

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

56 673

Patent dodatkowy
do patentu

Zgłoszono: 29.VII.1967 (P 121 957)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 10.II.1969

Kl. 21 e, 37/01

21 e 31/12

MKP G 01 r 31/12

CZYTELNIA

Urząd Patentowy
PRL

Twórca wynalazku: mgr inż. Karol Drewnik

Właściciel patentu: Instytut Energetyki, Warszawa (Polska)

Układ do wytwarzania sinusoidalnych napięć probierczych o bardzo niskiej częstotliwości

1

Przedmiotem wynalazku jest układ do wytwarzania sinusoidalnych napięć probierczych o bardzo niskiej częstotliwości przeznaczony do prób napięciowych urządzeń elektroenergetycznych oraz do studiów laboratoryjnych w zakresie bardzo niskich częstotliwości.

W chwili obecnej podstawowymi rodzajami napięć probierczych stosowanymi przy próbach napięciowych w badaniach eksploatacyjnych urządzeń elektroenergetycznych są napięcia przemienne 50 Hz i 60 Hz oraz napięcie stałe. Próba napięciem stałym jest zwykle próbą zastępczą stosowaną dla obiektów o dużej pojemności takich jak duże turbogeneratory, kondensatory do kompensacji mocy biernej, linie kablowe itp., gdy próba napięciem przemennym 50 Hz lub 60 Hz wymagałaby zbyt dużej mocy urządzeń probierczych. Próba napięciem stałym tylko w pewnym stopniu zastępuje próbę napięciem przemiennym ze względu na odmienny rozkład naprężeń w układach izolacyjnych przy napięciach przemiennym i stałym. Z tego względu w różnych krajach dąży się do wprowadzenia innych prób napięciowych, które zachowując podobną skuteczność co próba napięciem o częstotliwości 50 i 60 Hz wymagałaby niewielkich mocy urządzeń probierczych. Jedną z tych prób jest badanie układów napięciem przemiennym o częstotliwości rzędu 0,1 Hz. Daje to rozkład naprężeń bardziej zbliżony do 50 Hz niż próba napięciem stałym, a jednocześnie moc pobierana

2

przez obiekt badany maleje w stosunku do próby 50 Hz około 500-krotnie zgodnie ze wzorem:

$$P = 2\pi fCU^2$$

gdzie:

- P — moc bierna pobierana przez obiekt;
- f — częstotliwość napięcia probierczego;
- U — wartość skuteczna napięcia probierczego;
- C — pojemność obiektu badanego.

Znane dotychczas układy do wytwarzania bardzo niskich częstotliwości wytwarzają napięcie stosunkowo niskie do kilku kilowoltów. Brak jest natomiast rozwiązań technicznych układu dającego napięcie rzędu kilkudziesięciu kilowoltów, niezbędne do prób urządzeń elektroenergetycznych.

Celem wynalazku jest opracowanie układu, pozwalającego wytwarzać napięcia probiercze przemienne o częstotliwości bardzo niskiej rzędu 0,1 Hz i wartości skutecznej do kilkudziesięciu tysięcy woltów, nadającego się do stosowania przy pracach badawczych i w warunkach terenowych przy badaniach eksploatacyjnych urządzeń elektroenergetycznych.

Cel ten został osiągnięty w rozwiązaniu będącym przedmiotem niniejszego wynalazku.

Istota niniejszego wynalazku polega na tym, że układ do wytwarzania sinusoidalnych napięć probierczych o bardzo niskiej częstotliwości zawierający łącznik o wirujących stykach, dwa silniki synchroniczne, maszynę pierścieniową prądu prze-

miennego, przekładnię zębatą, regulator napięcia i transformator probierczy, ma silnik synchroniczny napędzający przez przekładnię zębatą o bardzo dużym przełożeniu maszynę pierścieniową prądu przemiennego użytą jako przetwornica częstotliwości, której twornik połączony jest elektrycznie z uzwojeniem prądu przemiennego silnika synchronicznego sprzężonego z wałem łącznika. Styk wejściowy łącznika połączony jest z uzwojeniem wysokiego napięcia transformatora probierczego. Transformator probierczy poprzez regulator napięcia, uzwojenie prądu przemiennego silnika synchronicznego sprzężonego z przekładnią zębatą i uzwojenie wzbudzenia maszyny pierścieniowej przyłączone są do tej samej sieci prądu przemiennego o częstotliwości technicznej. Zmianę częstotliwości napięcia wyjściowego układu uzyskuje się przez zmianę przełożenia przekładni zębatej.

Przykład rozwiązania układu zostanie bliżej objaśniony na rysunku, gdzie fig. 1 przedstawia schemat blokowy układu, fig. 2 łącznik wirujący z filtrem dolnoprzepustowym i fig. 3 wykres przebiegu napięć na niektórych elementach układu.

Silnik synchroniczny 1 zasilany napięciem o częstotliwości f_s napędza poprzez przekładnię zębatą 2 o bardzo dużym przełożeniu 3-fazową maszynę pierścieniową 4-biegunową 3, której uzwojenie stojana przyłączone jest do wspólnej sieci zasilającej o częstotliwości f_s . Maszyna 3 działa jako transformator napięcia i częstotliwości. Powolny obrót wirnika maszyny 3 uzyskany z przekładni 2, w kierunku zgodnym z kierunkiem wirowania pola magnetycznego stojana powoduje indukowanie w uzwojeniu wirnika maszyny 3 napięcia o częstotliwości f_z równej różnicy prędkości wirowania pola magnetycznego stojana i prędkości obrotowej wirnika. Napięcie z wirnika maszyny 3 zasilają uzwojenie wirnika identycznej maszyny 4 służącej jako silnik synchroniczny napędzający wał 5 łącznika 6. Łącznik 6, rozwiązany podobnie jak znany z techniki wysokich napięć prostownik mechaniczny o wirujących stykach, składa się z dwóch styków nieruchomych wejściowego 7 i wyjściowego 8 i dwóch styków wirujących 9 i 10. Styki 9 i 10 połączone są ze sobą elektrycznie przewodem 11 i odizolowane od wału 5. Do zacisku 7 łącznika 6 dołączone jest uzwojenie wysokiego napięcia transformatora probierczego 12 zasilanego poprzez regulator 13 ze wspólnej sieci o częstotliwości f_s .

Przy ustaleniu obrotów synchronicznych wału łącznika 6 odpowiadających częstotliwości f_z wskutek niestałości przesunięcia fazowego między chwilą przejścia przez zero napięcia zasilającego zacisk 7 i chwilą zwarcia zacisków 7 i 8, na kondensatorze 12 otrzymuje się napięcie o zmiennej wartości i schodkowo wartości i zmiennej biegunowości. Zmiany napięcia na kondensatorze 12 przy takiej pracy zilustrowano na fig. 3 dla przypadku, gdy wał opóźnia się o kąt φ równy 1/20 kąta pełnego na każdy okres napięcia zasilającego. Dla uproszczenia wykresu przyjęto, że czas trwania zwarcia styków jest pomijalnie mały i że nie występuje dostrzegalne samorozładowanie kondensatora 14 w okresie między dwoma kolejnymi zwarciami, oraz

że stała czasowa obwodu zasilającego jest bliska zeru. Wykres ilustruje, że w dodatnich połówkach okresów od drugiego do szóstego kondensator 14 zostaje stopniowo naładowany do wartości szczytowej, a w okresach siódmym i ósmym następuje w sposób analogiczny schodkowe rozładowywanie kondensatora 14 przez uzwojenie transformatora 12. Otrzymana linia schodkowa napięcia U_{14} może być zastąpiona sinusoidą napięcia U_{16} , której jedna ćwiartka zawiera $5\frac{1}{4}$ okresu napięcia zasilającego U_7 . Jeden okres napięcia na kondensatorze 14 obejmuje więc $5\frac{1}{4} \times 4 = 21$ okresów napięcia U_7 , co przy częstotliwości f_s równej 50 Hz daje na wyjściu układu częstotliwość f_w równą około 2,5 Hz. Schodkowe zniekształcenia sinusoidy napięcia wyjściowego usuwa filtr dolnoprzepustowy 15 i 16.

W przypadku stosowania w układzie maszyny 4 z ilością biegunów różną od czterech i użyciu maszyny 3 o innej ilości biegunów niż w maszynie 4 może zaistnieć potrzeba użycia łącznika 6 o innym układzie styków wirujących niż przedstawiono na rysunku.

Miedzy szybkościami i częstotliwościami w układzie zachodzą następujące związki:

$$f_w = f_s \cdot \frac{n_{sw} - n_w}{2n_{sw} - n_w} \quad \text{dla } n_w < n_{sw}$$

$$n_w = n_{sw} \cdot \frac{f_s - 2f_w}{f_s - f_w} \quad \text{dla } n_w < n_{sw}$$

gdzie:

f_w — częstotliwość podstawowej harmonicznej napięcia na kondensatorach 14 i 16;

f_s — częstotliwość napięcia zasilającego zacisk 7 równa częstotliwości sieci zasilającej układ;

n_{sw} — szybkość synchroniczna wału łącznika odpowiadająca f_s ;

n_w — szybkość rzeczywista wału łącznika.

Częstotliwość napięcia otrzymanego z maszyny 3 musi spełniać warunek

$$f_z = n_w \cdot p$$

gdzie:

f_z — częstotliwość napięcia wyjściowego maszyny 3;

p — ilość par biegunów maszyny 4.

Dla maszyny 3 istnieje zależność

$$f_z = f_s \cdot \frac{n_{sp} - n_p}{n_{sp}} \quad \text{dla } n_w < n_{sw}$$

gdzie:

n_{sp} — szybkość obrotowa silnika 1;

n_p — szybkość obrotowa maszyny 3.

Jeśli ilość par biegunów wszystkich trzech maszyn jest jednakowa, to aby otrzymać wymagane obroty n_w wału łącznika musi być spełniona zależność

$$i = \frac{f_s - f_w}{f_w} \quad \text{dla } n_w < n_{sw}$$

gdzie:

i — wartość przełożenia przekładni 2.

Jeśli ilość par biegunów wszystkich maszyn 1, 3 i 4 nie jest jednakowa, to wzór na wartość przełożenia „i” zmienia nieco swoją postać.

W wykonanym urządzeniu dla częstotliwości $f_w = 0,1$ Hz przy $f_s = 50$ Hz obroty n_w muszą być równe $0,99799 \times n_{sw}$. Zastosowano przekładnię ślimakową o przełożeniu 100:1 i przekładnię zębatą o przełożeniu 5:1. Przyjęcie zaokrąglonej wartości przełożenia powoduje uchyb systematyczny częstotliwości f_w równy $-0,2\%$. Uchyb f_w wywołany wahaniami częstotliwości f_s jest praktycznie równy uchybowi f_s i przy zasilaniu układu z sieci energetycznej nie przekracza 1% .

Układ według wynalazku odznacza się całkowitą stałością częstotliwości wyjściowej przy stałej częstotliwości zasilania, bardzo małym wpływem zmian częstotliwości zasilania na częstotliwość wyjściową, oraz łatwością i dokładnością pomiaru częstotliwości wyjściowej. Wyznaczenia częstotliwości wyjściowej dokonuje się przez pomiar częstotliwości napięcia zasilającego układ i obliczenie częstotliwości wyjściowej ze wzoru

$$f_w = \frac{f_s}{i + 1}$$

Zaletą układu jest łatwość zmiany częstotliwości

wyjściowej przez zmianę przełożenia przekładni oraz jego stosunkowo niewielkie rozmiary i ciężar.

Zastrzeżenie patentowe

5 Układ do wytwarzania sinusoidalnych napięć probierczych o bardzo niskiej częstotliwości składający się z dwóch silników synchronicznych, przekładni zębatej, maszyny pierścieniowej prądu przemiennego, łącznika o wirujących stykach, re-
10 gulatora napięcia i transformatora probierczego **znamienny tym**, że silnik synchroniczny (1) napędza poprzez przekładnię zębatą (2) o bardzo dużym przełożeniu, maszynę pierścieniową (3) prądu przemiennego, użytą jako przetwornica częstotli-
15 wości, której twornik połączony jest z uzwojeniem prądu przemiennego silnika synchronicznego (4), sprzężonego z wałem (5) łącznika (6), którego styk wejściowy (7) połączony jest z uzwojeniem wysokiego napięcia transformatora probierczego (12),
20 przy czym transformator probierczy (12) poprzez regulator napięcia (13) oraz uzwojenie prądu przemiennego silnika synchronicznego (1) sprzężonego z przekładnią zębatą (2) i uzwojenie wzbudzenia maszyny pierścieniowej (3) przyłączone są do tej
25 samej sieci prądu przemiennego o częstotliwości technicznej, a zmianę częstotliwości napięcia wyjściowego układu uzyskuje się przez zmianę przełożenia przekładni zębatej (2).

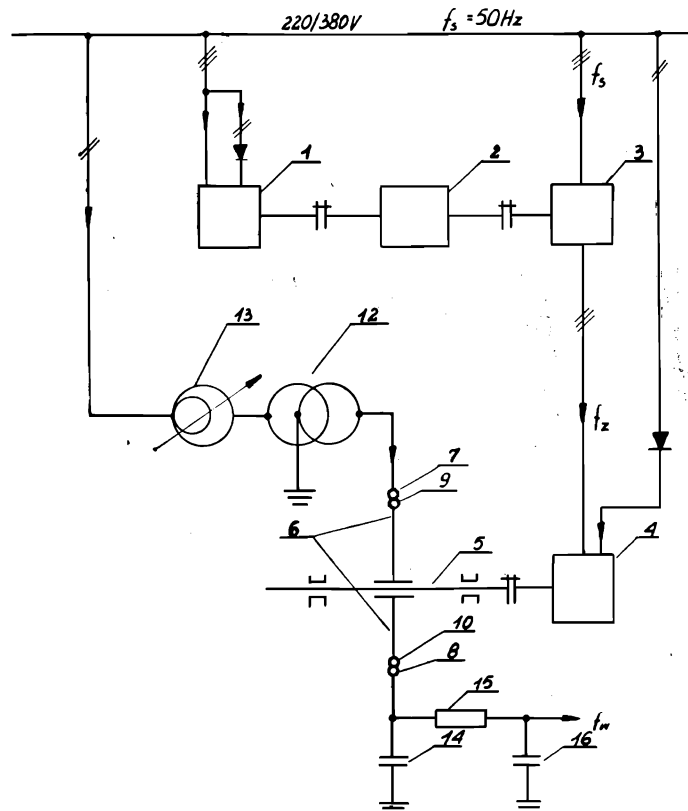


Fig. 1

