

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

50215

Patent dodatkowy
do patentu

Zgłoszono: 06.VII.1964 (P 105 111)

Pierwszeństwo:

Opublikowano: 17.XI.1965

Kl.

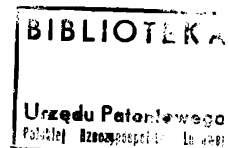
21c 68/50
21c, 11/20

MKP

G-01

H02h 07/16

UKD



Twórca wynalazku: dr inż. Wiktor Spirydonow

Właściciel patentu: Politechnika Szczecińska, Szczecin (Polska)

Sposób zabezpieczenia odbiorów typu pojemnościowego od przeciążenia mocowego wywołanego wyższymi harmonicznymi oraz układ pomiarowy do pomiaru współczynnika przeciążenia mocowego odbiorów typu pojemnościowego i układ zabezpieczający oparty na zasadzie pomiaru tego współczynnika

1

Wyższe harmoniczne napięcia i prądu występujące w systemie energoelektrycznym wywierają szkodliwy wpływ na pracę urządzeń zainstalowanych w sieci. W chwili obecnej nie jest stosowany w skali technicznej pomiar odkształcenia napięcia czy prądu systemu energoelektrycznego, a sposób zabezpieczenia urządzeń przed szkodliwym wpływem wyższych harmonicznymi dotyczy szczególnych indywidualnych przypadków.

Podstawą teoretyczną opracowanego systemu kontroli stopnia odkształcenia napięcia oraz systemu zabezpieczenia urządzeń przed szkodliwym wpływem wyższych harmonicznymi jest przyjęcie jako kryterium odkształcenia przebiegu okresowego wartości skutecznych tak zwanych odpowiedzi charakterystycznych, które przy napięciowym przemiennym wymuszeniu odkształconym przyjmują postać:

$$A_{(0)} = W_u^2 = \sum_{n=1}^{n_p} k_n^2 \quad (1)$$

$$A_{(1)} = W_q = \sum_{n=1}^{n_p} k_f n k_n^2 \quad (2)$$

$$A_{(2)} = W_i^2 = \sum_{n=1}^{n_p} k_f^2 n^2 k_n^2 \quad (3)$$

gdzie: $A_{(0)}$, $A_{(1)}$, $A_{(2)}$ — wartość skuteczna odpowiedzi charakterystycznych rzędu 0, 1, 2.

2

W_u — współczynnik przeciążenia napięciowego odbiorów typu pojemnościowego.

W_q — współczynnik przeciążenia mocowego (ze względu na moc bierną) odbiorów typu pojemnościowego.

W_i — współczynnik przeciążenia prądowego odbiorów typu pojemnościowego.

n — rząd harmonicznymi; n_p — najwyższy rząd harmonicznymi występującej w przebiegu odkształconym.

$k_n = \frac{U_n}{U_{zn}}$ — współczynnik udziału n -harmonicznymi napięcia.

U_n — wartość skuteczna n -harmonicznymi napięcia.

U_{zn} — wartość skuteczna napięcia znamionowego (urządzenia lub sieci).

$k_f = \frac{f_1}{f_{zn}}$ — współczynnik zmian częstotliwości harmonicznymi podstawowej; dla przypadków praktycznych można przyjąć $k_f = 1$.

Przy napięciu odkształconym wyższymi harmonicznymi zachodzi następująca współzależność:

$$A_{(0)} < A_{(1)} < A_{(2)} \quad (4)$$

Jedynie przy napięciu sinusoidalnym:

$$A_{(0)} = A_{(1)} = A_{(2)} \quad (4a)$$

Poszczególne współczynniki W_u , W_q , W_i są parametrami zmiennymi w czasie dla danego punktu

systemu energoelektrycznego. Określają one różne rodzaje zagrożenia urządzeń szkodliwym wpływem wyższych harmonicznych. Przykładowo, jeżeli wartość ich zmierzona dla danego punktu sieci wynosi $W_u = 1,05$, $W_q = 1,3$, $W_i = 1,8$ to kondensator zainstalowany w danym punkcie sieci będzie poddany działaniu wartości skutecznej napięcia $1,05 U_n$; jego straty dielektryczne — przy założeniu współczynnika strat $\operatorname{tg} \delta = f(f) = \text{const}$ — wzrosną o 30% w stosunku do strat przy sinusoidalnym napięciu znamionowym, a straty w częściach przewodzących wzrosną $1,8^2 = 3,2$ razy w stosunku do strat przy sinusoidalnym napięciu znamionowym.

Układy pomiarowe i zabezpieczające oparte na zasadzie pomiaru współczynnika przeciążenia prądowego odbiorów typu pojemnościowego W_i oraz sposób wykrywania wyższych harmonicznych oparty na wykorzystaniu zależności (4) są przedmiotem patentu polskiego Nr 49525. Przedmiotem niniejszego wynalazku jest układ pomiarowy i zabezpieczający oparty na zasadzie pomiaru współczynnika przeciążenia mocowego odbiorów typu pojemnościowego W_q .

System kontroli odkształcenia napięcia — w skład którego wchodzi układ pomiarowy W_u , W_q , W_i — pozwala na ciągłą niekosztowną kontrolę wartości wyższych harmonicznych, określenie stopnia zagrożenia urządzeń energoelektrycznych, a układy zabezpieczające W_u , W_q , W_i dają możliwość skutecznej ochrony tych urządzeń przed szkodliwym wpływem wyższych harmonicznych. Przedmiot wynalazku uwidoczniiony jest na przykładach wykonania, z których: fig. 1 przedstawia schemat niskonapięciowego miernika współczynnika przeciążenia mocowego odbiorów typu pojemnościowego, fig. 2 — schemat takiego miernika przyłączonego do sieci wysokiego napięcia, fig. 3 — wykresy wskazowe dla układu uwidocznionego na fig. 1.

Podstawą teoretyczną budowy układu pomiarowego W_q według wynalazku jest zastąpienie poszczególnych składników wyrażenia (2) iloczynami dwu wartości, z których pierwsza K_n — lub odpowiadająca jej wartość działająca na ustrój pomiarowy — nie zależy od rzędu harmonicznej, druga natomiast jest proporcjonalna do rzędu harmonicznej, czyli

$$W_q = \sum_{n=1}^{n_p} n k_n^2 = (k_n)_I (n k_n)_{II} \quad (5)$$

Przykładem zrealizowania tej zasady może być miernik W_q typu elektrodynamicznego przedstawiony na fig. 1. Pierwsza cewka I miernika jest przyłączona do układu korekcyjnego składającego się z połączonych szeregowo — równolegle oporności R_a , R_b , R_d i indukcyjności L_a , L_b , L_d . Wyżej wymienione elementy obwodu są dobrane w ten sposób, aby składowa bierna prądu płynącego przez cewkę posiadała wartość stałą w zakresie częstotliwości objętych pomiarem. Dla tego przypadku składowa bierna prądu poszczególnych harmonicznych określona jest wyrażeniem

$$J_{(I)Ln} = \frac{n(X_{b1} + X_{d1})(A - n^2 B) - R_b + R_d D}{(A - n^2 B)^2 + n^2 D^2} \times JU \quad (6)$$

$$\text{gdzie: } A = R_a R_b + R_a R_d + R_b R_d \quad (6a)$$

$$B = X_{a1} \cdot X_{b1} + X_{a1} \cdot X_{d1} + X_{b1} \cdot X_{d1} \quad (6b)$$

$$D = X_{a1} \cdot R_b + X_{a1} R_d + X_{b1} R_a + X_{d1} R_a + X_{b1} R_d + X_{d1} R_b \quad (6c)$$

Przy odpowiednim doborze elementów, R_a , R_b , R_d , L_a , L_b , L_d istnieje możliwość zapewnienia względnie stałej wartości składowej biernej prądu dla pewnego zakresu częstotliwości. I tak przykładowo dla zestawu:

$$R_a = 0,15 \quad R_b = 1,2 R \quad R_d = 1,1 R$$

$$X_{a1} = 0,05 R \quad X_{b1} = 0,05 R \quad X_{d1} = 1 R$$

względne odchylenie wartości składowej biernej n-harmonicznej w stosunku do składowej biernej harmonicznej podstawowej w zakresie $n_p = 19$ w zasadzie nie przekracza 5%. W zależności od wymaganej dokładności i zakresu pomiarowego częstotliwości istnieje możliwość (przy zastosowaniu na przykład maszyn cyfrowych) bardziej precyzyjnego doboru elementów, a nawet rozbudowanie układu korekcyjnego, przez badanie dodatkowych gałęzi lub elementów pojemności C. Należy zwrócić uwagę na to, że uchyb przyrządu przy przebiegach odkształconych będzie z zasady mniejszy od uchybu wyliczonego dla n-harmonicznych, której procentowa zawartość w przebiegu mierzonym jest praktycznie znacznie mniejsza od wartości harmonicznej podstawowej.

W obwód cewki II jest włączony kondensator C_p . W tym przypadku składowa bierna prądu płynącego przez cewkę II będzie proporcjonalna do iloczynu $n k_n$ napięcia mierzonego.

Przyrząd powinien być wyskalowany w ten sposób, aby przy sinusoidalnym napięciu znamionowym wskazywał wartość 1 lub 100%. Wychylenie wskazówki M przy napięciu sinusoidalnym będzie zależne od wartości prądów w poszczególnych cewkach oraz kąta przesunięcia między nimi:

$$M = K \cdot J_I \cdot J_{II} \cos \varphi_i = K \cdot J_{IL1} \cdot J_{IIL1}$$

gdzie: K^{-1} — stała przyrządu; J_{II} , J_{IIL1} — prądy 1 harmonicznej w cewkach I i II; J_{IL1} — składowa bierna prądu J_I ; φ_i — kąt przesunięcia między prądami J_I oraz J_{II} .

Przy napięciu odkształconym zawierającym wyższe harmoniczne składowe bierne prądu harmonicznych objętych pomiarem $n = 1 \div n_p$ w cewce I są proporcjonalne do współczynnika udziału k_n (mimo, że wobec zmiany impedancji obwodu zmieniają się moduły tych prądów).

W cewce II wobec występującej zależności oporu pojemnościowego od częstotliwości, prądy poszczególnych harmonicznych będą wprost proporcjonalne do wartości $n k_n$ napięcia mierzonego. Wykresy wskazowe dla $n = 1$ i $n = 13$ napięć

i prądów w obu gałęziach przyrządu zostały podane na fig. 3.

Wychylenie wskazówki przyrządu będzie zależne od wypadkowego działania wszystkich harmonicznych wchodzących w skład przebiegu mierzonego. Przy wyskalowaniu przyrządu w jednostkach względnych jego wskazania M_w będą równe:

$$M_w = W_q = k_1 \cdot 1k_1 + k_2 \cdot 2k_2 + k_3 \cdot 3k_3 + \dots = \sum_{n=1}^{n_p} nk_n^2 \quad (7)$$

Istnieje możliwość pośredniego pomiaru współczynnika W_q dla sieci wysokiego napięcia przez zastosowanie przekładników napięciowych i prądowych. Opisany układ korekcyjny zastosowany w watomierzach lub licznikach energii biernej daje możliwość pomiaru mocy biernej (lub energii) pobieranej przez odbiorniki pojemnościowe (dla $\cos \phi = 0$) przy napięciu odkształconym.

Na zasadzie omówionej wyżej może być wykonany przełącznik RW_q służący do zabezpieczenia odbiorów typu pojemnościowego od przeciążenia mocowego występującego przy napięciu odkształconym. Członem rozruchowym przełącznika RW_q jest układ pomiarowy W_q opisany wyżej. Przełącznik RW_q włączony jest na napięcie sieci równolegle do urządzenia chronionego. W przypadku wystąpienia w sieci wyższych harmonicznych, powodujących wzrost współczynnika W_q powyżej wartości nastawionej, następuje zadziałanie układu zabezpieczającego — sygnalizacja względnie odłączenie obiektu chronionego.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób zabezpieczenia odbiorów typu pojemnościowego od przeciążenia mocowego wywołanego wyższymi harmonicznymi **znamienny tym**, że stosuje się przełącznik (RW_q) reagujący na wartość współczynnika przeciążenia mocowego odbioru typu pojemnościowego W_q , włączając go równolegle do chronionego urządzenia energoelektrycznego.
2. Układ pomiarowy do pomiaru współczynnika przeciążenia mocowego odbiorów typu pojemnościowego W_q **znamienny tym**, że składa się z watomierza (3) — wyskalowanego w jednostkach względnych W_q — do którego przyłączone są z jednej strony układ korekcyjny (1) składający się z połączonych szeregowo i równolegle rezystancji (R) indukcyjności (L) lub pojemności (C) dobranych w ten sposób, że składowe bierne harmonicznych prądu (J_I) są proporcjonalne do wartości współczynników (k_n) napięcia mierzonego, z drugiej zaś strony układ (2) z pojemnością (C_p) przez którą przepływa prąd (J_{II}), którego składowe bierne poszczególnych harmonicznych są proporcjonalne do iloczynu (nk_n) — rzędu harmonicznej (n) przez współczynnik udziału (k_n) napięcia mierzonego — przy czym moment napędowy ustroju pomiarowego watomierza uzyskuje się w wyniku współdziałania obu prądów (J_I) oraz (J_{II}).
3. Układ zabezpieczający oparty na zasadzie pomiaru współczynnika przeciążenia mocowego odbioru typu pojemnościowego W_q **znamienny tym**, że członem rozruchowym przełącznika (RW_q) stosowanego w tym układzie jest układ pomiarowy współczynnika W_q .

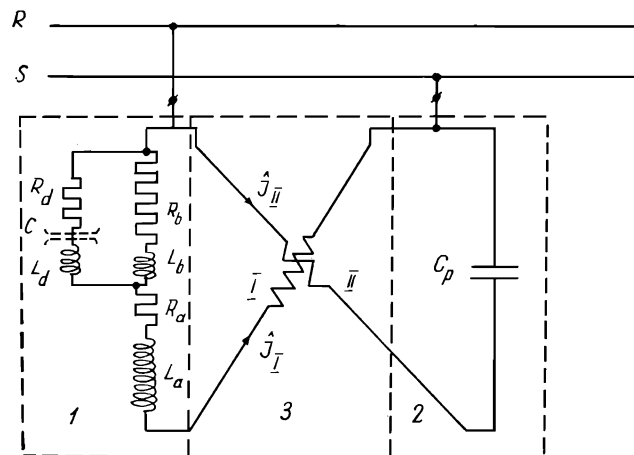


Fig. 1

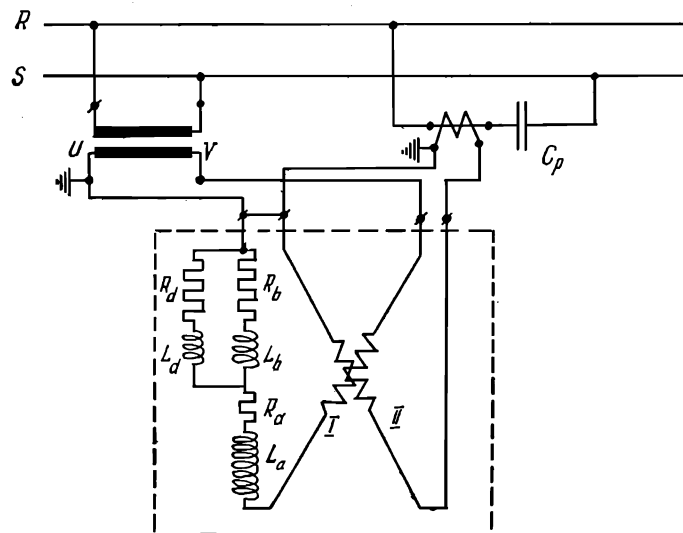


Fig. 2

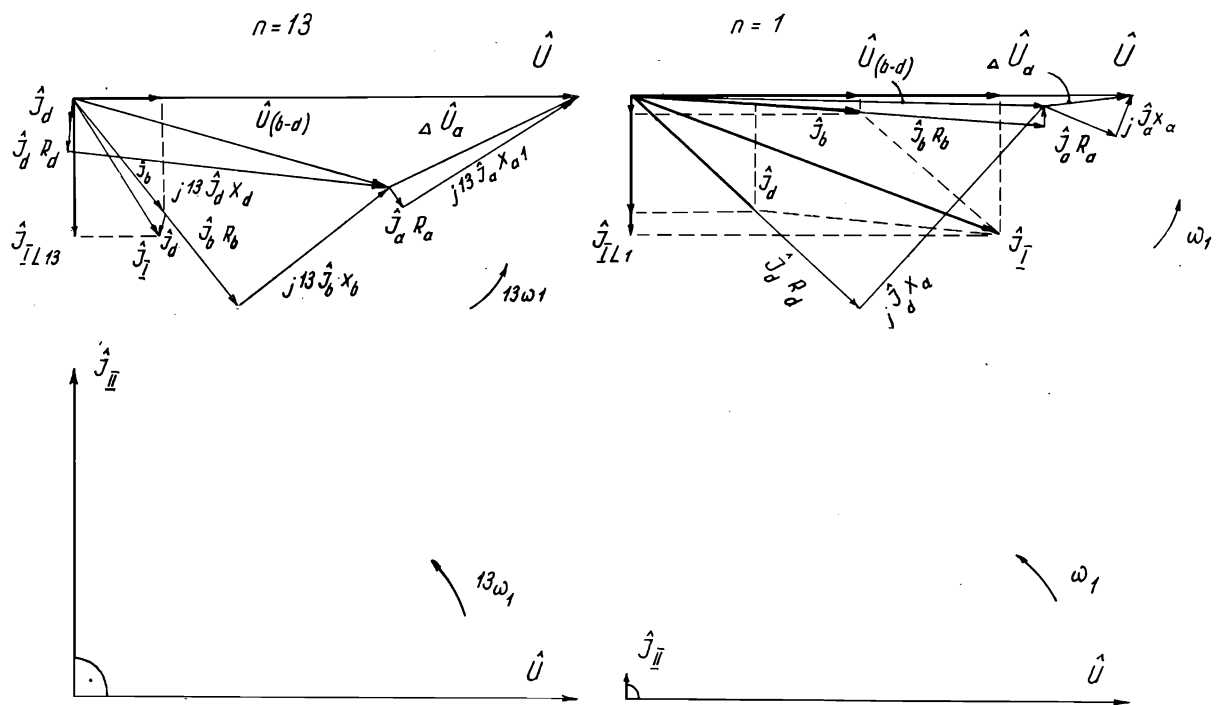


Fig. 3