamo pusperiodžio rotoriaus fazių įtampą ir atitinkamai neigiamo pusperiodžio rotoriaus fazių įtampą į aukštinančius neigiamos įtampos korektorius kiekvienoje fazėje praleidžia atvirkštine kryptimi įjungti diodai D5, D11 ir D17, blokuojantys teigiamo pusperiodžio rotoriaus fazių įtampą.



Pav. 1



Pav. 2