



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

57679

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 29.XI.1966 (P 117 642)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 15.VII.1969

Kl. 21 a⁴, 35/14

MKP G 05 f 1/46

UKD

Twórca wynalazku: mgr inż. Zdzisław Goleniewski

Właściciel patentu: Zjednoczone Zakłady Elektronicznej Aparatury Pomiarowej „Elpo”, Warszawa (Polska)

Układ połączeń stabilizatora o niezależnej regulacji napięcia i prądu wyjściowego

1

Przedmiotem wynalazku jest układ połączeń stabilizatora o niezależnej regulacji napięcia i prądu wyjściowego używany w szczególności w urządzeniach zasilających do elektronicznych, układów, wymagających wysokostabilnych źródeł napięć i prądów.

W praktyce są znane i używane różnego rodzaju układy stabilizatorów służących do stabilizacji napięć lub prądów wyjściowych urządzeń zasilających.

Stabilizatory te mają obwody bramkowe, które automatycznie dokonują przełączeń z pracy przy ustalonym prądzie na pracę przy ustalonym napięciu i na odwrót w zależności od nastawienia przyrządów kontrolnych napięcia i prądu oraz od oporności obwodu obciążenia.

Stabilizatory stosowane w tego rodzaju urządzeniach zasilających mają również napięciowe obwody porównujące, których układy i zasady działania przypominają cztero-ramienny mostek elektryczny, przy czym elementy mostka są tak rozmieszczone, że przy założeniu równowagi w obwodzie, sygnalizowany jest uchyb w punkcie zerowym.

Przy jakichkolwiek odchyleniach napięcia na wyjściu od poziomu napięcia odniesienia otrzymuje się tu odpowiedni sygnał uchybu, który przy pomocy ujemnego sprzężenia zwrotnego koryguje stan wyjściowy pod kątem przywrócenia równowagi mostkowej.

2

Korygację stanu wyjściowego urządzenia zasilającego otrzymuje się dzięki zastosowaniu elementów o automatycznie zmieniającej się oporności na przykład lamp próżniowych oraz tranzystorów mocy.

Elementy te są połączone szeregowo ze źródłami prądu stałego i są sterowane przez wzmocnione sygnały uchybu, co powoduje zwiększenie ich oporności, jeśli z jakichkolwiek przyczyn zmniejsza się prąd na wyjściu, lub zmniejszenie oporności przy wzroście prądu na wyjściu.

Energię do zasilania urządzeń z reguły pobiera się z sieci prądu zmiennego. Do zmiany prądu zmiennego na określony prąd stały lub napięcie stałe używa się urządzeń, składających się z transformatora, prostownika i filtru.

W znanych i używanych urządzeniach zasilających poziomy napięcia i prądu mogą być nastawiane niezależnie w ustalonych dla danego urządzenia zakresach napięcia i prądu. Przeciecie linii ustalonego napięcia i prądu może być dowolnie zlokalizowane w obrębie charakterystyki prądowo-napięciowej urządzenia zasilającego.

Punkt przecięcia linii ustalonego napięcia i prądu jest utożsamiany z momentem przejścia urządzenia zasilającego, a ściślej biorąc stabilizatora, ze stanu stabilizacji napięcia wyjściowego do stanu stabilizacji prądu wyjściowego. Przejście to jest samorzutne i zależne od oporności obwodu obciążenia na wyjściu urządzenia.

Przy oporności obwodu obciążenia równej oporności krytycznej stabilizatora przejście z jednego stanu w drugi powinno być gwałtowne, przy czym, zasadą jest, aby dynamiczna impedancja wyjściowa urządzenia zasilającego, wyrażająca się stosunkiem pomierzonej maksymalnej zmiany napięcia na wyjściu do pomierzonej maksymalnej zmiany prądu obwodu obciążenia, była możliwie mała przy pracy w zakresie stabilizacji napięcia wyjściowego, a możliwie duża przy pracy w zakresie prądu wyjściowego. W dotychczas znanych urządzeniach warunek ten jest spełniany zadawając z wyjątkiem obszaru przecięcia linii ustalonego napięcia i ustalonego prądu to jest w momencie przejścia ze stanu stabilizacji napięcia do stanu stabilizacji prądu i na odwrót.

W tym momencie daje się zauważyć pewne nachylenie charakterystyki prądowo-napięciowej, co świadczy o istnieniu znacznej oporności w zakresie stabilizacji napięcia wyjściowego. Przy oporności obwodu obciążenia równej oporności krytycznej stabilizatora. Załamanie charakterystyki prądowo-napięciowej to jest jej nachylenie, jest zjawiskiem niepożądanym, gdyż świadczy o braku stabilizacji napięcia w reżymie stabilizacji napięcia lub o braku stabilizacji prądu w reżymie stabilizacji prądu. Wspomniane załamanie charakterystyki jest wynikiem oddziaływania prądu płynącego przez dzielnik napięcia, włączony na wyjściu stabilizatora.

Elementy elektryczne dzielnika napięcia uzależniają nawzajem obwody elektryczne stabilizacji napięcia i stabilizacji prądu wyjściowego. Powyższy dzielnik napięcia zmniejsza impedancję dynamiczną stabilizatora i ma szczególnie szkodliwy wpływ na jej wartość przy oporności obwodu obciążenia równej oporności krytycznej stabilizatora.

Poza tym dzielnik napięcia uniemożliwia dokonanie właściwego pomiaru prądu wyjściowego, gdyż bocznikując oporność obwodu obciążenia powoduje przepływ szkodliwego prądu jałowego przez amperomierz mierzący prąd wyjściowy stabilizatora. Szkodliwy prąd jałowy stabilizatora przepływając przez bocznik amperomierza, powoduje na nim spadek napięcia, na który reaguje różnicowy wzmacniacz uchybu włączony w prądowy obwód regulacyjny.

Na wejście wzmacniacza różnicowego powinien być dostarczony wyłącznie sygnał uchybu, zaś szkodliwe zmiany prądu jałowego, pochodzące od zmian napięcia zasilania, zmian oporności obwodu obciążenia, zmian termicznych itd., powinny być zmniejszone do minimum, gdyż one właśnie powodują zmniejszenie oporności dynamicznej stabilizatora, a w konsekwencji i całego urządzenia zasilającego.

Fig. 1 przedstawia układ elektryczny jednego z najnowszych stabilizatorów, a fig. 2 jego charakterystykę prądowo-napięciową. Oporność wyjściową tego układu, w zakresie stabilizacji prądu wyjściowego, w stanie jałowym określa zależność

$$R_{wy} = \frac{\Delta U_{wy}}{\Delta I_1}$$

przy czym R_{wy} — oznacza oporność wyjściową stabilizatora w stanie jałowym.

ΔU_{wy} — przyrost napięcia wyjściowego,

ΔI_1 — przyrost prądu jałowego stabilizatora.

- 5 Warunkiem osiągnięcia dużej oporności wyjściowej stabilizatora jest przyrost jałowego prądu ΔI_1 dążący do zera.

Przy spełnieniu tego warunku wyjściowa oporność R_{wy} stabilizatora dąży do nieskończoności.

- 10 Najbardziej oczywistym rozwiązaniem tego zagadnienia byłoby usunięcie z układu stabilizatora gałęzi opornościowej, składającej się z oporników R_1 i R_u , czyli przerwanie obwodu przepływu jałowego prądu I_1 stabilizatora, przy czym
- 15 wartości oporności R_1 nie bierze się pod uwagę, gdyż jest ona połączona równolegle z małą opornością źródła napięcia wzorcowego U_{w1} . Wtedy jałowy prąd I_1 stabilizatora byłby równy zeru, a wyjściowa oporność R_{wy} stabilizatora byłaby
- 20 równa nieskończoności.

Usunięcie gałęzi opornościowej z układu jest jednak niemożliwe ze względu na stabilizację napięcia wyjściowego.

- 25 W przytoczonym wyżej układzie stabilizatora dołączono do punktów c i d odpowiednio ukierunkowaną diodę D_1 i w ten sposób ograniczono szkodliwy wpływ zmian jałowego prądu I_1 na stabilizację wyjściowego prądu I_{wy} .

- 30 Ograniczenie szkodliwego wpływu zmian jałowego prądu I_1 na stabilizację wyjściowego prądu I_{wy} jest możliwe wtedy, gdy potencjał w punkcie d jest niższy lub równy potencjałowi w punkcie c. Następuje to przy dość znacznych zmianach jałowego prądu I_1 . Przy stabilizacji wyjściowego prądu I_{wy} celem jest osiągnięcie $I_{wy} = \text{constans}$. Przy zmianach obciążenia stabilizatora zmienia się wyjściowe napięcie U_{wy} jak również jałowy prąd I_1 .

- 40 Jeśli zmiany jałowego prądu I_1 spowodują takie spadki napięć na dzielniku $R_1 R_u$, że potencjał w punkcie d będzie mniejszy lub równy potencjałowi w punkcie c to dioda D_1 zacznie przewodzić i wyeliminuje szkodliwe spadki napięć na oporniku R_u pochodzące od tego prądu. Następuje stabilizacja jałowego prądu I_1 .

- Taki stan pracy stabilizatora odpowiada odcinkowi f charakterystyki przedstawionej na fig. 2 i jest zbliżony do idealnego, gdyż wyjściowa oporność R_{wy} stabilizatora jest bardzo duża.

- 50 Jeżeli zmiany jałowego prądu I_1 są nieznaczne i nie powodują odpowiednich spadków napięć na dzielniku $R_1 R_u$ tak, że dioda D_1 jest w stanie nieprzewodzenia, to jałowy prąd I_1 płynie przez dzielnik oporowy $R_1 R_u$ oraz opornik R_u powodując na tym ostatnim niepożądany spadek napięcia, na który reaguje różnicowy wzmacniacz W_1 . Taki stan pracy stabilizatora odpowiada odcinkowi g charakterystyki przedstawionej na fig. 2, przy czym
- 60 wyjściowa oporność R_{wy} stabilizatora jest rzędu kilku kiloomów.

- Podczas pracy stabilizatora w stanie nieprzewodzenia diody D_1 , część szkodliwego jałowego prądu I_1 przepływa przez miernik prądu powodując
- 65 błąd w pomiarze wyjściowego prądu I_{wy} stabi-

lizatora. Celem wynalazku jest opracowanie układu stabilizatora, który wyeliminuje szkodliwe nachylenie charakterystyki prądowo-napięciowej, czyli zwiększy oporność wyjściową urządzenia zasilającego oraz umożliwi dokładny pomiar parametrów elektrycznych badanego urządzenia.

Cel ten został osiągnięty przez włączenie rezystancyjnego mostka, w znany układ stabilizatora.

Oporniki, będące ramionami mostka, są tak dobrane i połączone, że prąd wyjściowy stabilizatora przepływa przez amperomierz włączony w przekątną mostka, natomiast prąd jałowy stabilizatora rozgałęzia się w węzłach przeciwnych do przekątnej. Prąd jałowy przepływając przez gałęzie mostka daje w węzłach przekątnej spadki napięć, których różnica jest w przybliżeniu równa zeru.

Do jednego z węzłów mostka, w miejscu włączenia amperomierza, dołączono wejściem wzmacniacz różnicowy, wzmacniający uchyb prądu wyjściowego. Wzmocniony uchyb prądu wyjściowego zostaje podany na sumator i dalej na tranzystor, pracujący w układzie wspólnego emitera, które to elementy, wraz ze wzmacniaczem różnicowym, tworzą prądowy układ regulacyjny. Do węzła rozplywu prądu jałowego dołączony jest dzielnik napięcia, składający się z potencjometra lub opornika regulowanego, z opornika o określonej wartości oporności oraz ze źródła napięcia odniesienia.

Wspomniany dzielnik, wzmacniacz różnicowy, sumator oraz tranzystor tworzą napięciowy układ regulacyjny. Wszelkie zmiany prądu jałowego, przepływającego przez dzielnik, nie odgrywają żadnej roli w zakresie stabilizacji napięcia wyjściowego, natomiast w zakresie stabilizacji prądu wyjściowego, dzięki rozplywowi w ramionach mostka, eliminują się nawzajem a różnica spadków napięć w węzłach przekątnej jest bliska zeru lub może być również równa zeru.

Uchyb prądowy, podawany na wzmacniacz różnicowy, jest niezależny od zmian prądu jałowego, stąd dynamiczna oporność wyjściowa stabilizatora jest bardzo duża.

Układ połączeń stabilizatora umożliwia skuteczną, bezbłędną i niezależną regulację napięcia i prądu wyjściowego od $0 - I_{\text{nominalnego}}$, właściwy pomiar tego prądu oraz zwiększa oporność wyjściową stabilizatora.

Rysunek fig. 3 przedstawia przykład wykonania układu połączeń stabilizatora według wynalazku, a fig. 4 jego charakterystykę.

Działanie układu połączeń stabilizatora o niezależnej regulacji napięcia i prądu wyjściowego opisano niżej.

W zakresie stabilizacji wyjściowego napięcia U_2 porównuje się część tego napięcia z wzorcowym napięciem U_3 . Porównywaną część wyjściowego napięcia U_2 dobiera się wstępnie potencjometrem 1.

Ewentualnie powstałą różnicę spadków napięć, spowodowaną zmianą wyjściowego napięcia U_2 , którego wartość na wyjściu stabilizatora zależna

jest od zmiany oporności R_L obciążenia lub wahań wejściowego napięcia U_1 , wzmacnia się w różnicowym wzmacniaczu 9, następnie przekazuje się na sumator 10, który wraz z tranzystorem 11, pracującym w układzie wspólnego emitera, tworzy napięciowy układ regulacyjny zasilacza. Napięciowy układ regulacyjny, poprzez pętlę sprzężenia zwrotnego, przeciwdziała zmianom wyjściowego napięcia U_2 , przyczyniając się do jego stabilizacji.

W zakresie stabilizacji wyjściowego prądu I_2 porównuje się spadek napięcia na oporniku 6 od tego prądu z częścią wzorcowego napięcia U_4 dobieranego wstępnie potencjometrem 7. Ewentualną różnicę tych napięć, spowodowaną zmianą spadku napięcia na oporniku 6 od przepływającego przez niego prądu I_2 , będącego funkcją zmian oporności R_L obciążenia na wyjściu stabilizatora i wahań wejściowego napięcia U_1 , wzmacnia się w różnicowym wzmacniaczu 8, a następnie podaje się na sumator 10, który wraz z tranzystorem 11 tworzy prądowy układ regulacyjny.

Prądowy układ regulacyjny, poprzez pętlę sprzężenia zwrotnego, przeciwdziała zmianom wyjściowego prądu I_2 , powodując jego stabilizację. Szkodliwy jałowy prąd I_1 stabilizatora przepływając przez ramiona 3, 6 i 5, 4, układu mostkowego, powoduje na nich spadki napięć takie, że różnica tych napięć w punktach a i b zrównoważonego mostka dla prądu jałowego jest bliska zeru.

Zmiany szkodliwego prądu I_1 eliminują się nawzajem, stąd wniosek, że dynamiczna wyjściowa oporność R_{wy} stabilizatora, a zatem i urządzenia zasilającego, jest bardzo duża.

Dobierając odpowiednio wartość oporników 4, 5 i 3, 6 w ramionach mostka można osiągnąć idealne przejścia stabilizatora ze stanu stabilizacji napięcia w stan stabilizacji prądu wyjściowego co odpowiada punktowi h na charakterystyce prądowo-napięciowej przedstawionej na fig. 4 i co umożliwia dokładny pomiar prądu, płynącego przez badany obwód dołączony na wyjście urządzenia zasilającego, lub zapewnia bezzakłócenową regulację energii elektrycznej, dostarczanej urządzeniom o zmiennej oporności.

Zastrzeżenie patentowe

Układ połączeń stabilizatora o niezależnej regulacji napięcia i prądu wyjściowego, zawierający obwody regulacyjne prądu i napięcia, składające się ze wzmacniaczy różnicowych, sumatora i tranzystora pracującego w układzie wspólnego emitera, oraz ze wzorcowych źródeł napięć odniesienia, mostka rezystancyjnego, wskaźnika prądu i potencjometrów przynależnych do tych obwodów, **znamienny tym**, że rezystancyjny mostek o ramionach (3), (6), (5) i (4) połączony jest węzłem (a) do jednego z wejść różnicowego wzmacniacza (8), regulującego wyjściowy prąd (I_2), węzłem (b) do zacisku wyjściowego stabilizatora i poprzez potencjometr (7) na drugie wejście różnicowego wzmacniacza (8), węzłem (z) do emitera

tranzystora (11), a węzłem (w) do napięciowego dzielnika utworzonego przez potencjometr (1), opornik (2), wzorcowe źródło (U_3) napięcia odniesienia i ramiona mostka, przy czym, jałowy prąd

(I_1) stabilizatora przepływając przez gałęzie mostka powoduje na nich spadki napięć, których różnica w węzłach (a, b) przekątnej mostka jest bliska zeru.

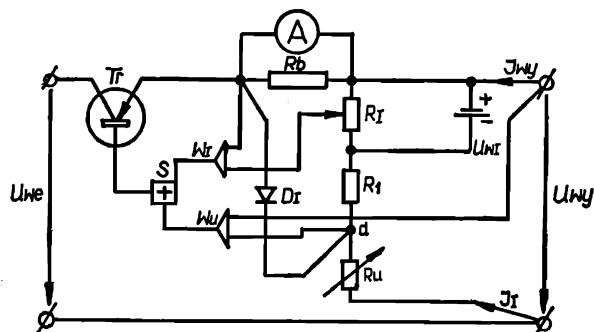


Fig 1

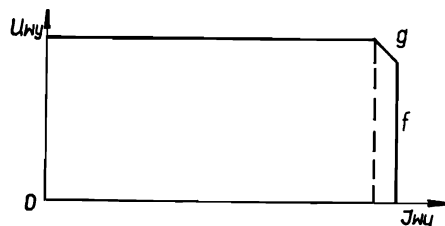


Fig 2

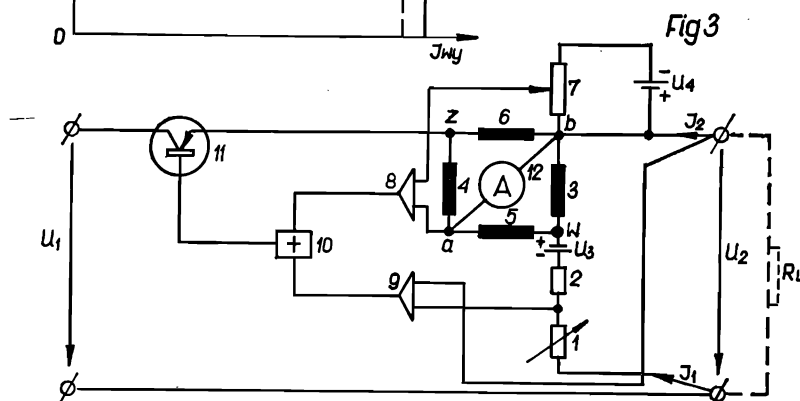


Fig 3

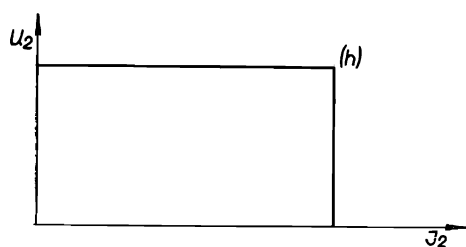


Fig 4