



MD 4397 C1 2016.08.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) **4397** (13) **C1**
(51) Int.Cl: *H02M 5/10* (2006.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. depozit: a 2014 0030 (22) Data depozit: 2014.03.28 (41) Data publicării cererii: 2015.09.30	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2016.01.31, BOPI nr. 1/2016
(71) Solicitant: INSTITUTUL DE ENERGETICĂ AL ACADEMIEI DE ȘTIINȚE A MOLDOVEI, MD	
(72) Inventatori: CALININ Lev, MD; ZAIȚEV Dmitrii, MD; TÎRȘU Mihai, MD; GOLUB Irina, MD	
(73) Titular: INSTITUTUL DE ENERGETICĂ AL ACADEMIEI DE ȘTIINȚE A MOLDOVEI, MD	

(54) Regulator de fază trifazat cu transformator

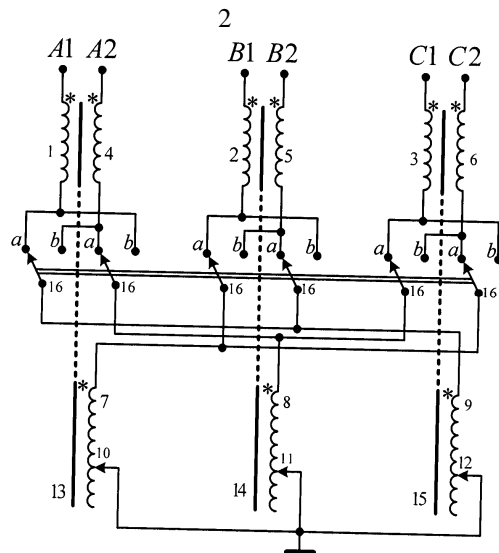
(57) Rezumat:

Invenția se referă la electroenergetică, și poate fi utilizată pentru dirijarea fluxurilor de putere activă în ramurile rețelelor electrice de transport și distribuție.

Regulatorul de fază trifazat cu transformator conține un circuit magnetic cu trei miezuri, pe fiecare miez al căruia sunt amplasate câte o înfășurare primară (1), (2), (3) și una secundară (4), (5), (6) cu același număr de spire, precum și câte o înfășurare de reglare (7), (8), (9) cu un mecanism de comutare sub sarcină cu contacte mobile (10), (11), (12) legate la pământ. Sfârșiturile înfășurărilor primare (1), (2), (3) sunt conectate la sfârșiturile înfășurărilor secundare (4), (5), (6) și la începuturile înfășurărilor de reglare (7), (8), (9) printr-un comutator (16) trifazat dublat cu două poziții pentru schimbarea direcției de reglare a unghiului decalajului de fază.

Revendicări: 1

Figuri: 2



MD 4397 C1 2016.08.31

(54) Three-phase transformer phase regulator**(57) Abstract:**

1
The invention relates to the field of electric power engineering and can be used to control active power fluxes in transport and distribution electrical network branches.

The three-phase transformer phase regulator comprises a three-core magnetic circuit, on each core of which are located one primary (1), (2), (3) and one secondary (4), (5), (6) winding with the same number of turns, and one regulating winding (7), (8) and (9) with an under load switching mechanism with grounded moving contacts (10, 11, 12). The

2
ends of the primary windings (1), (2) and (3) are connected to the ends of the secondary windings (4), (5), (6) and to the starts of the regulating windings (7), (8), (9) via a double two-position three-phase switch (16) for changing the direction of regulation of the phase shift angle.

Claims: 1

Fig.: 2

(54) Трехфазный трансформаторный фазорегулятор**(57) Реферат:**

1
Изобретение относится к электроэнергетике и может быть использовано для управления потоками активной мощности в ветвях транспортных и распределительных электрических сетей.

Трехфазный трансформаторный фазорегулятор содержит трехстержневой магнитопровод, на каждом стержне которого расположены по одной первичной (1), (2), (3) и вторичной (4), (5), (6) обмотке с одинаковым числом витков, а также по одной регулировочной обмотке (7), (8), (9) с механизмом переключения под нагрузкой с

2
заземленными подвижными контактами (10, 11, 12). Концы первичных обмоток (1), (2), (3) подключены к концам вторичных обмоток (4), (5), (6) и к началам регулировочных обмоток (7), (8), (9) через сдвоенный двухпозиционный трехфазный переключатель (16) для изменения направления регулирования угла фазового сдвига.

П. формулы: 1

Фиг.: 2

Descriere:

Invenția se referă la electroenergetică, și poate fi utilizată pentru dirijarea fluxurilor de putere activă în ramurile rețelelor electrice de transport și distribuție.

5 Este cunoscut regulatorul de fază cu transformator, care include două transformatoare trifazate, unul dintre care îndeplinește funcția elementului de excitare (paralel), iar celălalt – funcția elementului de defazare (consecutiv).
10 Totodată, tensiunea de alimentare a înfășurărilor de joasă tensiune ale transformatorului de defazare se modifică prin comutarea în trepte a ramificațiilor bobinelor de reglare de joasă tensiune ale elementului de excitare cu ajutorul contactelor legate la pământ ale mecanismului de comutare sub sarcină [1].

Dezavantajele acestui regulator constau în complexitatea și masivitatea construcției, cauzate de necesitatea utilizării și coordonării funcționării a două
15 elemente transformatoare, precum și problemele legate de transportarea și alegerea locului de instalare și asamblare a regulatorului la stația de transformare. Totodată, lucrul de instalare și montaj este semnificativ pe măsura creșterii unghiului maxim al decalajului de fază, pentru care se calculează utilajul în conformitate cu condițiile de funcționare în nodurile corespunzătoare ale rețelei electrice. Avantajul acestei soluții tehnice constă în posibilitatea instalării comutatorului ramificațiilor de
20 reglare în firul neutru al schemei de conexiune a înfășurărilor de reglare, adică fără necesitatea protecției de izolare specială a carcasei, precum și a altor elemente ale acestui comutator de tensiunile periculoase în rețea.

De asemenea se cunoaște regulatorul de fază trifazat cu transformator, realizat
25 în baza unui singur transformator, masa și dimensiunile cărui sunt mai favorabile [2].

Dezavantajul acestui regulator de fază constă în necesitatea utilizării unei
platforme de izolare speciale de funcționare la tensiuni înalte pentru instalarea mecanismului de comutare sub sarcină. Costul și dimensiunile acestei platforme cresc brusc pe măsura creșterii clasei de tensiune a liniilor electrice de transport
30 pentru care este preconizat regulatorul dat. Incepând de la un anumit nivel de tensiune, astfel de regulator, realizat în baza unui singur transformator, își pierde avantajele sale comparativ cu regulatorul de fază realizat în baza a două transformatoare.

Problema pe care o rezolvă invenția propusă constă în crearea unui regulator de
35 fază trifazat cu un singur transformator, dirijat cu ajutorul contactelor de comutare legate la pământ ale mecanismului de comutare a ramificațiilor de reglare sub sarcină, ce va asigura utilizarea unei construcții compacte, comode la transportare, montare și deservire a instalației, cu parametri apropiați celor ale dispozitivelor realizate în baza a două transformatoare.

40 Regulatorul, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că conține un circuit magnetic cu trei miezuri, pe fiecare miez al cărui sunt amplasate câte o înfășurare primară și una secundară cu același număr de spire, precum și câte o înfășurare de reglare cu prize intermediare, un mecanism de comutare sub sarcină cu contacte mobile legate la pământ, un comutator trifazat
45 dublat cu două poziții *a* și *b* pentru schimbarea direcției de reglare a unghiului decalajului de fază. Sfârșiturile înfășurărilor primare sunt conectate la sfârșiturile înfășurărilor secundare și la începuturile înfășurărilor de reglare printr-un comutator trifazat dublat cu două poziții pentru schimbarea direcției de reglare a unghiului decalajului de fază.

50 Totalitatea caracteristicilor expuse asigură posibilitatea soluționării problemei cu ajutorul unui singur transformator dirijat printr-un mecanism de comutare sub sarcină cu contactele mobile legate la pământ.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1 și 2, care reprezintă:

- 55 - fig. 1, schema electrică principială a regulatorului de fază, în care:
A1, B1 și C1 - intrările electrice (bornele de intrare) ale regulatorului de fază;
A2, B2 și C2 - ieșirile electrice (borne de ieșire) ale regulatorului de fază;
A, B, C - denumirea fazelor respective ale sistemului trifazat;
1 – înfășurarea primară a fazei A;
2 – înfășurarea primară a fazei B;

- 3 – înfășurarea primară a fazei C;
 4 – înfășurarea secundară a fazei A;
 5 – înfășurarea secundară a fazei B;
 6 – înfășurarea secundară a fazei C;
 5 7 – înfășurarea de reglare a fazei A;
 8 – înfășurarea de reglare a fazei B;
 9 – înfășurarea de reglare a fazei C;
 10 – contactul mobil al fazei A a mecanismului de comutare a ramificațiilor de reglare sub sarcină;
 10 11 – contactul mobil al fazei B a mecanismului de comutare a ramificațiilor de reglare sub sarcină;
 12 – contactul mobil al fazei C a mecanismului de comutare a ramificațiilor de reglare sub sarcină;
 13 – miezul feromagnetic al fazei A;
 15 14 – miezul feromagnetic al fazei B;
 15 – miezul feromagnetic al fazei C;
 16 – comutatorul trifazat dublat cu două poziții;
a, b – prima și a doua poziții ale comutatorului 16;
 * – simbolul ce marchează începutul înfășurării corespunzătoare a transformatorului;
- 20 - fig. 2, diagramele vectoriale ale tensiunilor regulatorului de fază trifazat cu transformator pentru diferite poziții ale comutatorului 16:
 - fig. 2a, pentru poziția *a* a comutatorului 16;
 25 - fig. 2b, pentru poziția *b* a comutatorului 16.
 Lista elementelor din fig. 2:
 UA1, UB1 și UC1 – tensiunile de fază la intrarea regulatorului de fază;
 UA2, UB2 și UC2 - tensiunile de fază de la ieșirea regulatorului de fază;
 U1A, U1B și U1C – tensiunile la înfășurările primare 1, 2, 3 ale regulatorului
 30 de fază;
 U2A, U2B și U2C – tensiunile la înfășurările secundare 4, 5, 6 ale regulatorului de fază;
 UPA, UPB și UPC – tensiunile preluate de pe înfășurările de reglare 7, 8, 9 ale regulatorului de fază;
 35 ψ – unghiul decalajului de fază dintre sistemele trifazate ale vectorilor tensiunilor de la intrarea și ieșirea regulatorului de fază.
- Regulatorul de fază trifazat cu transformator (vezi fig. 1) conține un circuit magnetic cu trei miezuri, pe fiecare miez al căruia sunt amplasate câte o înfășurare primară 1, 2, 3 și una secundară 4, 5, 6 cu același număr de spire, formând fazele
 40 A, B și C. Începuturile A1, B1 și C1 ale înfășurărilor primare sunt intrările electrice ale regulatorului de fază. Începuturile A2, B2 și C2 ale înfășurărilor secundare sunt ieșirile electrice ale regulatorului de fază. Egalitatea numărului de spire ale înfășurărilor primare și secundare asigură simetria reglării, ceea ce semnifică egalitatea modulelor tensiunilor de intrare și ieșire în procesul reglării în
 45 lipsa curentului sarcinii la ieșirea regulatorului de fază. Înfășurările de reglare 7, 8 și 9, numărul de spire ale cărora se stabilește în dependență de decalajul de fază maxim dat la proiectarea regulatorului de fază, sunt amplasate pe aceleași miezuri ale circuitului magnetic. Contactele mobile 10, 11 și 12, unite cu prizele intermediare ale înfășurărilor de reglare, sunt comandate prin intermediul
 50 organului de execuție mecanic al mecanismului de comutare sub sarcină, comun pentru toate fazele, prin care se efectuează coordonarea deplină a operațiilor de comutare în toate fazele. Noțiunea „contact mobil” în cazul dat include atât executarea acestuia în formă de contact glisant, cât și ca un contact, care asigură comutarea ramificațiilor de reglare în trepte. Contactele mobile menționate sunt
 55 unite electric între ele și formează neutrul legat la pământ al regulatorului de fază trifazat cu transformator.

Comutatorul 16 trifazat dublat cu două poziții este destinat pentru schimbarea direcției de reglare a unghiului decalajului de fază în avans sau în întârzierea de fază. Dacă tensiunea de ieșire a regulatorului se defazează în raport cu tensiunea de intrare în direcția mișcării acelor de ceasornic, atunci unghiul decalajului de fază se consideră în avansare (pozitiv). În caz contrar, unghiul decalajului de fază se consideră în întârziere (negativ). Poziția *a* a comutatorului 16 corespunde reglării unghiului decalajului de fază în regiunea valorilor sale pozitive, poziția *b* – în regiunea valorilor negative.

În poziția *a* a comutatorului 16 sfârșiturile înfășurărilor primare 1, 2 și 3 sunt conectate la sfârșiturile înfășurărilor secundare 5, 6 și 4 corespunzător, totodată la punctul de conexiune a fiecărei perechi de înfășurări formate este conectat începutul înfășurărilor de reglare 9, 7 și 8 corespunzător.

În poziția *b* a comutatorului 16 sfârșiturile înfășurărilor primare 1, 2 și 3 sunt conectate la sfârșiturile înfășurărilor secundare 6, 4 și 5 corespunzător, totodată la punctul de conexiune a fiecărei perechi de înfășurări formate este conectat începutul înfășurărilor de reglare 8, 9 și 7 corespunzător.

Regulatorul de fază trifazat cu transformator funcționează în modul următor.

La aplicarea tensiunii rețelei la bornele de intrare A1, B1 și C1 se formează un circuit electric închis prin contactele mobile 10, 11 și 12 al curentului de magnetizare, care generează un flux magnetic în miezurile magnetice, sub acțiunea cărui înfășurările primare, secundare și de reglare ale transformatorului se stabilesc tensiunile determinate de numărul de spire ale fiecărei înfășurări.

Diagrama vectorială, care explică principiul de funcționare a regulatorului de fază la trecerea comutatorului 16 în poziția *a*, este prezentată în fig. 2.

În conformitate cu această diagramă vectorială se stabilește următoarea stare a schemei regulatorului de fază:

- începutul vectorului tensiunii U1A, care aparține înfășurării primare a fazei A, este unit cu începutul vectorului tensiunii U2B, care aparține înfășurării secundare a fazei B, iar punctul comun de conexiune a perechii menționate de vectori este scos la sfârșitul vectorului reglabil de tensiune UPC ce aparține înfășurării fazei C;

- începutul vectorului tensiunii U1B, care aparține înfășurării primare a fazei B, este unit cu începutul vectorului tensiunii U2C, care aparține înfășurării secundare a fazei C, iar punctul comun de conexiune a perechii menționate de vectori este scos la sfârșitul vectorului reglabil de tensiune UPA ce aparține înfășurării fazei A;

- începutul vectorului tensiunii U1C, care aparține înfășurării primare a fazei C, este unit cu începutul vectorului tensiunii U2A, care aparține înfășurării secundare a fazei A, iar punctul comun de conexiune a perechii menționate de vectori este scos la sfârșitul vectorului reglabil de tensiune UPB ce aparține înfășurării fazei B.

Comutarea ramificațiilor înfășurărilor de reglare 7, 8 și 9 cu ajutorul contactelor mobile 10, 11 și 12 este însoțită de schimbarea tensiunilor UPA, UPB și UPC după valoare, ceea ce asigură semnul pozitiv unghiului decalajului de fază φ reglat dintre sistemele trifazate ale tensiunilor de intrare UA1, UB1, UC1 și de ieșire UA2, UB2, UC2 ale regulatorului de fază.

Diagrama vectorială, care explică principiul de funcționare a regulatorului de fază la trecerea comutatorului 16 în poziția *b*, este prezentată în fig. 2b.

În conformitate cu această diagramă vectorială se stabilește următoarea stare a schemei regulatorului de fază:

- începutul vectorului tensiunii U1A, care aparține înfășurării primare a fazei B, este unit cu începutul vectorului tensiunii U2C, care aparține înfășurării secundare a fazei C, iar punctul comun de conexiune a perechii menționate de vectori este scos la sfârșitul vectorului reglabil de tensiune UPB ce aparține înfășurării fazei B;

- începutul vectorului tensiunii U1B, care aparține înfășurării primare a fazei B, este unit cu începutul vectorului tensiunii U2A, care aparține înfășurării secundare a fazei A, iar punctul comun de conexiune a perechii menționate de vectori este scos la sfârșitul vectorului reglabil de tensiune UPC ce aparține înfășurării fazei C;

- începutul vectorului tensiunii U1C, care aparține înfășurării primare a fazei C, este unit cu începutul vectorului tensiunii U2B, care aparține înfășurării secundare

a fazei B, iar punctul comun de conexiune a perechii menționate de vectori este scos la sfârșitul vectorului reglabil de tensiune UPA ce aparține înfășurării fazei A.

Trecerea comutatorului 16 în poziția *b* asigură semnul negativ unghiului decalajului de fază ψ reglat dintre sistemele trifazate ale tensiunilor de intrare 5 UA1, UB1, UC1 și de ieșire UA2, UB2, UC2 ale regulatorului de fază trifazat.

Astfel, utilizarea înfășurărilor suplimentare, a comutatorului dublat cu două poziții, precum și a conexiunii propuse a înfășurărilor primare, secundare și de reglare, asigură posibilitatea creării unui regulator de fază trifazat compact cu transformator cu contactele mobile legate la pământ ale mecanismului de comutare 10 sub sarcină a ramificațiilor de reglare.

(56) Referințe bibliografice citate în descriere:

1. Tirupathi Reddy, Aruna Gulati, M. I. Khan, Ramesh Koul. Application of Phase Shifting Transformer in Indian Power System. International Journal of Computer and Electrical Engineering, vol. 4, No. 2, April, regăsită în Internet la 2015.11.09, url: 2012<http://www.ijcee.org/papers/487-N20041.pdf>
2. SU 1601714 A1 1990.10.23

(57) Revendicări:

Regulator de fază trifazat cu transformator, care conține un circuit magnetic cu trei miezuri, pe fiecare miez al căruia sunt amplasate câte o înfășurare primară (1), (2), (3) și una secundară (4), (5), (6) cu același număr de spire, precum și câte o înfășurare de reglare (7), (8), (9) cu prize intermediare; un mecanism de comutare sub sarcină cu contacte mobile (10), (11), (12) legate la pământ; un comutator (16) trifazat dublat cu două poziții *a* și *b* pentru schimbarea direcției de reglare a unghiului decalajului de fază; în poziția *a* a comutatorului (16) sfârșiturile înfășurărilor primare (1), (2) și (3) sunt conectate la sfârșiturile înfășurărilor secundare (5), (6) și (4) corespunzător, totodată la punctul de conexiune a fiecărei perechi de înfășurări formate este conectat începutul înfășurărilor de reglare (9), (7) și (8) corespunzător; în poziția *b* a comutatorului (16) sfârșiturile înfășurărilor primare (1), (2) și (3) sunt conectate la sfârșiturile înfășurărilor secundare (6), (4) și (5) corespunzător, totodată la punctul de conexiune a fiecărei perechi de înfășurări formate este conectat începutul înfășurărilor de reglare (8), (9) și (7) corespunzător.

Șef adjunct Direcție Brevete:

IUSTIN Viorel

Șef Secție Examinare:

LEVIȚCHI Svetlana

Examinator:

CERNEI Tatiana

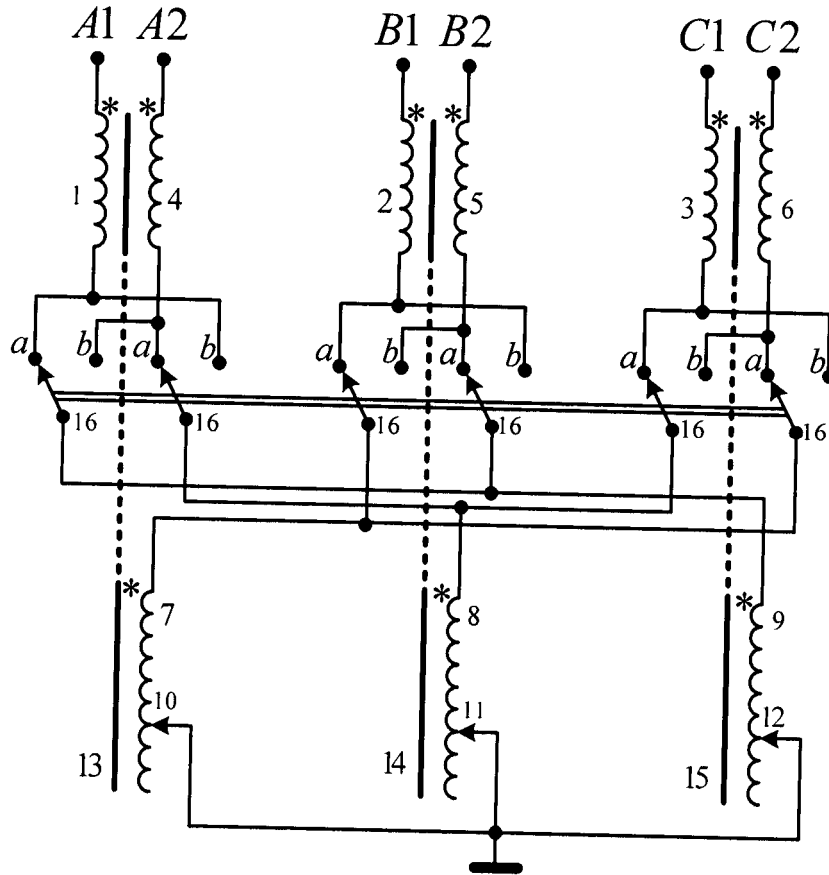


Fig. 1

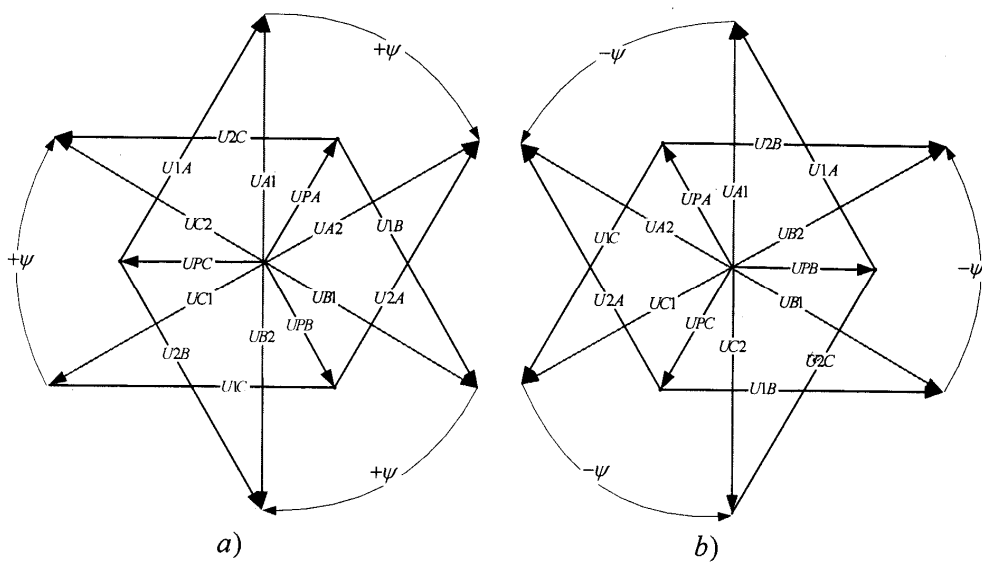


Fig. 2