



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **94191** (13) **U**  
(51) МПК (2014.01)  
**H02K 21/00**

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

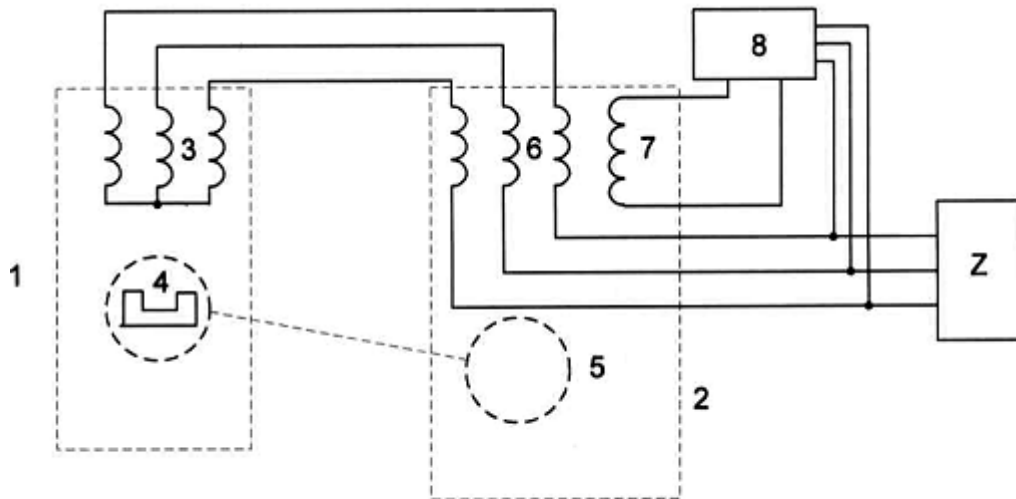
## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: <b>u 2013 13188</b>	(72) Винахідник(и): <b>Тихонов Віктор Васильович (UA), Ничипоренко Людмила Вікторівна (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>13.11.2013</b>	(73) Власник(и): <b>НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, пр. Комарова, 1, м. Київ, 03680 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.11.2014</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.11.2014, Бюл.№ 21</b>	

## (54) ЕЛЕКТРИЧНИЙ ГЕНЕРАТОР

### (57) Реферат:

Електричний генератор, що містить синхронний генератор, магнітопровід статора якого має пази з обмоткою якоря, ротор з постійних магнітів, причому в одному корпусі з синхронним генератором розміщена асинхронна машина, статор якої виконаний у вигляді двох порожнистих концентричних циліндрів, в пазах першого порожнистого циліндра, що є магнітним шунтом, розміщена тороїдальна обмотка підмагнічування, яка отримує живлення від блока регулювання напруги, в пазах другого порожнистого циліндра покладена розподілена трифазна обмотка тороїдального типу, включена послідовно з обмоткою якоря синхронного генератора, ротор має короткозамкнену обмотку, асинхронна машина працює в режимі генератора.



Фиг. 1

UA 94191 U



Винахід належить до електротехніки і може бути використаний в системах регулювання напруги магнітоелектричного генератора.

Відомо пристрій [1], який містить ротор з постійних магнітів, магнітопровід статора і кільцевий зубчастий магнітопровід (магнітний шунт). У пазах магнітопроводу статора і кільцевого зубчастого магнітопроводу (шунта) розміщені якірна обмотка і тороїдальна обмотка регулювання.

Недоліками пристрою є: - невисока точність стабілізації напруги внаслідок відсутності регулятора напруги; - збільшення обсягу магніту за рахунок відгалуження частини магнітного потоку в шунти.

Найбільш близьким за технічною суттю до запропонованого винаходу (прототип) є пристрій [2], що містить синхронний генератор із збудженням від постійних магнітів та вольтододаткову машину, яка магнітно не пов'язана із синхронним генератором, трифазна обмотка якоря якого включається послідовно з обмоткою якоря основного генератора, ротор виконаний у вигляді постійних магнітів.

Недоліками пристрою є: - недовикористання електрорушійної сили (ЕРС) обмотки якоря синхронного генератора внаслідок знаходження ЕРС обмотки якоря і вольтододаткової машини в протифазі.

Задачею винаходу є зменшення часу перехідного процесу і повне використання ЕРС обмотки якоря синхронного генератора.

Задача вирішується розміщенням в генераторі як вольтододаткової машини асинхронної машини з короткозамкненим ротором, яка магнітно не пов'язана із синхронним генератором, трифазна обмотка якоря якого включається послідовно з обмоткою якоря основного генератора, і розміщенням в асинхронній машині обмотки підмагнічування, що одержує живлення від блока регулювання напруги.

На Фіг. 1 представлена електрична схема джерела електроживлення.

Електричний генератор містить: синхронну 1 і асинхронну машини 2.

Генератор, виконаний за класичною схемою, має якір з обмоткою 3, які розміщені в пазах магнітопроводу статора, а індуктор синхронного генератора має радіально намагнічені магніти 4.

В одному корпусі з синхронним генератором розміщена асинхронна машина 2, яка є вольтододатком основного генератора.

Ротор асинхронної машини має на зовнішній поверхні пази, в якій покладена обмотка у вигляді стрижнів 5, Фіг. 2, короткозамкнених з торців кільцями.

Статор асинхронної машини виконаний у вигляді двох порожнистих концентричних циліндрів 9, 10, Фіг. 2. На внутрішній поверхні першого порожнистого циліндра 9, який є магнітним шунтом, виконані осьові пази 11, де намотана тороїдальна обмотка підмагнічування 7.

Обмотка підмагнічування 7 отримує живлення від блока регулювання напруги 8. Другий порожнистий циліндр 10 має на зовнішній та внутрішній поверхнях пази 12, 13. У пазах 12 і 13 розміщується розподілена трифазна обмотка 6 тороїдального типу, яка включається послідовно з обмоткою якоря 3 синхронного генератора 1. Число пар полюсів асинхронної машини вибирається таким, щоб частота обертання магнітного поля статора була менше частоти обертання ротора генератора, тобто асинхронна машина працює в генераторному режимі.

Магнітопровід 10 статора асинхронної машини, який є магнітним шунтом охоплений тороїдальною обмоткою підмагнічування 7. Ступінь насичення магнітного шунта залежить від величини струму в обмотці підмагнічування 7, який отримує живлення від блока регулювання напруги 8. Обмотка статора 6 асинхронної машини виконана тороїдальною, що дозволяє створити магнітний потік  $\Phi$ , частина якого буде замикатися через шунт  $\Phi_{ш}$  і не брати участь у наведенні генераторної ЕРС. Змінюючи величину магнітного опору шунта за рахунок зміни струму в обмотці підмагнічування 7 можна змінювати величину робочого магнітного потоку  $\Phi_{раб}$  асинхронної машини, а значить і величину генераторної ЕРС.

Робота і процес регулювання напруги синхронного генератора відбувається наступним чином.

Основний принцип регулювання напруги полягає у створенні необхідної додаткової електрорушійної сили асинхронної машини, величина якої залежить від струму навантаження генераторної установки. У режимі холостого ходу струм навантаження дорівнює нулю, тому величина вихідної напруги визначається величиною напруги синхронного генератора.

При підключенні навантаження по обмотці 3 якоря синхронного генератора і обмотці 6 асинхронної машини протікає струм. В результаті дії реакції якоря синхронного генератора і падіння напруги на обмотках якоря і обмотках асинхронного генератора напруга на навантаженні зменшується (1). Струм, який протікає по обмотці статора 6 асинхронної машини,

створює магніторушійну силу, що обертається в просторі зі швидкістю меншим, ніж швидкість обертання ротора, тобто асинхронна машина працює в генераторному режимі. Це дозволяє індукувати в обмотці статора асинхронної машини електрорушійну силу, яка компенсує зменшення напруги на навантаження, що підтверджується рівнянням генератора:

$$5 \quad \dot{U} = \dot{E}_{c2} - j\dot{I}_{c2d} - j\dot{I}_{c2q} + \dot{E}_{a2} - j\dot{I}_{c2} R_{a2} - j\dot{I} X_{a2},$$

де:  $E_{c2}$  - ЕРС синхронного генератора;  $E_{a2}$  - ЕРС асинхронної машини;  $I$  - струм навантаження генератора;  $I_{c2d}$  - повздовжня складова струму синхронного генератора;  $I_{c2q}$  - поперечна складова струму синхронного генератора;  $R_{a2}$  - активний опір асинхронного генератора;  $X_{a2}$  - реактивний опір асинхронного генератора.

10 З векторної діаграми, Фіг. 3, випливає, що збільшення навантаження на генераторі викликає збільшення струму ( $I$ ), що протікає по обмотці асинхронної машини, а значить і величини ЕРС ( $\dot{E}_{a2}$ ), яка компенсує падіння напруги генератора.

15 У результаті реалізується закон регулювання по збудженню, що дозволяє на порядок зменшити час перехідного процесу при зниженні величини провалу напруги в момент зміни навантаження.

Для підвищення точності стабілізації вихідної напруги генератора обмотка підмагнічування 7 асинхронної машини включена на блок регулювання напруги 8. У результаті реалізується закон регулювання за відхиленням.

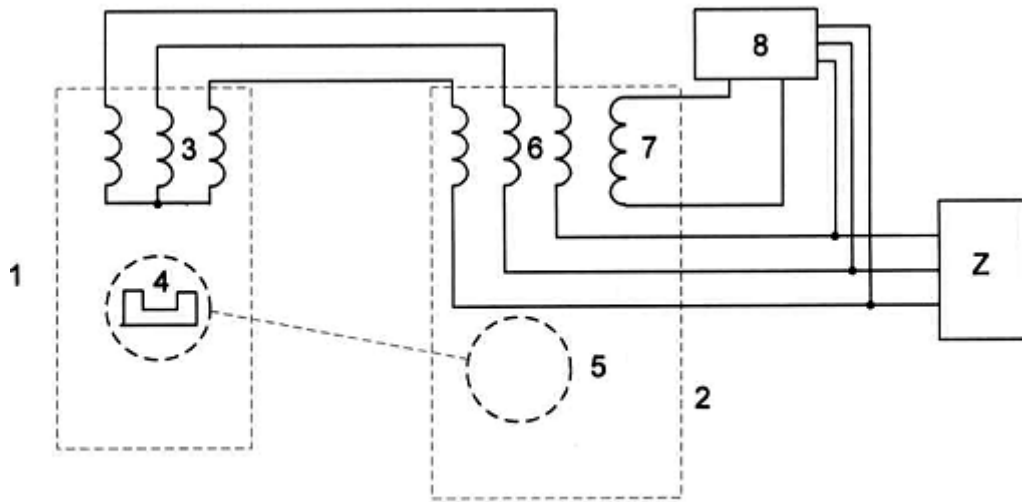
20 Таким чином, винахід дозволяє за рахунок застосування асинхронної машини, трифазна обмотка якоря якого включена послідовно з обмоткою якоря основного генератора, в повному обсязі використовувати його ЕРС і зменшити час перехідного процесу. Розміщення в асинхронній машині обмотки підмагнічування, що живиться від блока регулювання напруги, забезпечує високу точність підтримки напруги при навантаженні.

Джерела інформації:

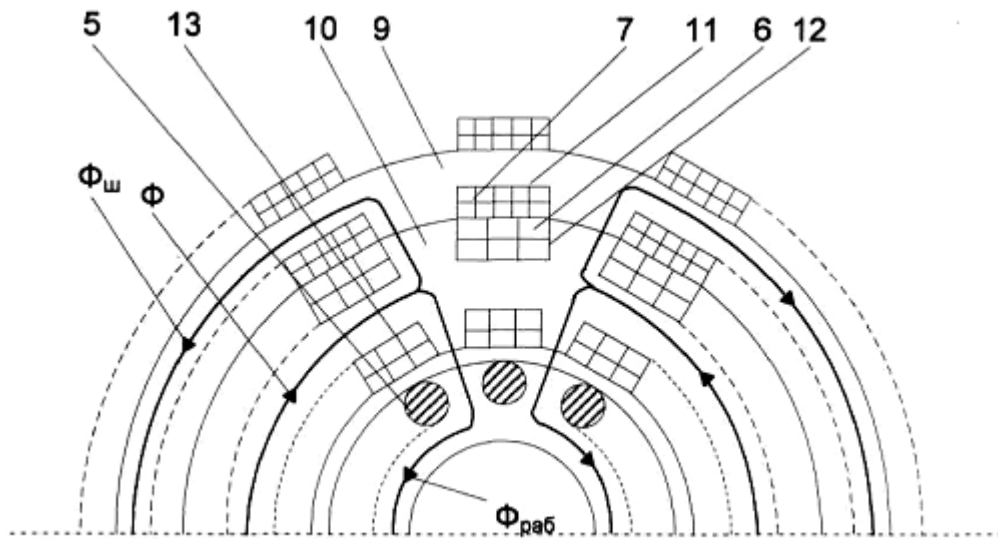
- 25 1. Балагуров В.А., Галтеев Р.Р. Электрические генераторы с постоянными магнитами. - 1988, с. 107.  
2. Патент Российской Федерации № 2132107, 1998

#### 30 ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

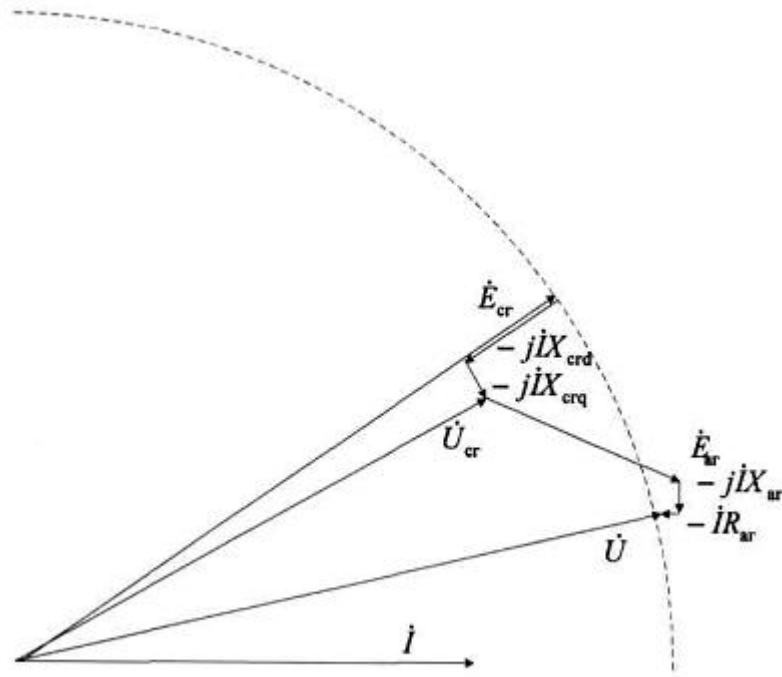
Електричний генератор, що містить синхронний генератор, магнітопровід статора якого має пази з обмоткою якоря, ротор з постійних магнітів, який **відрізняється** тим, що в одному корпусі з синхронним генератором розміщена асинхронна машина, статор якої виконаний у вигляді двох порожнистих концентричних циліндрів, в пазах першого порожнистого циліндра, що є магнітним шунтом, розміщена тороїдальна обмотка підмагнічування, яка отримує живлення від  
35 блока регулювання напруги, в пазах другого порожнистого циліндра покладена розподілена трифазна обмотка тороїдального типу, включена послідовно з обмоткою якоря синхронного генератора, ротор має короткозамкнену обмотку, асинхронна машина працює в режимі генератора.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

---

Комп'ютерна верстка О. Рябко

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601