



УКРАЇНА

(19) UA (11) 56342 (13) U
(51) МПК (2011.01)
H02K 19/00
H02M 7/00
H02K 57/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) М-ФАЗНИЙ ЕЛЕКТРОМАШИННИЙ ПІДСИЛЮВАЧ

1

2

(21) u201007926

(22) 24.06.2010

(24) 10.01.2011

(46) 10.01.2011, Бюл.№ 1, 2011 р.

(72) ХАРЧЕНКО ВОЛОДИМИР ІВАНОВИЧ, ХАРЧЕНКО ОЛЕГ ВОЛОДИМИРОВИЧ, ХАРЧЕНКО ОЛЕКСІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ

(73) ХАРЧЕНКО ВОЛОДИМИР ІВАНОВИЧ, ХАРЧЕНКО ОЛЕГ ВОЛОДИМИРОВИЧ, ХАРЧЕНКО ОЛЕКСІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ

(57) 1. М-фазний електромашинний підсилювач, що містить станину з підшипниковими щитами, генератор змінного струму, який конструктивно поєднаний спільним валом із збудником у вигляді m -фазної електромашини, обмотка ротора якої виконана багатофазною з числом фаз $m = 1, 2, 3, \dots, n$, де n - будь-яке наступне ціле число, два блоки m -фазних випрямлячів, при цьому обмотка збудження генератора змінного струму має електричне поєднання з багатофазною обмоткою ротора m -фазного збудника через m -фазний блок обертового випрямляча, який ізольований від вала і нерухомо на ньому зафіксований, який **відрізняється** тим, що генератор змінного струму конструктивно поєднаний спільним валом з m -фазним синхронним збудником, пакет статора (індуктора) m -фазного синхронного збудника виконаний здебільшого шихтованим і переважно з явно вираженими полюсами, які оснащені щонайменше однією або більше обмотками керування різного призначення, пакет статора генератора змінного струму оснащений у внутрішніх, своїх пазах щонайменше однією силовою багатофазною обмоткою та щонайменше однією багатофазною обмоткою зворотного зв'язку, при цьому зазначені обмотки статора виконані переважно з однаковим числом фаз $m = 1, 2, 3, \dots, n$, де n - будь-яке наступне ціле число, причому пакет ротора генератора змінного струму оснащений однією або розподільною, або зосередженою обмоткою збудження, зовнішня поверхня станини оснащена щонайменше однією коробкою виводів для статорних обмоток, причому зовнішній m -фазний блок випрямляча розташований або в одній із коробок виводів, або безпосередньо на зовнішній поверхні станини, багатофазна обмотка зворотного зв'язку статора генератора змінного

струму має електричне поєднання щонайменше з однією із багатьох обмоток керування статора (індуктора) m -фазного синхронного збудника через зовнішній m -фазний блок випрямляча, причому багатофазна обмотка ротора m -фазного синхронного збудника та силова багатофазна обмотка статора генератора змінного струму виконані або на однакове число фаз, або на різне, m -фазний синхронний збудник та генератор змінного струму виконані з однаковим числом пар полюсів згідно співвідношення $P_{сз} - P_r$, m -фазний електромашинний підсилювач оснащений здебільшого різними засобами охолодження в залежності від його потужності, місця розташування та фізичних властивостей оточуючого середовища.

2. Підсилювач за п. 1, який **відрізняється** тим, що генератор змінного струму конструктивно поєднаний в одній станині із збудником.

3. Підсилювач за пп. 1, 2, який **відрізняється** тим, що пакет ротора генератора змінного струму виконаний по формі у вигляді циліндра з неявно вираженими полюсами, який в своїх пазах на зовнішній поверхні оснащений розподільною обмоткою збудження.

4. Підсилювач за п. 3, який **відрізняється** тим, що пакет ротора генератора змінного струму виконаний з явно вираженими полюсами, які оснащені зосередженою обмоткою збудження.

5. Підсилювач за будь-яким з пп. 1-4, який **відрізняється** тим, що силова багатофазна обмотка та багатофазна обмотка зворотного зв'язку статора генератора змінного струму виконані або на однакову, або на різну по величині вихідну напругу.

6. Підсилювач за будь-яким з пп. 1-5, який **відрізняється** тим, що m -фазний блок обертового випрямляча нерухомо зафіксований на валу рядом із заднім підшипниковим щитом.

7. Підсилювач за п. 6, який **відрізняється** тим, що задній підшипниковий щит виконаний щонайменше з одним технологічним отвором на своїй боковій поверхні, який закрито кришкою, при цьому саму кришку фіксують до поверхні щита, наприклад, болтами або іншими кріпильними елементами.

8. Підсилювач за будь-яким з пп. 1-7, який **відрізняється**

(13) U

(11) 56342

(19) UA

няється тим, що зовнішня поверхня станини виконана або гладенькою, або ребристою, або хвилювою, або голчатою.

9. Підсилювач за будь-яким з пп. 1-8, який **відрізняється** тим, що оснащений внутрішнім вентилятором для охолодження.

Корисна модель належить до безконтактних електромашинних підсилювачів (ЕМП) з двохступеневим електромагнітним збудженням і може бути застосована в якості генератора або в системах автоматичного керування електроприводами, або в якості автономного джерела змінного струму в різних галузях промисловості.

В технічній літературі приводяться описи різних типів ЕМП, але це, як правило, описані переважно колекторні електромашинні підсилювачі поперечного та поздовжнього поля постійного струму з двохступеневим збудженням (И.П. Копылов, Электрические машины, М., Энергоатомиздат. 1986, С.332-333, рис.5.77-5.79).

Відомий пристрій (Авт. свідоцтво СРСР № 1 297 180, Н02К 19/36, Н02К 3/28, 1987, бюл. № 10) у вигляді безконтактної синхронної явнополюсної електромашини, яка в одній конструкції сполучена з синхронним збудником та містить на роторі блок обертового випрямляча.

Головний недолік - пристрій не здатний працювати в режимі електромашинного підсилювача багатофазного змінного струму внаслідок того, що його електромагнітна схема позбавлена раціональності за рахунок розміщення на активних частинах статора та ротора одночасно обмоток синхронного генератора та збудника

В якості найближчого аналога для багатофазного електромашинного підсилювача, що заявляється, обраний пристрій у вигляді безконтактного генератора багатофазного змінного струму (Авт. свідоцтво СРСР № 1 201 969, Н02К 19/38, Н02К 29/00. 1985, Бюл. № 85), який містить станину з підшипниковими щитами, генератор змінного струму, який конструктивно поєднаний спільним валом з трифазним асинхронним збудником, при цьому генератор змінного струму містить обмотку статора, виконану з числом пар полюсів P1, основну обмотку збудження, розташовану на роторі і приєднану через обертовий випрямляч до затисків для приєднання трифазної роторної обмотки збудника. Додаткова трифазна обмотка збудження розташована на роторі генератора змінного струму і виконана з числом пар полюсів P2 і приєднана до зазначених затисків для приєднання трифазної роторної обмотки збудника. Статорна обмотка збудника приєднана до джерела регульованої частоти, причому дві його обмотки виконані з числом пар полюсів P3, а обмотка статора генератора змінного струму приєднана до зовнішнього силового електронного комутатора. Основна обмотка збудження генератора багатофазного змінного струму виконана з числом пар полюсів P2 і поєднана по схемі розімкнутого трикутника.

Головний недолік найближчого аналога - складна електромагнітна схема, яка позбавлена

10. Підсилювач за будь-яким з пп. 1-9, який **відрізняється** тим, що оснащений зовнішнім вентилятором для охолодження, який закріплений на зовнішньому виступаючому другому кінці вала і сам захищений кожухом.

раціональності за рахунок використання багатофазного асинхронного збудника для генератора змінного струму та використання для його збудження одночасно двох обмоток збудження ротора, одна з яких живиться змінним трифазним струмом, а друга - постійним струмом і, внаслідок цього, найближчий аналог не здатний працювати в режимі електромашинного підсилювача багатофазного змінного струму. До значного недоліку найближчого аналога відноситься також і неякісна огибаюча синусна форма вихідної напруги, яка утворюється за рахунок складання двох індукованих електрорушійних сил з різною частотою в статорній обмотці генератора змінного струму, тобто, за рахунок биття цих двох різних частот і виникає в статорній обмотці генератора змінного струму результуюча електрорушійна сила змінного струму, яка являє собою модуляційні по амплітуді коливання з частотою більшою за 50 герц і яку, відповідно, неможливо напряму використовувати споживачами без попереднього коригування її форми силовим електронним комутатором. Крім того, силовий електронний комутатор найближчого аналога обмежує його вихідну потужність, можливість виготовляти обмотку статора генератора змінного струму на високу вихідну напругу та зменшує загальну надійність прототипу. Всі ці разом взяті конструктивні недоліки прототипу і ускладнюють його конструкцію, зменшують його надійність та унеможливають його широке застосування в усіх галузях промисловості.

В основу корисної моделі поставлена задача створення нового типу безконтактного m-фазного електромашинного підсилювача змінного струму з двохступеневим збудженням шляхом оснащення відомого пристрою новим типом збудника та зміною числа обмоток і місця їх розташування на роторі і статорі генератора змінного струму, що забезпечить ефективний процес індукуювання якісної по формі синусної ЕРС змінного струму в обмотках статора генератора змінного струму і, тим самим, дозволить водночас спростити його загальну конструкцію та підвищити надійність.

За рахунок модернізації усуваються основні технологічні перешкоди на шляху до виготовлення сучасного безконтактного багатофазного електромашинного підсилювача змінного струму на велику потужність, на високу вихідну напругу та до широкого його застосування в усіх галузях промисловості в замкнених системах керування електроприводами та в автономних джерелах електроенергії.

Поставлена задача вирішується тим, що в m-фазному електромашинному підсилювачі, що містить станину з підшипниковими щитами, генератор змінного струму, який конструктивно поєднаний спільним валом із збудником у вигляді m-фазної

електромашини, обмотка ротора якої виконана багатофазною з числом фаз $m = 1, 2, 3, \dots, n$, де n - будь-яке подальше ціле число, два блока m -фазних випрямлячів, при цьому обмотка збудження генератора змінного струму має електричне поєднання з багатофазною обмоткою ротора m -фазного збудника через m -фазний блок обертового випрямляча, який ізольований від вала і нерухомо на ньому зафіксований, згідно з корисною моделлю, генератор змінного струму конструктивно поєднаний спільним валом з m -фазним синхронним збудником, пакет статора (індуктора) m -фазного синхронного збудника виконаний здебільшого шихтованим і переважно з явновираженими полюсами, які оснащені щонайменше однією або більше обмотками керування різного призначення, пакет статора генератора змінного струму оснащений однією або розподільною, або зосередженою обмоткою збудження, зовнішня поверхня станини оснащена щонайменше однією коробкою виводів для статорних обмоток, причому зовнішній m -фазний блок випрямляча розташований або в одній із коробок виводів, або безпосередньо на зовнішній поверхні станини, багатофазна обмотка зворотного зв'язку ста гора генератора змінного струму має електричне поєднання щонайменше з однією із багатьох обмоток керування статора (індуктора) m -фазного синхронного збудника через зовнішній m -фазний блок випрямляча, причому багатофазна обмотка ротора m -фазного синхронного збудника та силова багатофазна обмотка статора генератора змінного струму виконані або на однакове число фаз, або на різне, m -фазний синхронний збудник та генератор змінного струму виконані з однаковим числом пар полюсів згідно співвідношення $P_{сз} - P_r$, m -фазний електромашинний підсилювач оснащений здебільшого різними засобами охолодження в залежності від його потужності, місця розташування та фізичних властивостей оточуючого середовища.

Тут і далі під терміном «синхронний збудник» треба мати на увазі m -фазну синхронну електромашину, яка в заявленому m -фазному електромашинному підсилювачі конструктивно механічно та електромагнітно сполучена з генератором змінного струму і, таким чином, служить для нього керуванням джерелом електроенергії для живлення його обмотки збудження.

Тут і далі під терміном «обмотка керування» мається на увазі одна із багатьох обмоток збудження напруги або струму, якими може бути оснащений відповідно статор (індуктор) m -фазного синхронного збудника і які розташовані, як правило, на його різнополярних явновиражених полюсах пакета статора (індуктора).

Тут і далі під терміном "багатофазна обмотка зворотного зв'язку" статора генератора змінного

струму, яка розташована відповідно в пазах його пакета, мається на увазі та обмотка, яка виконує зворотній зв'язок по вихідній величині напруги генератора змінного струму в замкнених системах керування електроприводами або в автономних джерелах електроенергії.

Використання багатофазного синхронного генератора в якості збудника для генератора змінного струму замість асинхронного збудника, оснащення статора генератора змінного струму додатково багатофазною обмоткою зворотного зв'язку, збудження генератора змінного струму постійним магнітним полем тільки від однієї обмотки збудження, оснащення статора (індуктора) збудника багатьма обмотками керування різного призначення, а також заміна зовнішнього силового електронного комутатори на малопотужний двополуперіодний зовнішній випрямляч, який задіяний тільки в системі керування синхронного збудника веде всі запропоновані технічні рішення до очікуваного технічного результату, а саме: стало можливим індукувати якісну по формі синусу ЕРС змінного струму в багатофазній обмотці статора генератора змінного струму m -фазного електромашинного підсилювача водночас з великим коефіцієнтом підсилення початкового керованого сигналу і, за рахунок цього, стає можливим ширше використовувати запропонований пристрій в якості багатофазного електромашинного підсилювача в замкнених системах автоматичного керування електроприводами та в якості автономного джерела електроенергії змінного струму із стабілізацією своїх вихідних параметрів в різних галузях промисловості.

Крім того, згідно з корисною моделлю, можливе виконання електромашинного підсилювача в якого його генератор змінного струму конструктивно поєднаний в одній станині із збудником.

Можливе виконання пакета ротора генератора змінного струму електромашинного підсилювача по формі у вигляді циліндра з не явновираженими полюсами, який в своїх пазах на зовнішній поверхні оснащений розподільною обмоткою збудження.

Можливе виконання пакета ротора генератора змінного струму електромашинного підсилювача з явновираженими полюсами, які оснащені зосередженою обмоткою збудження.

Можливе виконання багатофазних обмоток статора генератора змінного струму в якого його силова багатофазна обмотка та багатофазна обмотка зворотного зв'язку виконані або на однакову, або на різну по величині вихідну напругу.

Можливе виконання електромашинного підсилювача в якого m -фазний блок обертового випрямляча нерухомо зафіксований на валу рядом із заднім підшипниковим щитом.

Можливе виконання електромашинного підсилювача в якого задній підшипниковий щит викопаний принаймні з одним технологічним отвором на своїй боковій поверхні який закривається кришкою, при цьому сама кришка фіксується до зовнішньої поверхні підшипникового щита, наприклад, болтами або іншими кріпильними елементами.

Можливе виконання зовнішньої поверхні станини електромашинного підсилювача або глассе-

ньою, або ребристою, або хвилястою, або голчатою.

Можливе виконання електромашинного підсилювача принаймні з одним внутрішнім вентилятором для охолодження.

Можливе виконання електромашинного підсилювача з зовнішнім вентилятором для охолодження, який закріплений на зовнішньому виступаючому другому кінці вала і сам захищений кожухом.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями, де зображені:

на Фіг. 1 - заявлений m -фазний електромашинний підсилювач з двохступеневим збудженням у трифазному виконанні (загальний вигляд, поздовжній розріз);

на Фіг. 2 - поперечний переріз m -фазного електромашинного підсилювача за Фіг. 1 по площині А-А, боковий погляд на внутрішню будову його синхронного збудника (частковий розріз);

на Фіг. 3 - поперечний переріз m -фазного електромашинного підсилювача за Фіг. 1 по площині Б-Б, боковий погляд на внутрішню будову його генератора змінного струму (частковий розріз);

на Фіг. 4 - поперечний переріз ротора генератора змінного струму m -фазного електромашинного підсилювача за Фіг. 1 по площині В-В, який виконаний з явновираженими полюсами;

на Фіг. 5 - електрична схема m -фазного електромашинного підсилювача за Фіг. 1 з автоматичним регулюванням його вихідної напруги.

Пояснення до Фіг. 1-5;

де ω - кутова швидкість вала.

Розглянемо конструкцію заявленого m -фазного електромашинного підсилювача у його трифазному виконанні, в якого пакети статора та ротора генератора змінного струму оснащені розподільними обмотками, при цьому сам генератор змінного струму m -фазного електромашинного підсилювача та його m -фазний синхронний збудник конструктивно поєднані разом в одній станині.

Як показано на Фіг. 1 та Фіг. 2 трифазний електромашинний підсилювач 1 містить станину 2 з підшипниковими щитами 3, генератор змінного струму 4, який конструктивно поєднаний спільним валом 5 та станиною 2 із збудником у вигляді трифазної синхронної електромашини 6, розподільна обмотка 7 ротора 8 якої виконана трифазною, зовнішній трифазний блок двополуперіодного випрямляча 9 та трифазний блок двополуперіодного обертового випрямляча 10, при цьому обмотка збудження 11 генератора змінного струму 4 має електричне поєднання з трифазною обмоткою 7 ротора 8 трифазного синхронного збудника 6 через трифазний блок обертового випрямляча 10, який своєю конструкцією ізолюваний від вала 5 і нерухомо на ньому зафіксований, пакет 12 статора (індуктора) 13 синхронного збудника 6 виконаний шихтованим з явновираженими полюсами 14, які оснащені двома котушковими обмотками керування 15 та 16, пакет 17 статора 18 генератора змінного струму 4 оснащений у внутрішніх своїх пазах 19 трифазною силовою обмоткою 20 та однією трифазною обмоткою зворотного зв'язку 21, пакет 22 ротора 23 генератора змінного струму 4 виконаний по формі у вигляді шихтованого цилін-

дра з не явновираженими полюсами 24 та пазами 25 на своїй зовнішній поверхні в яких розташована розподільна обмотка збудження 11 генератора змінного струму 4. Зовнішня поверхня станини 2 виконана гладенькою і оснащена коробкою виводів 26 для статорних обмоток синхронного збудника 6 та генератора змінного струму 4, при цьому зовнішній трифазний блок випрямляча 9 розташований безпосередньо в коробці виводів 26. Трифазна обмотка зворотного зв'язку 21 статора 18 генератора змінного струму 4 має електричне поєднання з обмоткою керування 16 статора (індуктора) 13 синхронного збудника 6 через зовнішній блок двополуперіодного випрямляча 9, при цьому синхронний збудник 6 та генератор змінного струму 4 виконані з числом пар полюсів $P=2$. З метою зменшення габаритів та водночас збільшення відбору електричної потужності від силової трифазної обмотки 20 генератора змінного струму 4 електромашинний підсилювач 1 оснащений засобами охолодження у вигляді внутрішнього вентилятора 27, який зафіксований на валу 5 зі сторони привода, та зовнішнім вентилятором 28 для обдування зовнішньої поверхні станини 2, який зафіксований на другому виступаючому за підшипниковий щит 3 кінці вала 5 і який сам при цьому закритий захисним кожухом 29. Крім того, для збільшення інтенсивності охолодження електромашинного підсилювача 1 зовнішнім вентилятором 28 його станина 2 може бути виконаною, з метою збільшення її зовнішньої поверхні, або ребристою, або хвилястою, або голчатою, причому сама станина 2 може бути виготовленою або з магнітного, або з немагнітного матеріалу. В залежності від місця розташування та агресивності оточуючого середовища електромашинний підсилювач 1 може бути виконаним з системою охолодження конструктивно більш складною в порівнянні з вентиляторною системою, наприклад, повністю з замкненою системою охолодження, в якій охолоджувальний агент (вода або повітря) повністю ізолюваний від зовнішнього агресивного середовища.

У тому випадку, коли силова трифазна обмотка 20 статора 18 генератора змінного струму 4 виготовлена на високу вихідну напругу, то обмотка зворотного зв'язку 21 завжди виконується на низьку вихідну напругу і, відповідно, станина 2 електромашинного підсилювача 1 буде оснащено принаймні двома окремими коробками виводів 26 з яких: одна коробка виводів 26 призначена для закріплення вивідних кінців силової високовольтної обмотки 20, а друга, як правило, призначена для розташування та закріплення вивідних кінців обмоток керування 15 та 16 синхронного збудника 6, обмотки зворотного зв'язку 21 генератора змінного струму 4 та для розміщення зовнішнього блока випрямляча 9.

З метою покращення доступу до блока обертового випрямляча 10, під час експлуатації електромашинного підсилювача 1, він розташований на валу 5 поряд з заднім підшипниковим щитом 3, який виконаний з технологічним отвором 30 на своїй боковій поверхні, при цьому отвір закривається кришкою 31, яка зафіксована до поверхні підшипникового щита 3 болтами 32.

Можливе виконання потужних електромашинних підсилювачів 1, в яких його генератор змінного струму 4 конструктивно поєднаний із своїм синхронним збудником 6 тільки спільним валом 5, але кожна із цих зазначених електромашин розташована в своєму окремому корпусі. Можливе також оснащення полюсів статора (індуктора) 13 синхронного збудника 6 одночасно постійними магнітами і обмотками керування тільки у електромашинних підсилювачів переважно малої потужності.

Попередня необхідна кількість обмоток керування (дві або більше) на статорі (індукторі) 13 синхронного збудника 6 визначається на стадії проектування конкретного електромашинного підсилювача 1 в залежності від того, в якій конкретно замкненій системі керування електроприводом він буде працювати і які, при ньому, параметри йому необхідно буде автоматично контролювати.

Крім того, необхідно враховувати, що в генераторах з незалежним збудженням потужність збудження складає 1-2% від потужності генератора і, таким чином, запропонований електромашинний підсилювач 1 змінного струму, який складається із двох генераторів з незалежним збудженням, може мати загальний коефіцієнт підсилення K_p в межах $10^3 - 2,5 \cdot 10^3$. Отже, якщо електромашинний підсилювач 1 буде умовно виготовлений на потужність, наприклад, в 100 кВт і з коефіцієнтом підсилення $K_p=1000$, то обмотка керування 15 синхронного збудника 6 буде споживати електричну потужність в межах 0,1 кВт і, за рахунок цього, габарити застосованих випрямлячів 9 та 10 в електромашинному підсилювачі 1 будуть мати незначні розміри.

На Фіг. 2 зображений поперечний переріз трифазного електромашинного підсилювача 1 по площині А-А за Фіг.1. Поперечний переріз наочно показує на внутрішню будову синхронного збудника 6 з якого видно, що явно виражені полюси 14 статора (індуктора) 13 синхронного збудника 6 оснащені двома котушковими обмотками керування 15 та 16, а його ротор 8 оснащений відповідно трифазною розподільною обмоткою 7, яка служить джерелом електроенергії для обмотки збудження 11 генератора змінного струму 4.

На Фіг.3 зображений поперечний переріз трифазного електромашинного підсилювача 1 по площині Б-Б за Фіг.1. Поперечний переріз наочно показує на внутрішню будову трифазного генератора змінного струму 4 з якого видно, що пакет 22 ротора 23 генератора змінного струму 4 виконаний з не явновираженими полюсами 24, а в його пазах 25 розташована розподільна обмотка збудження 11 генератора змінного струму 4, причому пакет 17 статора 18 відповідно оснащений, у своїх внутрішніх пазах 19, двома розподільними трифазними обмотками 20 та 21.

На Фіг.4 зображений поперечний переріз по площині В-В пакета 22 ротора 23 генератора змінного струму 4 у другому варіанті виконання якого наочно видно, що пакет 22 ротора 23 генератора змінного струму виконаний з явновираженими полюсами 33, які оснащені зосередженою обмоткою збудження 34.

На Фіг.5 зображена за Фіг.1 електрична схема

трифазного електромашинного підсилювача 1 з незалежним збудженням від обмотки керування 15 синхронного збудника 6, при цьому трифазна обмотка зворотного зв'язку 21 статора 18 генератора змінного струму 4 має електричне поєднання з другою обмоткою керування 16 синхронної збудника 6 через зовнішній блок випрямляча 9. Стрілки біля обмоток керування 15 та 16 синхронного збудника 6 показують напрямок дії їх намагнічуючих сил F .

Трифазний електромашинний підсилювач 1, в ролі автоматичного регулятора своєї вихідної напруги, при умові обертання його ротора зовнішнім двигуном, згідно закону електромагнітної індукції працює наступним чином. По-перше, з точки зору закону електромагнітної індукції не має значення, як власне відбувається в електричній машині, яка працює в режимі генератора, перетинання магнітних ліній поля збудження її провідниками. Так, у нашому випадку, в синхронному збуднику 6 поле збудження нерухоме, а провідники її багатофазної обмотки 7 ротора 8 обертаються, а в генераторі змінного струму 4, навпаки, поле збудження обертається, а провідники його багатофазних обмоток 20 та 21 статора 18 нерухомі.

Отже, як видно з Фіг.1 та приведеної електричної схеми (див. Фіг. 5) при подачі напруги живлення від зовнішнього джерела постійного струму, який на кресленні не зображений, на обмотку керування 15 статора (індуктора) 13 синхронного збудника 6 по її провідникам буде протікати постійний струм, який разом з явновираженими полюсами 14 статора (індуктора) 13 синхронного збудника 6 створить постійний магнітний потік Φ збудження, тобто магнітний потік Φ керування, напрямок його намагнічуючої сили F_k показаний для наочності на Фіг.5 суцільною стрілкою, наприклад, вниз і, за рахунок якого, в її трифазній розподільній обмотці 7 ротора 8 буде індукуватися трифазна обертова змінна електрорушійна сила (ЕРС), яка є джерелом електроенергії для обмотки збудження 11, яка розташована на пакеті 22 ротора 23 генератора змінного струму 4. Внаслідок того, що обмотку збудження 11 генератора змінного струму 4 необхідно живити постійним струмом вона має електричне поєднання із своїм джерелом електроенергії змінного струму, тобто із трифазною обмоткою 7 ротора 8 синхронного збудника 6, через трифазний блок обертового випрямляча 10. При протіканні постійного струму по обмотці збудження 11 генератора змінного струму 4 в його силовій трифазній обмотці 20 та в трифазній обмотці зворотного зв'язку 21 буде індукуватися змінна трифазна ЕРС збудника 6, тобто від величини постійного струму який по ній буде протікати. Для автоматичного підтримування своєї вихідної напруги на необхідному рівні в електромашинному підсилювачі 1 задіяний ланцюжок від'ємного зворотного зв'язку по вихідній величині напруги його генератора змінного струму 4, при якому другу обмотку керування 16 синхронного збудника 6 поєднують з обмоткою зворотного зв'язку 21 статора 18 генератора змінного струму через зовнішній блок випрямляча 9, яка слугує джерелом електроенергії для обмотки керування 16. Обмотки керування 15

та 16 поєднують із своїми джерелами живлення так, щоб намагнічуюча сила від'ємного зворотного зв'язку F_3 , яка створена магнітним потоком Φ обмотки керування 16, була направлена назустріч керуючій намагнічуючій силі F_k , яка створена обмоткою керування 15. Таким чином, результуюча намагнічуюча сила F_r двох обмоток керування 15 та 16 синхронного збудника 6 відповідно і визначає в кінцевому результаті вихідні та стабілізовані параметри генератора змінного струму 4, тобто електромашинного підсилювача 1 згідно виразу:

$$F_r = F_k - F_3$$

Отже, при зменшенні вихідної напруги електромашинного підсилювача і автоматично зменшується і величина індукованої напруги в трифазній обмотці зворотного зв'язку 21 генератора змінного струму 4, що приводить автоматично до зменшення величини струму в обмотці керування 16 синхронного збудника 6 і, внаслідок цього, зменшується і величина намагнічуючої сили F_3 обмотки керування 16, яка направлена зустрічно намагнічуючій силі F_k обмотки керування 15, але, в цей же час, величина струму збудження обмотки керуван-

ня 15 залишається незмінною. Таким чином, автоматично, без участі людини, збільшується результуюча намагнічуюча сила F_r двох обмоток керування 15 та 16 синхронного збудника 6, що призведе до збільшення вихідної напруги електромашинного підсилювача 1 до первісного заданого рівня. Аналогічно схема працює зворотно при збільшенні вихідної напруги електромашинного підсилювача 1.

Таким чином, завдяки наявності від'ємного зворотного зв'язку в електричній схемі збудження електромашинного підсилювача 1 його вихідна напруга або струм регулюється автоматично, залишаючись майже весь, час постійними при різкій зміні його навантаження і, таким чином, завдяки набуттю нових корисних та якісних ознак, після модернізації відомого пристрою, запропонований безконтактний електромашинний підсилювач 1 змінного струму з двохступеневим збудженням знайде широке застосування в різних замкнених системах автоматичного керування електроприводами та в інших енергетичних установках в усіх галузях промисловості.

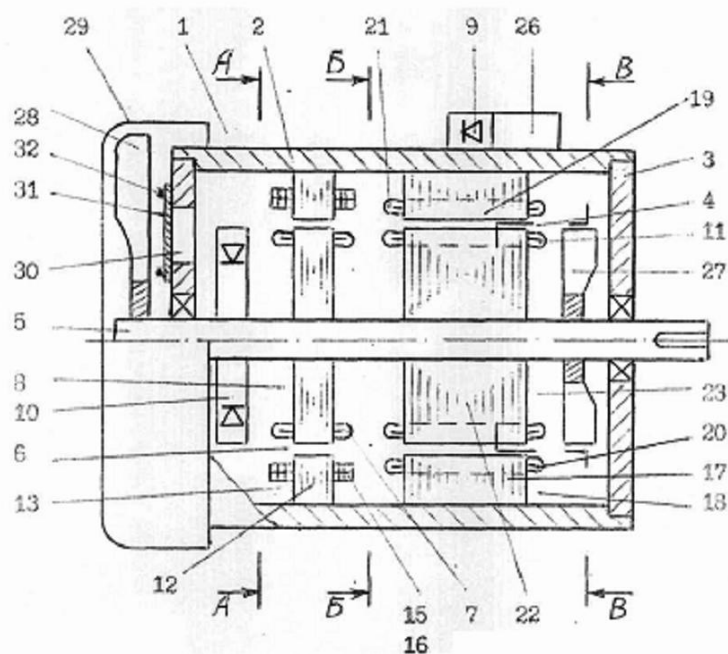


Fig. 1

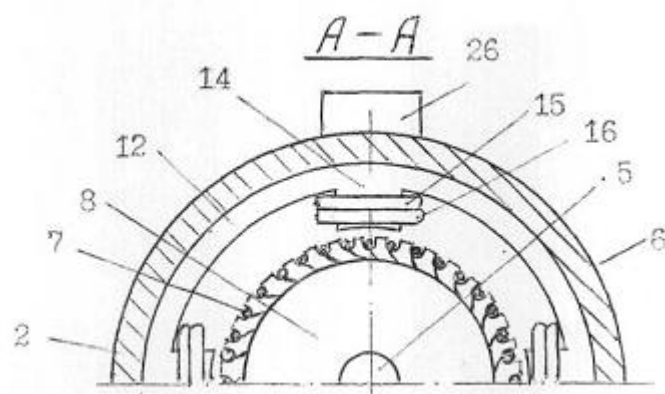


Fig. 2

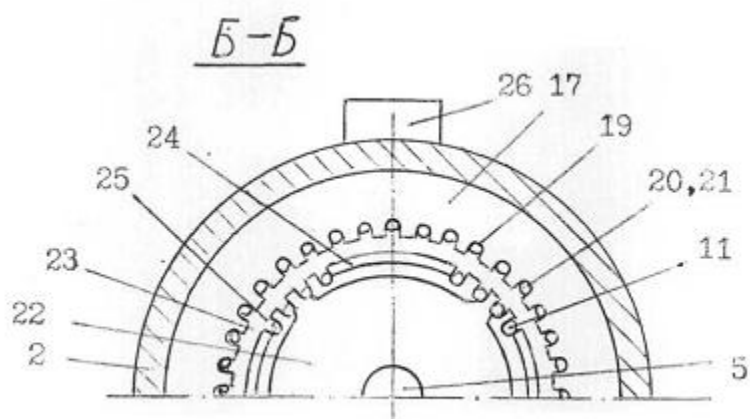


Fig. 3

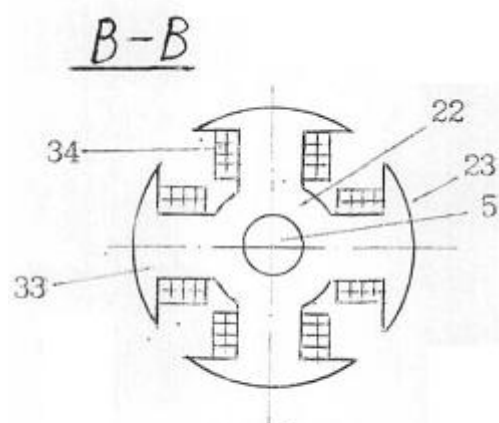


Fig. 4

