



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **68401** (13) **U**  
(51) МПК (2012.01)  
H03H 1/00

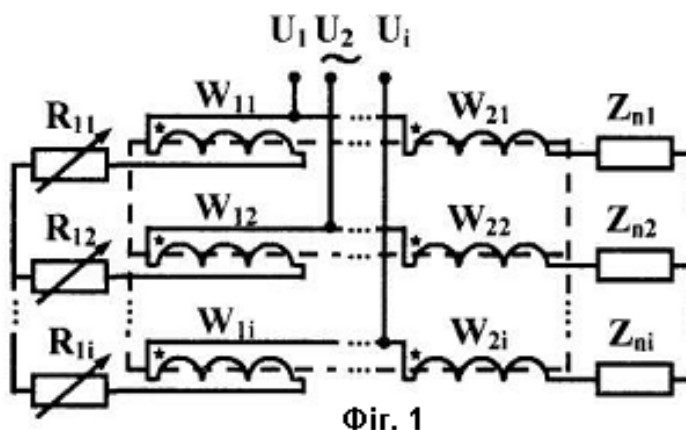
## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки:	u 2011 10342	(72) Винахідник(и):	Галіновський Олександр Михайлович (UA), Анпілогов Микола Георгійович (UA), Когут Віталій Васильович (UA), Ленська Олена Олександрівна (UA)
(22) Дата подання заявки:	23.08.2011	(73) Власник(и):	НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", просп. Перемоги, 37, м. Київ-56, 03056, Україна (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель:	26.03.2012		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	26.03.2012, Бюл.№ 6		

## (54) БАГАТОФАЗНИЙ ФАЗООБЕРТАЧ

### (57) Реферат:

Багатофазний фазообертач з багатофазним входом та виходом, що має зсув по фазі до  $180^\circ$  та змінний активний опір, причому містить двохобмотковий  $m$ -фазний трансформатор із числом витків первинної обмотки  $W_1$ , числом витків вторинної обмотки  $W_2$ , коефіцієнтом трансформації  $k_T = W_1/W_2$ , де початок первинної обмотки  $i$ -тої фази трансформатора з'єднаний з початком вторинної обмотки однойменної  $i$ -тої фази трансформатора та з  $i$ -тою фазою вхідної напруги трансформатора, кінець первинної обмотки  $i$ -тої фази трансформатора приєднаний послідовно з першим кінцем змінного резистора  $i$ -тої фази, а кінець вторинної обмотки  $i$ -тої фази трансформатора підключений до  $i$ -тої фази навантаження з великим опором.



U  
68401  
UA



Корисна модель належить до електротехнічної та радіотехнічної галузей.

Відомим аналогом є фазообертач (А. с. СССР № 1205288. кл H03H 7/18, 1984), який належить до імпульсної техніки і радіотехніки та може бути використаний в системах автоматики. Фазообертач містить два формувачі пилоподібної напруги, компаратор, ключ, елемент АБО, елемент ЗАБОРОНА. Недоліком відомого аналогу є відносна складність пристрою і можливість використання його тільки в однофазних колах.

Найближчим аналогом є містковий фазообертач з зсувом фази до  $180^\circ$  (Радиотехника, № 1, 1963, С. 72-77.), який являє собою чотириполюсник з активними і реактивними елементами в плечах містка, який забезпечує плавне регулювання фазового зсуву від 0 до  $-\pi$  між вхідною і вихідною напругами та сталість величини останньої. Недоліком відомого аналогу є відносна складність пристрою і можливість використання його тільки в однофазних колах.

Недоліком найближчого аналогу є необхідність будувати  $m$ -фазний фазообертач на базі  $m$  однофазних фазообертачів, що призводить до громіздкості конструкції.

Враховуючи зазначене, можна зробити висновок, що запропонована модель багатofазного фазообертача є достатньо ефективною і може бути успішно застосована в системах управління  $m$ -фазними тиристорними випрямлячами безконтактних синхронних машин, перетворювачів частоти, в електротехнічній та інших галузях.

Позитивний ефект від застосування даної моделі полягає у використанні  $m$ -фазного фазообертача в системах управління тиристорами  $m$ -фазних перетворювачів.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалити фазообертач за рахунок розширення області його використання на  $m$ -фазні кола безпосередньо, забезпечивши діапазон регулювання фазового зсуву від 0 до  $-\pi$  при сталості вихідної напруги.

Поставлена задача вирішується тим, що:

1.  $m$ -фазний фазообертач систем керування перетворювальної техніки, що містить двохобмотковий  $m$ -фазний трансформатор із числом витків первинної обмотки  $W_1$ , числом витків вторинної обмотки  $W_2$ , коефіцієнтом трансформації  $k_T = W_1/W_2$ , початок первинної обмотки  $i$ -тої фази трансформатора з'єднаний з початком вторинної обмотки однойменної  $i$ -тої фази трансформатора та з  $i$ -тою фазою вхідної напруги трансформатора, кінець первинної обмотки  $i$ -тої фази трансформатора приєднаний послідовно з першим кінцем змінного резистора  $i$ -тої фази, а кінець вторинної обмотки  $i$ -тої фази трансформатора підключений до  $i$ -тої фази навантаження з великим опором.

2.  $m$ -фазний фазообертач за п. 1, що відрізняється тим, що з метою підтримки амплітуди вихідної напруги незмінною коефіцієнт трансформації  $k_T = 1/2$ .

3.  $m$ -фазний фазообертач за п. 1 і п. 2, що відрізняється тим, що з метою спрощення конструкції всі початки первинних обмоток приєднані до входу мостового  $m$ -фазного випрямляча, вихід якого приєднаний до кінців одного змінного резистора.

4.  $m$ -фазний фазообертач за п. 1, п. 2 і п. 3, що відрізняється тим, що з метою автоматизації зміни фази вихідної напруги  $m$ -фазного фазообертача вихід випрямляча додатково приєднаний до блоку автоматичного регулювання.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями. На фіг. 1 приведена принципова електрична схема  $m$ -фазного фазообертача, побудованого на базі двохобмоткового  $m$ -фазного трансформатора. На фіг. 2а представлена векторна діаграма напруг і струму первинної обмотки першої фази  $m$ -фазного трансформатора. На фіг. 2б показана векторна діаграма напруг первинної та вторинної обмотки першої фази  $m$ -фазного трансформатора. На фіг. 3 представлена принципова електрична схема  $m$ -фазного фазообертача, в якому з метою зменшення кількості керуючих елементів всі кінці первинних обмоток  $m$ -фазного трансформатора приєднані до входу мостового  $m$ -фазного випрямляча, вихід якого приєднаний до кінців одного змінного резистора. На фіг. 4 показана електрична схема  $m$ -фазного фазообертача, в якому з метою автоматизації зміни фази вихідної напруги  $m$ -фазного фазообертача вихід випрямляча додатково приєднаний до блоку автоматичного регулювання.

Опис в статичі. На фіг. 1 показані:  $W_{11}, W_{12}, \dots, W_{1i}$  - первинні обмотки першої, другої, ...  $i$ -ї фази  $m$ -фазного трансформатора;  $W_{21}, W_{22}, \dots, W_{2i}$  - вторинні обмотки першої, другої, ...  $i$ -ї фази  $m$ -фазного трансформатора;  $U_1, U_2, \dots, U_i$  - перша, друга, ...  $i$ -та фази  $m$ -фазної вхідної системи напруг;  $R_{11}, R_{12}, \dots, R_{1i}$  - перший, другий, ...  $i$ -тий змінні резистори з плинним значенням активного опору кожного резистора  $r_i$ ;  $Z_{n1}, Z_{n2}, \dots, Z_{ni}$  - опори першої, другої, ...  $i$ -тої фази  $m$ -фазного навантаження, на вхід яких подаються вихідні напруги  $U_{n1}, U_{n2}, \dots, U_{ni}$   $m$ -фазного фазообертача. Початки всіх первинних обмоток трансформатора з'єднані з початками однойменних фаз всіх вторинних обмоток трансформатора та з однойменними фазами  $m$ -фазної вхідної системи напруг. Кінці всіх первинних обмоток  $m$ -фазного трансформатора з'єднані з першими кінцями  $m$

змінних резисторів, другі кінці яких об'єднані в одну загальну точку. Опори т-фазного навантаження з'єднані по схемі "зірка" або "багатокутник".

На фіг. 2 показані позначення:  $\dot{U}_1$  - вектор першої фази т-фазної вхідної системи напруг;  $\dot{I}_{11}$  - вектор струму первинної обмотки першої фази т-фазного трансформатора;  $\dot{I}_{11}r_1$  - падіння напруги на змінному резисторі  $R_{11}$ ;  $\dot{E}_{11} = -j\dot{I}_{11}x_m$  - вектор електрорушійної сили первинної обмотки першої фази т-фазного трансформатора,  $x_m$  - головний індуктивний опір трансформатора.

На фіг. 5 показані позначення:  $\dot{U}_1$  - вектор першої фази т-фазної вхідної системи напруг;  $\dot{E}_{21} = \dot{E}_{11}/k_T$  - вектор електрорушійної сили вторинної обмотки першої фази т-фазного трансформатора;  $\dot{U}_{n1} = \dot{U}_1 + \dot{E}_{21}$  - вихідна напруга вторинної обмотки першої фази т-фазного трансформатора.

На фіг. 3 показані:  $W_{11}, W_{12}, \dots, W_{1i}$  - первинні обмотки першої, другої, ... і-ї фази т-фазного трансформатора;  $W_{21}, W_{22}, \dots, W_{2i}$  - вторинні обмотки першої, другої, ... і-ї фази т-фазного трансформатора;  $U_1, U_2, \dots, U_i$  - перша, друга, ... і-та фази т-фазної вхідної системи напруг; 1-т-фазне навантаження, на вхід яких подаються вихідні напруги  $U_{n1}, U_{n2}, \dots, U_{ni}$  т-фазного фазообертача; 2-т-фазний мостовий некерований випрямляч, вхід якого підключений до вихідних кінців первинних обмоток т-фазного трансформатора, а вихід через ключ К підключений до змінного резистора R.

На фіг. 4 показані:  $W_{11}, W_{12}, \dots, W_{1i}$  - первинні обмотки першої, другої, ... і-ї фази т-фазного трансформатора;  $W_{21}, W_{22}, \dots, W_{2i}$  - вторинні обмотки першої, другої, ... і-ї фази т-фазного трансформатора;  $U_1, U_2, \dots, U_{ni}$  - перша, друга, ... і-та фази т-фазної вхідної системи напруг; 1-т-фазне навантаження, на вхід яких подаються вихідні напруги  $U_{n1}, U_{n2}, \dots, U_{ni}$  т-фазного фазообертача; 2-т-фазний мостовий некерований випрямляч, вхід якого підключений до вихідних кінців первинних обмоток т-фазного трансформатора, а вихід через перемикач К підключений до змінного резистора R або до блоку автоматичного регулювання 3.

Принцип роботи.

Покажемо роботу т-фазного фазообертача при порівняно великому опорі навантаження, при якому можна знехтувати впливом струму навантаження на струми первинних обмоток т-фазного трансформатора. В цьому випадку струм первинної обмотки першої фази т-фазного трансформатора  $\dot{I}_{11} = \dot{U}_1 / (r_1 + j \cdot x_m)$ . При цьому  $\dot{U}_1 + \dot{E}_{11} = \dot{I}_{11} \cdot r_1$ , як показано на фіг. 5. При зміні величини  $r_1$  кінець вектора  $\dot{I}_{11} \cdot r_1$  (точка  $B_1$  на фіг. 5) ковзає по колу, проведеному на діаметрі

$OA = |\dot{U}_1|$  з центром в точці  $O_1$ . Враховуючи, що первинна і вторинна обмотки першої фази т-фазного трансформатора знаходяться на одному стрижні магнітопроводу з одним і тим же магнітним потоком, в вторинній обмотці першої фази т-фазного трансформатора наводиться

ЕРС  $\dot{E}_{21} = k_T \cdot \dot{E}_{11}$  (фіг. 5). При  $k_T = W_1/W_2 = 1/2$  кінець вектора  $\dot{E}_{21}$  ковзає по колу, проведеному на діаметрі  $CA = 2|\dot{U}_1|$  з центром в точці O, що показано на фіг. 5. Вектор вихідної напруги першої фази т-фазного трансформатора  $\dot{U}_{n1} = \dot{U}_1 + \dot{E}_{21}$ . Тому кінець вектора  $\dot{U}_{n1}$  (точка  $B_2$  на фіг. 5)

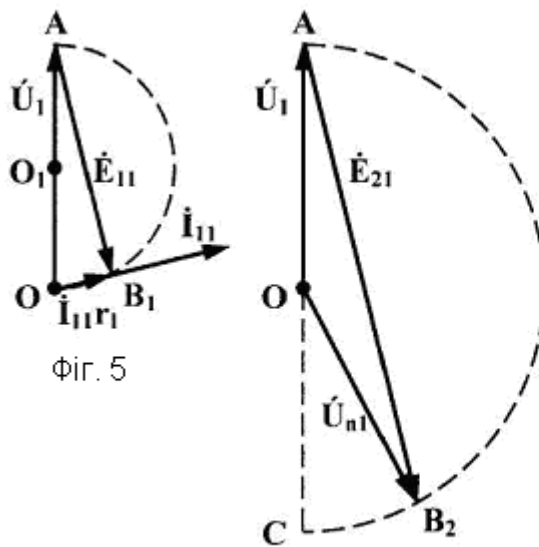
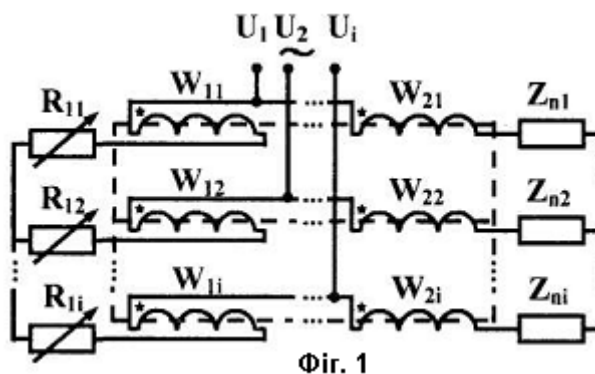
також ковзає по колу, проведеному на діаметрі  $CA = 2|\dot{U}_1|$ . При опорі  $r_1 = \infty$   $\dot{U}_{n1} = \dot{U}_1$ , при  $r_1 = 0$   $\dot{U}_{n1} = -\dot{U}_1$ . Це вказує, що при зміні опору  $R_{11}$  від значення 0 до значення со величина фазового зсуву вихідної напруги кожної фази т-фазного фазообертача змінюється на величину - $\pi$ . При цьому амплітуда вихідної напруги остається незмінною.

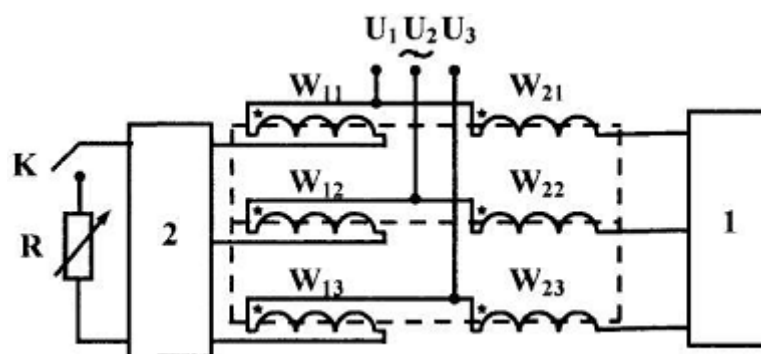
Враховуючи зазначене, можна зробити висновок, що запропонована модель т-фазного фазообертача є достатньо ефективна і може бути успішно застосована в системах управління багатофазними випрямлячами систем збудження синхронних машин, в перетворювачах частоти, в електротехнічній та інших галузях. Позитивний ефект від застосування даної моделі полягає в застосуванні одного т-фазного фазообертача, який відрізняється високими техніко-економічними показниками.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

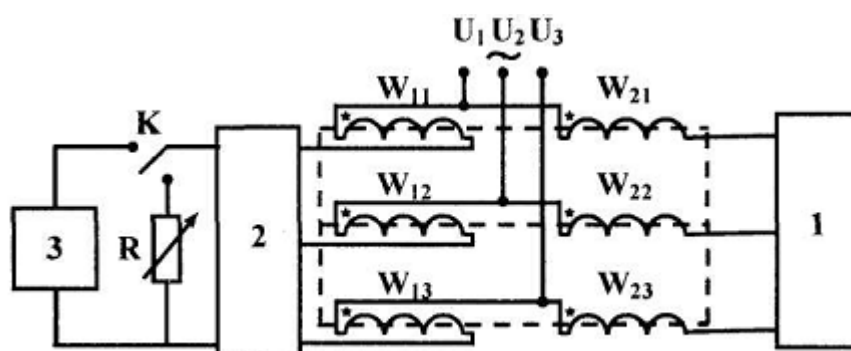
50

1. Багатофазний фазообертач з багатофазним входом та виходом, що має зсув по фазі до  $180^\circ$  та змінний активний опір, який **відрізняється** тим, що містить двохобмотковий  $m$ -фазний трансформатор із числом витків первинної обмотки  $W_1$ , числом витків вторинної обмотки  $W_2$ , коефіцієнтом трансформації  $k_T = W_1/W_2$ , де початок первинної обмотки  $i$ -тої фази трансформатора з'єднаний з початком вторинної обмотки однойменної  $i$ -тої фази трансформатора та з  $i$ -тою фазою вхідної напруги трансформатора, кінець первинної обмотки  $i$ -тої фази трансформатора приєднаний послідовно з першим кінцем змінного резистора  $i$ -тої фази, а кінець вторинної обмотки  $i$ -тої фази трансформатора підключений до  $i$ -тої фази навантаження з великим опором.
2. Багатофазний фазообертач за п. 1, який **відрізняється** тим, що для підтримки амплітуди вихідної напруги незмінною коефіцієнт трансформації  $k_T = 1/2$ .
3. Багатофазний фазообертач за п. 1 і п. 2, який **відрізняється** тим, що всі початки первинних обмоток приєднані до входу мостового  $m$ -фазного випрямляча, вихід якого приєднаний до кінців одного змінного резистора.
4. Багатофазний фазообертач за п. 1, п. 2 і п. 3, який **відрізняється** тим, що для автоматизації зміни фази вихідної напруги фазообертача вихід випрямляча додатково приєднаний до блоку автоматичного регулювання.





Фиг. 3



Фиг. 4

---

Комп'ютерна верстка І. Скворцова

---

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