

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 13. IV. 1968 (P 126 441)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 15. VI. 1970

Kl. 21 a², 36/07

MKP H 04 m b

3/36

BIBLIOTEKA

UKP

Usługi Patentowe
Polskiej Akademii Nauk

Twórca wynalazku: mgr inż. Jerzy Kaliński

Właściciel patentu: Polska Akademia Nauk (Zakład Doświadczalny Budowy Aparatury Naukowej UNIPAN), Warszawa (Polska)

Sposób równoległego łączenia elektronicznych zespołów wzmacniających w urządzeniach o zwiększonym współczynniku niezawodności działania

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób równoległego łączenia elektronicznych zespołów wzmacniających w urządzeniach o zwiększonym współczynniku niezawodności działania wchodzących w skład urządzeń o stałej częstotliwości wzmacnianego sygnału.

W układach elektronicznych wchodzących w skład urządzeń od których wymaga się wysokiej pewności działania stosuje się, celem zwiększenia współczynnika niezawodności, równoległe łączenie poszczególnych podzespołów lub zespołów elektronicznych. Rozwiązania takie stosowane są szczególnie w urządzeniach zabezpieczających, sygnalizujących, dla urządzeń automatyki przemysłowej, względnie w urządzeniach umieszczonych w trudno dostępnych miejscach i przewidzianych do długotrwałej pracy bez obsługi i możliwości kontroli.

Działanie większości tego typu urządzeń polega na wzmacnianiu i ewentualnym przetwarzaniu wejściowego sygnału zmiennego o ustalonej częstotliwości. Sygnał ten, pochodzący z określonych czujników lub przetworników, jest sygnałem znaczącym dla działania wyżej wymienionych urządzeń. Jego istnienie lub brak stanowi informację o stanie zabezpieczanych obiektów lub przebiegu procesów przemysłowych.

Dotychczasowe rozwiązania zagadnień równoległej współpracy układów elektronicznych polegają bądź na jednoczesnym działaniu obu zespołów

2

wzmacniających, przy czym w przypadku uszkodzenia jednego zespołu wzmacniającego włączony jest automatycznie drugi zespół wzmacniający, bądź na działaniu kolejnym, przy którym drugi zespół wzmacniający włączony jest automatycznie w przypadku uszkodzenia pierwszego zespołu np. przez doprowadzenie do niego napięć zasilających. Przełączanie zespołów lub włączanie nowego zespołu dokonuje się przy pomocy elementów stykowych, w związku z czym posiada wszelkie wady związane z takimi elementami.

Podstawowe wady takich rozwiązań to stosunkowo duża stała czasu, powstawanie przebiegów nieustalonych w chwili przełączania, niewrażliwość na częściową utratę parametrów przez zespół pracujący oraz wrażliwość na zanieczyszczenia lub korozję styków, szczególnie przy pracy w warunkach silnego zapylenia lub chemicznie aktywnej atmosfery.

Celem wynalazku jest zapewnienie równoległej współpracy dwóch wzmacniających zespołów elektronicznych wchodzących w skład urządzeń o wysokim współczynniku niezawodności w prostym układzie pozbawionym elementów stykowych.

Cel ten został osiągnięty przez wprowadzenie do torów obu zespołów wzmacniających przesuwników fazy typu RC i CR. Przesuwniki fazy dobrane są w taki sposób, by jeden z nich przesunął fazę o kąt przesunięcia fazowego +60°, a drugi o kąt przesunięcia fazowego -60°. Sygnały wyj-

ściowe obu zespołów wzmacniających dodawane są w układzie sumującym i doprowadzane do rezystancji obciążenia. W układzie takim wykres wektorowy sygnałów na rezystancji obciążenia tworzy trójkąt równoboczny. Sygnał będący wynikiem sumowania równy jest więc każdemu z sumowanych sygnałów. Zanik sygnału wyjściowego jednego z zespołów wzmacniających w wyniku jego uszkodzenia nie spowoduje więc zmiany wielkości sygnału na rezystancji obciążenia.

Korzyścią techniczną wynikającą ze stosowania sposobu będącego przedmiotem wynalazku jest wyeliminowanie z układu równolegle współpracujących zespołów wzmacniających elementów stykowych. Sposób zapewnia działanie układu z pomijalnie małymi stałymi czasu, bez przebiegów nieustalonych powstających w chwili przełączania, zachowuje płynność wyłączania z pracy uszkodzonego zespołu przy praktycznie stałych parametrach wejściowych i wyjściowych układu oraz całkowitej niewrażliwości na zapylenie i korozję.

Wynalazek zostanie bliżej objaśniony na przykładzie wykonania przedstawionym na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat blokowy układu dwóch elektronicznych zespołów wzmacniających dołączonych do wspólnego obciążenia zgodnie ze sposobem stanowiącym przedmiot wynalazku, fig. 2 — schematy ideowe przesuwników fazy w torach obu wzmacniaczy, fig. 3 — charakterystyki fazowe tych przesuwników, fig. 4 — wykres wektorowy sygnałów wejściowych zespołów wzmacniających, fig. 5 — schemat zastępczy obwodów wyjściowych zespołów wzmacniających, a fig. 6 — wykres wektorowy sygnałów wyjściowych zespołów wzmacniających w układzie sumującym.

Sposób równoległego łączenia elektronicznych zespołów wzmacniających według założeń wynalazku przedstawiony jest na rysunku fig. 1. Sygnał wejściowy e , wspólny dla obu zespołów wzmacniających, doprowadzany jest do ich obwodów wejściowych przez przesuwniki fazowe 1 i 3. Każdy z wymienionych przesuwników fazowych wprowadza do toru danego zespołu wzmacniającego przesunięcie fazowe o tym samym module kąta przesunięcia fazowego równym 60° i przeciwnym znaku.

Przesuwniki fazowe wykonane są w układach CR i RC, których schematy ideowe podano na rysunku fig. 2. Przebieg charakterystyk fazowych tego typu przesuwników podany na rysunku fig. 3 zapewnia zachowanie wypadkowego kąta przesunięcia fazowego sygnałów wejściowych e_1 i e_2 obu zespołów wzmacniających względem siebie równego 120° , niezależnie od ewentualnych zmian częstotliwości źródła sygnału wejściowego.

Wykres wektorowy sygnału wejściowego i obu przesuniętych odpowiednio w fazie sygnałów wejściowych zespołów wzmacniających 2 i 4 podano na rysunku fig. 4. Sygnały wyjściowe obu zespołów 2 i 4 doprowadzone są przez rezystory R_1 i R_2 do wspólnej rezystancji obciążenia R_0 . Wykres wektorowy sygnałów na rezystorze R_0 podano na rysunku fig. 6.

Jak z tego wykresu wynika sygnał będący wynikiem sumowania równy jest co do wartości skutecznej każdemu z sygnałów składowych sumy. W przypadku braku sygnału wyjściowego jednego z zespołów wzmacniających 2 lub 4 wartość sygnału na rezystancji obciążenia nie ulega zmianie. Rozpatrując schemat zastępczy układu sumującego z uwzględnieniem obwodów wyjściowych obu zespołów wzmacniających podany na rysunku fig. 5 wyznaczy się wartość sygnału wypadkowego na rezystancji obciążenia R_0 .

Zakładając sinusoidalny przebieg sygnału wejściowego e sygnał wypadkowy E na rezystancji obciążenia R_0 otrzyma się rozwiązując równanie ogólne na sumę dwóch harmonicznich o tej samej częstotliwości:

$$E \sin(\omega t + \Psi) = E_1 A \sin \omega t + E_2 B \sin(\omega t + \varphi), \quad \text{gdzie symbolami } A, B, E_1, E_2, \sigma_1, \sigma_2, \varphi \text{ i } \Psi \text{ oznaczono:} \quad (1)$$

$$A = \frac{1}{1 + \frac{\sigma_1 + R_1}{\sigma_2 + R_2} + \frac{\sigma_1 + R_1}{R_0}} \quad (2)$$

$$B = \frac{1}{1 + \frac{\sigma_2 + R_2}{\sigma_1 + R_1} + \frac{\sigma_2 + R_2}{R_0}} \quad (3)$$

E_1 — sygnał wyjściowy zespołu wzmacniającego 2,

E_2 — sygnał wyjściowy zespołu wzmacniającego 4,

σ_1 — rezystancję wyjściową zespołu wzmacniającego 2,

σ_2 — rezystancję wyjściową zespołu wzmacniającego 4,

φ — kąt przesunięcia fazowego między sygnałami wyjściowymi obu zespołów wzmacniających 2 i 4,

Ψ — kąt przesunięcia fazowego między sygnałem wyjściowym zespołu 2 i sygnałem na rezystancji R_0 układu sumującego.

Równania amplitud i faz uzyskane przy pomocy twierdzenia Carnota mają postać:

$$E = \sqrt{(A E_1)^2 + (B E_2)^2 + 2 A B E_1 E_2 \cos \varphi} \quad (4)$$

$$\Psi = \arctg \frac{\sin \varphi}{\frac{A E_1}{B E_2} + \cos \varphi} \quad (5)$$

W założeniu identyczności charakterystyk amplitudowo-fazowych obu zespołów wzmacniających kąt przesunięcia fazowego φ można określić jako:

$$\varphi = 120^\circ$$

Wyrażenia (4) i (5) przyjmują wtedy postać:

$$E = \sqrt{(A E_1)^2 + (B E_2)^2 - E_1 E_2 A B} \quad (6)$$

$$\Psi = \arctg \frac{\sqrt{3}}{1 + \frac{A E_1}{B E_2}} = 1 \quad (7)$$

Przyjęte założenia identyczności charakterystyk amplitudowo-fazowych zespołów wzmacniających prowadzi do dalszych uproszczeń zależności ogólnych (4) i (5). Zakładając:

$$\sigma_1 = \sigma_2,$$

oraz dopierając R_1 i R_2 tak, by:

$$R_1 + \sigma_1 = R_2 + \sigma_2 \ll R_0 \quad (8)$$

współczynniki A i B można zastąpić wartością przybliżoną:

$$A = B = \frac{1}{2}$$

Amplitudę sygnału sumarycznego na rezystancji obciążenia R_0 oraz kąt przesunięcia fazowego tego sygnału względem sygnału wyjściowego zespołu 2 określa w takim przypadku wyrażenia:

$$E = \sqrt{\left[\frac{1}{2} E_1\right]^2 + \left[\frac{1}{2} E_2\right]^2 - \frac{1}{4} E_1 E_2}$$

$$\Psi = \arctg \frac{\sqrt{3}}{2 \frac{E_1}{E_2} - 1} \quad (10)$$

Z dyskusji zależności (9) wynika, że wartość sygnału na rezystancji obciążenia R_0 będzie równa połowie wartości sygnału wyjściowego dowolnego z obu zespołów wzmacniających tak w przypadku równości obu tych sygnałów, jak i w przypadku, gdy jeden z nich jest równy zeru. Minimalną wartość jaką może osiągnąć sygnał na rezystancji obciążenia przy powolnym zmniejszaniu się wartości jednego z sygnałów wyjściowych zespołów wzmacniających wyznaczy się rozwiązując pochodną funkcji (9) względem tego sygnału. Pochodna ta w założeniu stałości drugiego z sygnałów wyjściowych zespołów wzmacniających ma wartość:

$$\frac{dE}{dE_1} E_2 = \text{const} = \frac{2E_1 - E_2}{\sqrt{E_1^2 + E_2^2 E_1 E_2}} \quad (11)$$

Funkcja (9) przechodzi przez ekstremum i osiąga swe minimum dla $E_1 = \frac{E_2}{2}$.

$$\text{Minimum to wynosi: } E_{\min} = 0,855 \frac{E_2}{2} \quad (12)$$

Wartość sygnału na rezystancji obciążenia w najniekorzystniejszych warunkach nie zmieni się o więcej niż 13,5% wartości nominalnej. Sposób równoległego łączenia elektronicznych zespołów wzmacniających w urządzeniach o zwiększonym współczynniku niezawodności działania zapewnia stałość sygnału na rezystancji obciążenia w przypadku prawidłowego działania obu zespołów lub całkowitego uszkodzenia jednego z nich.

W przypadku częściowej utraty parametrów przez jeden z zespołów wzmacniających sygnał na rezystancji obciążenia nie zmaleje nigdy poniżej 86,5% swej nominalnej wartości. Sposób będący przedmiotem wynalazku może być stosowany we wszelkiego typu urządzeniach elektronicznych od których wymaga się dużej pewności działania, a przede wszystkim w tych które wykorzystywane są w układzie dwustanowym, reagującym na obecność lub brak sygnału wejściowego, w systemach zabezpieczania obiektów strzeżonych lub automatycznego sterowania względnie sygnalizacji przebiegu procesów przemysłowych.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób równoległego łączenia elektronicznych zespołów wzmacniających w urządzeniach o zwiększonym współczynniku niezawodności działania **znamienny tym**, że wspólny sygnał wejściowy (e) zostaje doprowadzony do każdego zespołu przesunięty w fazie w stosunku do sygnału wejściowego, przy czym wielkość kątów przesunięcia fazowego jest tak dobrana, by wypadkowy kąt przesunięcia fazowego między sygnałami wejściowymi obu zespołów wzmacniających wynosił 120° , a sygnały wyjściowe obu zespołów zostają dodane w układzie sumującym, w skład którego wchodzi wspólna dla obu zespołów rezystancja obciążenia (R_0).
2. Sposób według zastrz. 1 **znamienny tym** że, kąty przesunięcia fazowego różnią się znakami.
3. Sposób według zastrz. 1 i 2 **znamienny tym**, że moduły kątów przesunięcia fazowego są sobie równe.
4. Sposób według zastrz. 1, 2 i 3 **znamienny tym**, że moduły kątów przesunięcia fazowego równe są 60° lub 120° .

Dokonano dwóch poprawek



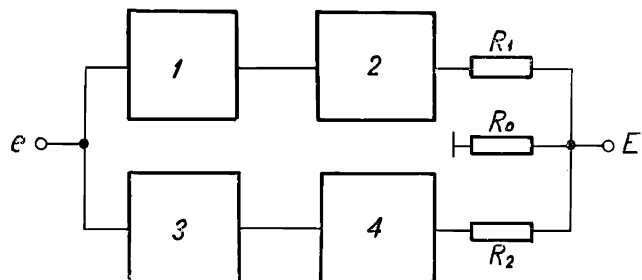


Fig.1

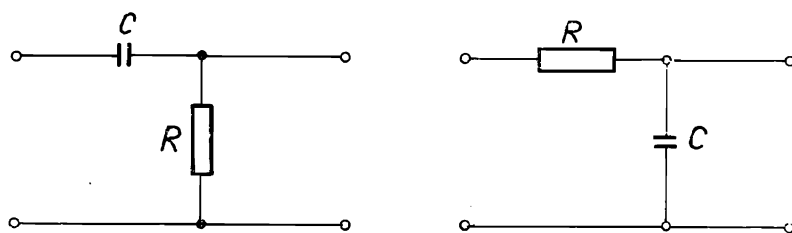


Fig.2

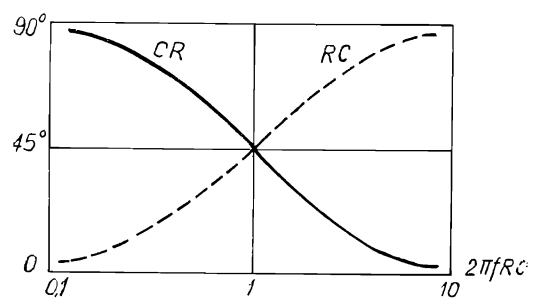


Fig. 3

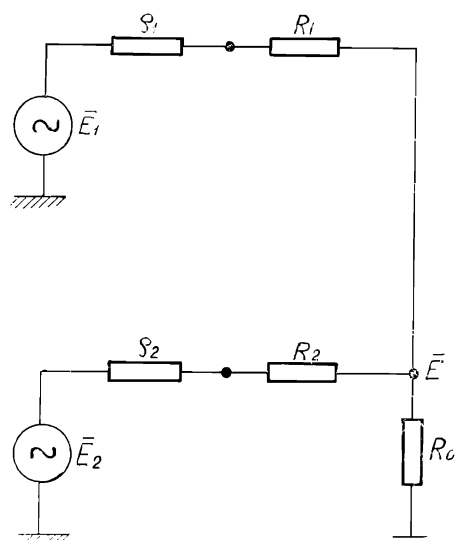


Fig 5

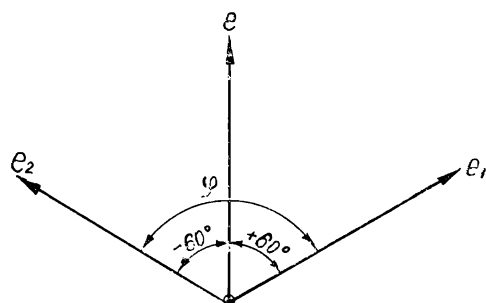


Fig. 4

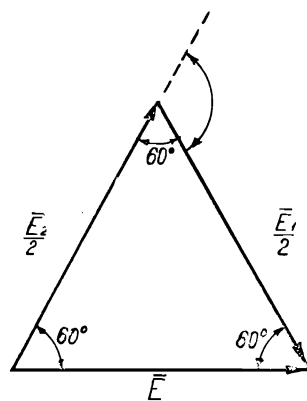


Fig. 6