

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL** (11) **240555**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **437313**

(51) Int.Cl.
H02K 3/28 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **15.03.2021**

(54) **Układ regulacji napięcia prądnicy synchronicznej wzbudzanej magnesami trwałymi**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
13.09.2021 BUP 24/21

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
25.04.2022 WUP 17/22

(73) Uprawniony z patentu:

**SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ-INSTYTUT
NAPĘDÓW I MASZYN ELEKTRYCZNYCH
KOMEL, Katowice, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**JAKUB BERNATT, Tychy, PL
STANISŁAW GAWRON, Tychy, PL
TADEUSZ GLINKA, Gliwice, PL**

PL 240555 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ regulacji napięcia prądnicy synchronicznej wzbudzanej magnesami trwałymi, który stabilizuje napięcie prądnicy przy pracy indywidualnej, a przy pracy równoległej na sieć elektroenergetyczną umożliwia regulację mocy i $\cos\varphi$ obciążenia prądnicy.

Prądnice synchroniczne wzbudzane magnesami trwałymi, w standardowym rozwiązaniu, nie mają możliwości regulacji napięcia. Skutkuje to tym, że przy pracy indywidualnej napięcie prądnicy zmienia się wraz ze zmianą mocy i $\cos\varphi$, a przy pracy równoległej na sieć elektroenergetyczną nie ma możliwości regulacji mocy i $\cos\varphi$ obciążenia prądnicy.

Znany jest układ w którym prądnica synchroniczna jest połączona z transformatorem i regulacja napięcia jest realizowana na zaczepekach transformatora. Na uzwojeniu pierwotnym bądź wtórnym transformatora są zaczepek regulacyjne. Końcówki zaczepek są wyprowadzone na przełącznik zaczepek bądź na styczniki. Pozycja ustawienia odpowiedniego zaczepek jest wybierana przez układ mikroprocesorowy, a przełączenie realizuje układ serwo mechaniczny. W drugim rozwiązaniu końcówki zaczepek uzwojenia transformatora są wyprowadzone na styczniki, przy czym pozycja załączenia stycznika jest wybierana przez układ mikroprocesorowy. Przełączanie zaczepek musi odbywać się bez przerywania napięcia na wyjściu transformatora. Układ przełączania jest złożony, najpierw musi być włączany rezystor między zaczepek przełączane, następnie zmienia się zaczepek uzwojenia i wyłącza rezystor. Moc znamionowa transformatora musi być równa mocy znamionowej prądnicy, podnosi to znacząco cenę układu. Przełączniki zaczepek są najbardziej zawodnymi elementami transformatora.

Znany jest z patentu PL 234636 uzwojenie twornika prądnicy synchronicznej wzbudzanej magnesami trwałymi, które ma kilka zaczepek. Układ regulacji napięcia jest realizowany przełącznikiem zaczepek. Przełącznik zaczepek jest identyczny jak w transformatorze. Końcówki zaczepek są wyprowadzone na przełącznik zaczepek bądź na styczniki. Także w tym wariantcie rozwiązania przełączanie zaczepek musi odbywać się bez przerywania napięcia prądnicy na wyjściu. Najpierw musi być włączany rezystor między zaczepek przełączane, następnie zmienia się zaczepek uzwojenia i wyłącza rezystor.

Znany jest także układ w którym prądnica jest połączona z falownikiem i regulację wartości napięcia i częstotliwości prądnicy realizuje się na falowniku. Falownik musi mieć moc znamionową, co najmniej równą mocy maksymalnej prądnicy. Falownik zwiększa znacząco cenę i niekorzystnie oddziałuje na sieć generując wyższe harmoniczne napięcia.

Celem wynalazku jest układ regulacji napięcia prądnicy o mniejszej mocy znamionowej, który byłby tańszy i miał wyższą sprawność.

Według wynalazku układ regulacji napięcia prądnicy synchronicznej wzbudzanej magnesami trwałymi składa się z transformatora i falownika. Uzwojenie twornika prądnicy jest połączone szeregowo z uzwojeniem wtórnym transformatora, a uzwojenie pierwotne transformatora jest połączone z wyjściem falownika. Na wejście falownika jest przyłączone źródło napięcia i wyjście sterownika mikroprocesorowego μP . Na wejście sterownika μP jest dołączony sygnał trójfazowy napięcia prądnicy. Korzystnie jest, gdy uzwojenie pierwotne transformatora jest połączone w trójkąt, a uzwojenie wtórne w gwiazdę. Korzystnie jest, gdy uzwojenie twornika prądnicy ma wyprowadzone początki A, B, C i końce x, y, z uzwojenia i uzwojenie wtórne transformatora jest przyłączone do końcówek x, y, z. Uzwojenie wtórne transformatora może być także przyłączone do początków A, B, C uzwojenia twornika prądnicy. Wejście falownika jest połączone z początkami A, B, C uzwojenia prądnicy bądź z innym źródłem napięcia zmiennego a, b, c lub ze źródło napięcia stałego.

Przedmiot wynalazku jest zilustrowany rysunkami na których przedstawiono: fig. 1 – układ połączenia końcówek uzwojenia x, y, z prądnicy z transformatorem i falownikiem zasilanym napięciem prądnicy, fig. 2 – układ połączenia końcówek uzwojenia x, y, z prądnicy z transformatorem i falownikiem zasilanym napięciem zmiennym z innego źródła, fig. 3 – układ połączenia końcówek uzwojenia x, y, z prądnicy z transformatorem i falownikiem zasilanym napięciem stałym, fig. 4 – układ połączenia początków uzwojenia A, B, C prądnicy z transformatorem i falownikiem zasilanym napięciem prądnicy.

Układ regulacji napięcia prądnicy **1** synchronicznej wzbudzanej magnesami trwałymi składa się z transformatora **2** i falownika **4**. Uzwojenie twornika prądnicy jest połączone szeregowo z uzwojeniem wtórnym **2.2** transformatora **2**, a uzwojenie pierwotne **2.1** transformatora **2** jest połączone z wyjściem falownika **4**. Na wejście falownika **4** jest przyłączone źródło napięcia i wyjście sterownika **3** mikroprocesorowego μP . Na wejście sterownika **3** jest dołączony sygnał trójfazowy napięcia prądnicy **1**. Jest to konieczne gdyż sterowanie falownikiem **4** musi zapewnić kolejność faz A, B, C na uzwojeniu pierwotnym **2.1** transformatora **2** identyczną jak na uzwojeniu prądnicy **1** oraz zgodność faz napięcia na uzwojeniu

wtórnym **2.2** transformatora **2** i prądnicy **1**, tzn. przebiegi czasowe tych napięć nie powinny mieć przesunięć fazowych. Korzystnie jest, gdy uzwojenie pierwotne **2.1** transformatora **2** jest połączone w trójkąt, a uzwojenie wtórne **2.2** w gwiazdę. Połączenie uzwojenia pierwotnego **2.1** w trójkąt tłumi harmoniczne $3n$ w napięciu wyjściowym falownika **4**, gdzie n jest liczbą naturalną. Korzystnie jest, gdy uzwojenie twornika prądnicy **1** ma wyprowadzone początki A, B, C i końce x, y, z uzwojenia i uzwojenie wtórne **2.2** transformatora jest przyłączone do końcówek x, y, z. Na końcówkach x, y, z jest niższe napięcie, niż na końcówkach A, B, C. Uzwojenia transformatora **2** mają wówczas izolację na niższe napięcie. Gdy prądnica **1** nie ma wyprowadzonych końcówek x, y, z, to uzwojenie wtórne **2.2** transformatora **2** może być także przyłączone do początków A, B, C uzwojenia twornika prądnicy **1**, jak na rys. fig. 4. W tym układzie połączenia izolacja uzwojeń transformatora **2** musi być dostosowana do napięcia prądnicy **1**. Falownik **4** może być zasilany napięciem prądnicy **1** wówczas wejście falownika **4** jest połączone z początkami A, B, C uzwojenia prądnicy **1**. Falownik może być zasilany także z innego źródła napięcia zmiennego a, b, c a nawet ze źródła napięcia stałego U .

Zaletą tego układu jest niewielka moc falownika **4** i transformatora **2**. Ich moc znamionowa ma pokrywać wymagany zakres regulacji napięcia prądnicy **1**, czyli 5% do 10% napięcia znamionowego. Moc znamionowa transformatora **2** i falownika wynosi także 5% do 10% mocy znamionowej prądnicy **1**. Cena układu jest odpowiednio niższa od ceny falownika o mocy znamionowej równej mocy maksymalnej prądnicy **1**, a ponieważ układ jest mniejszy to w czasie eksploatacji straty mocy w tym układzie są także mniejsze, sprawność całego układu jest zatem większa.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ regulacji napięcia prądnicy synchronicznej wzbudzanej magnesami trwałymi składa się z transformatora i falownika i jest **znamienny tym**, że uzwojenie twornika prądnicy (1) jest połączone szeregowo z uzwojeniem wtórnym (2.2) transformatora (2), a uzwojenie pierwotne (2.1) jest połączone z wyjściem falownika (4), przy czym na wejście falownika (4) jest przyłączone źródło napięcia i wyjście sterownika (3) mikroprocesorowego, a na wejście sterownika (3) jest dołączony sygnał trójfazowy napięcia prądnicy (1).
2. Układ według zastrz. 1 **znamienny tym**, że korzystnie jest, gdy uzwojenie pierwotne (2.1) transformatora (2) jest połączone w trójkąt, a uzwojenie wtórne (2.2) w gwiazdę.
3. Układ według zastrz. 1 i 2 **znamienny tym**, że korzystnie jest, gdy uzwojenie twornika prądnicy (1) ma wyprowadzone początki A, B, C i końce x, y, z uzwojenia, a uzwojenie wtórne (2.2) transformatora (2) jest przyłączone do końcówek x, y, z.
4. Układ według zastrz. 1 i 2 **znamienny tym**, że uzwojenie wtórne (2.2) transformatora (2) jest przyłączone do początków A, B, C uzwojenia twornika prądnicy (1).
5. Układ według zastrz. 1, 2, 3 i 4 **znamienny tym**, że wejście falownika (4) jest połączone z początkami A, B, C uzwojenia prądnicy (1).
6. Układ według zastrz. 1, 2, 3 i 4 **znamienny tym**, że wejście falownika (4) jest połączone z innym źródłem napięcia zmiennego.
7. Układ według zastrz. 1, 2, 3 i 4 **znamienny tym**, że wejście falownika (4) jest połączone ze źródłem napięcia stałego.

Rysunki

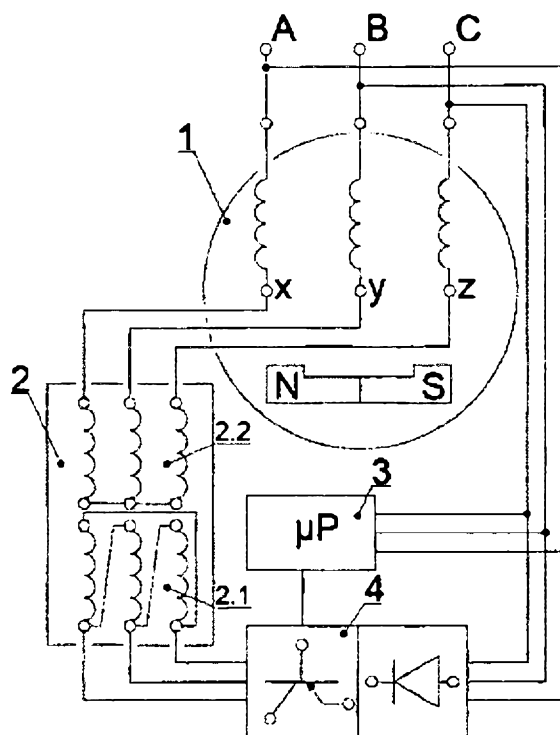


Fig. 1

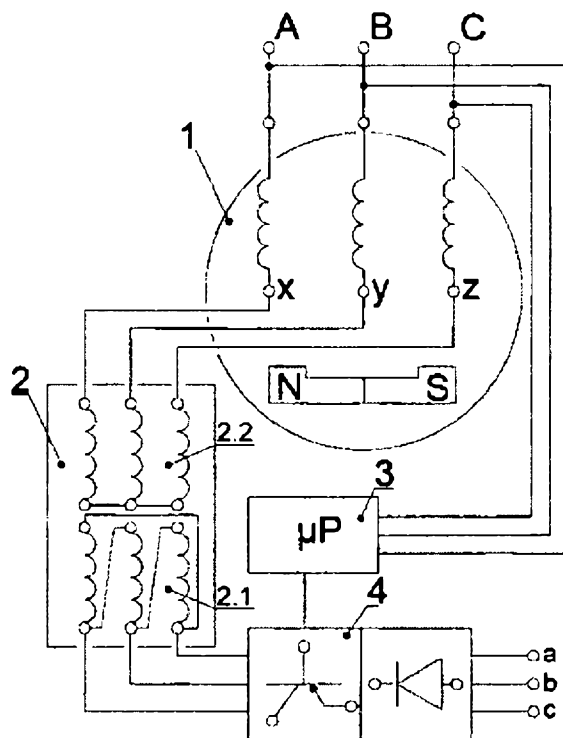


Fig. 2

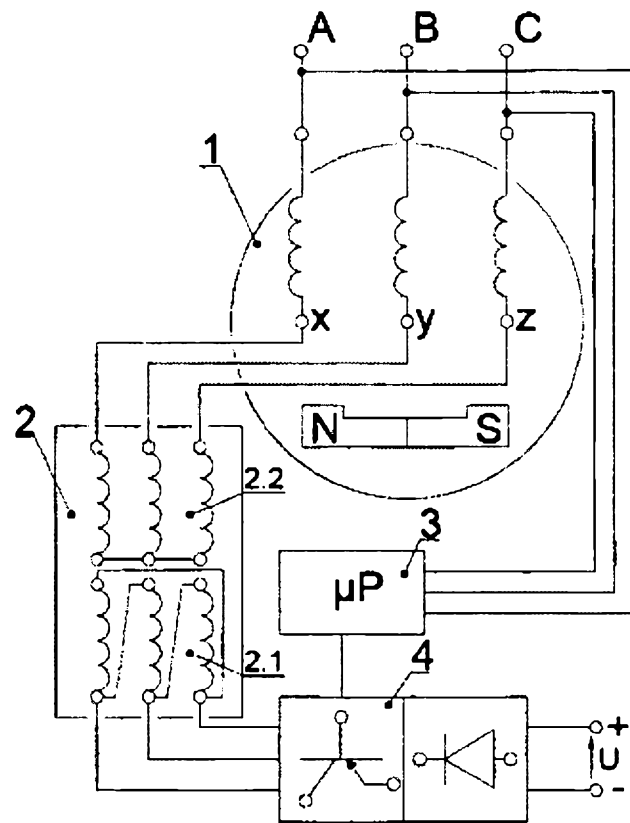


Fig. 3

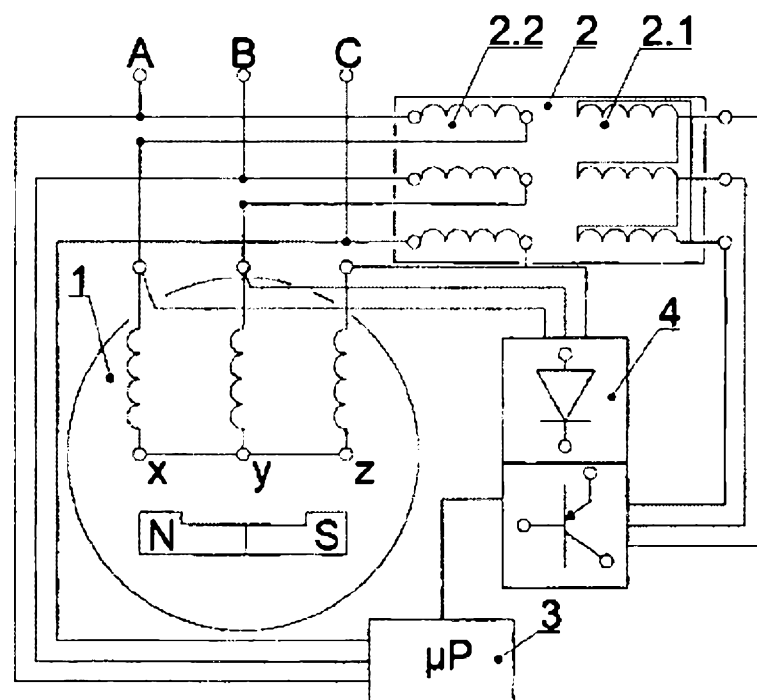


Fig. 4