



Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 03.IX.1964 (P 105 639)

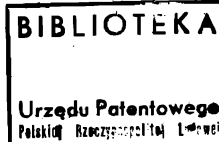
Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 18.IX.1965

Kl. 21 a³, 18/02

MKP H 03 f 3/024

UKD



Twórca wynalazku: mgr inż. Mariusz Nieniewski

Właściciel patentu: Instytut Elektrotechniki, Warszawa (Polska)

Tranzystorowy wzmacniacz separacyjny prądu stałego

1

Przedmiotem wynalazku jest tranzystorowy wzmacniacz separacyjny prądu stałego, który służy do transformowania prądu stałego, tzn. dostarcza on sygnału wyjściowego prądu stałego, proporcjonalnego do sygnału wejściowego prądu stałego, przy czym obwód wyjściowy i wejściowy wzmacniacza nie są połączone galwanicznie.

Wzmacniacz separacyjny znajduje zastosowanie w zautomatyzowanych napędach, układach automatyki, zabezpieczeń oraz w urządzeniach pomiarowych. Może on być użyty do pomiaru prądu w obwodzie głównym silnika, zamiast znanych, kosztownych czujników Halla. W tym celu jest wstawiony szeregowo z uzwojeniem stojana nieduży opornik, z którego napięcie jest podawane na wejście wzmacniacza separacyjnego. Wzmacniacz separacyjny może tu służyć do ciągłego pomiaru prądu lub tylko do uruchamiania zabezpieczeń w przypadku przeciążeń silnika. Wzmacniacze separacyjne stosuje się też w bardziej rozbudowanych regulatorach, np. w tranzystorowym regulatorze prostownikowego napędu nawrotnego, gdzie zastosowanie separatora umożliwia takie sterowanie układem prostowników np. rtęciowych, że w ich obwodach nie płyną prądy wyrównawcze.

Wadą znanych tranzystorowych wzmacniaczy separacyjnych jest to, że dla uzyskania prawidłowego działania wzmacniacza wymagają one zastosowania dużego transformatora separacyjnego, który zapewni przeniesienie nieznkształconego sygnału

2

napięcia zmiennego, prostokątnego, proporcjonalnego do wejściowego sygnału prądu stałego. Ponieważ transformator ten musi posiadać dostatecznie dużą indukcyjność biegu jałowego, konieczny jest dobry materiał rdzenia o jak największej przenikalności magnetycznej i uzwojenia o dużej liczbie zwojów.

Dalszą wadą znanych tranzystorowych wzmacniaczy separacyjnych jest brak prostego układu zabezpieczającego wejście wzmacniacza od przeciążeń, a zarazem umożliwiającego dobieranie w łatwy sposób żadanego poziomu obcinania sygnału wejściowego wzmacniacza oraz stromości charakterystyki napięcia wyjściowego w funkcji napięcia wejściowego wzmacniacza, dla sygnałów poniżej poziomu obcinania.

Tranzystorowy wzmacniacz separacyjny prądu stałego według wynalazku jest pozbawiony tych wad. Istota wynalazku polega na zastosowaniu równoległego połączenia opornika i uzwojenia pierwotnego transformatora separacyjnego w obwodzie kolektora tranzystora wzmacniającego, co pozwala na użycie zminiaturyzowanego transformatora separacyjnego oraz na zastosowaniu w obwodzie wejściowym wzmacniacza kilku łączonych szeregowo i równolegle diod bocznikujących modulator wzmacniacza, a umożliwiających dobór żadanego przebiegu charakterystyki napięcia wyjściowego w funkcji napięcia wejściowego wzmacniacza. Zasada działania wzmacniacza według wynalazku jest następująca: Wejściowy sygnał prądu

stałego zostaje zamieniony na proporcjonalny sygnał prądu zmiennego, który po wzmacnieniu i przetransformowaniu zostaje ponownie przetworzony na prąd stały. Schemat wzmacniacza uwidoczniony jest na rysunku.

Napięcie prostokątne, potrzebne do obwodu modulatora i detektora wzmacniacza jest wytwarzane w generatorze ze sprzężeniem typu R—L, zbudowanym na tranzystorach 1T i 2T opornikach 1R, 2R, 3R oraz na transformatorze 1Tr uzwojenia (a, b, c i d) z rdzeniem o prostokątnej pętli hysterezy. Dodatnie sprzężenie zwrotne, będące warunkiem pracy generatora jest uzyskiwane dzięki nawinięciu cewek, jak na rysunku. Częstotliwość drgań wynosząca przykładowo 1.200Hz jest określona przez czas potrzebny do przemagnesowania rdzenia, transformatora 1Tr od indukcji nasycenia w jedną stronę do indukcji nasycenia w stronę przeciwną.

Uzwojenie g transformatora 1Tr zasila obwód bazy tranzystora 3T modulatora poprzez opornik 6R. Uzwojenia e i f transformatora 1Tr zasilają jedną z przekątnych detektora pierścieniowego, zbudowanego na diodach 5D, 6D i 7D, 8D i opornikach 11R, 12R, 13R, 14R.

Napięcie na bazie tranzystora 3T periodycznie zatyka i odyka tranzystor 3T tak, że jego obwód: kolektor-emiter stanowi zwarcie lub przerwę. Jeżeli tranzystor 3T jest zatkany, to napięcie na jego emiterze jest równe napięciu sygnału wejściowego, dostarczanego poprzez opornik 5R. Jeżeli tranzystor 3T jest odetkany, to napięcie jego emitera jest równe około 0. Na wyjściu modulatora tj. na bazie tranzystora wzmacniającego 4T otrzymywane jest napięcie prostokątne o amplitudzie proporcjonalnej do sygnału wejściowego, dostarczanego na wejście we i o fazie zależnej od biegunowości tego sygnału. Napięcie to zostaje wzmacnione, np. w jednostopniowym wzmacniaczu napięciowym, zbudowanym na tranzystorze 4T, opornikach 7R, 8R, 9R i 10R i kondensatorach 1C i 2C. W obwodzie kolektora tranzystora 4T znajduje się transformator 2Tr, zbocznikowany oporem 10R.

Ponieważ transformator 2Tr jest przeznaczony do przenoszenia wzmacnionego sygnału prostokątnego z możliwie małymi zniekształceniami — w szczególności dla części poziomej przebiegu tego sygnału, więc przy stałym obciążeniu transformatora 2Tr konieczna jest minimalizacja wyrażenia: $\frac{TR}{L}$ gdzie T — okres częstotliwości nośnej napięcia z generatora, R — oporność źródła napięcia zasilającego transformator 2Tr widziana od strony zacisków jego uzwojenia pierwotnego a, L — indukcyjność biegu jałowego transformatora 2Tr.

Wyrażenie powyższe jest miarą zniekształcenia przebiegu prostokątnego przez transformator 2Tr.

Przy braku opornika 10R oporność R źródła zasilania transformatora 2Tr jest stosunkowo duża, ponieważ uzwojenie pierwotne a tego transformatora jest zasilane wprost z obwodu kolektora transformatora 4T tzn. teoretycznie ze źródła prądu a nie napięcia. Jeżeli wartość opornika 10R jest stosunkowo nieduża, to transformator 2Tr jest zasila-

ny — w przybliżeniu ze źródła napięcia, a nie prądu. Stąd wartość wyrażenia: $\frac{TR}{2L}$ przy tych samych wartościach: częstotliwości nośnej oraz indukcyjności L biegu jałowego transformatora 2Tr, jest znacznie mniejsza. Przyjmując tę samą dopuszczalną wartość zniekształceń wprowadzonych przez transformator 2Tr można, dzięki zastosowaniu opornika 10R zastosować mniejszy transformator 2Tr.

Opornik 10R zapobiega również przepięciom, jakie mogłyby powstawać w obwodzie kolektora tranzystora 4T przy następujących szybkich zmianach prądu kolektora i dużej indukcyjności L transformatora 2Tr.

Sygnał z transformatora 2Tr jest dostarczany na drugą przekątną detektora pierścieniowego 5D, 6D, 7D, 8D. Zależnie od biegunowości sygnału z generatora są odetkane diody: 5D, 6D lub 7D i 8D. Ponieważ napięcie z generatora jest znacznie większe od sygnału użytecznego, dostarczonego do detektora, więc prąd w każdej z par diod: 5D, 6D i 7D, 8D jest określony przez napięcie z generatora. Obwód dla prądu wyjściowego wzmacniacza zamyka się przez opornik 15R, jedną z połówek b lub c uzwojenia wtórnego transformatora 2Tr, parę przewodzących diod detektora i uzwojenia e i f transformatora 1Tr oraz opór obciążenia. Zależnie od tego, czy napięcia wejściowe obu przekątnych detektora są zgodne, czy przeciwne w fazie, otrzymuje się napięcie wyjściowe na zaciskach wy — wy tej lub innej biegunowości. Opornik 15R i kondensator 3C stanowią wyjściowy układ wygładzający.

Ze względu na często spotykane w układach automatyki przeciążenia wejścia wzmacniacza separacyjnego jest zastosowany układ obcinający sygnał wejściowy, zbudowany na oporniku 4R i diodach 1D, 2D i 3D, 4D. Dzięki łączeniu szeregowemu kilku diod układu obcinającego można uzyskać liniową i odpowiednio stromą charakterystykę statyczną napięcia wyjściowego w funkcji napięcia wejściowego wzmacniacza przy jednocześnie możliwości doboru poziomu obcinania napięcia wejściowego — poprzez zmianę liczby połączonych szeregowo diod oraz dobór ich charakterystyk w kierunku przewodzenia. Opisany przebieg charakterystyki statycznej wzmacniacza wynika z tego, że przy małych sygnałach wejściowych dioda przedstawia stosunkowo dużą, w przybliżeniu stałą oporność a więc nie psuje ona liniowości charakterystyki wzmacniacza. Natomiast po przekroczeniu pewnej wartości progowej oporność diody szybko spada. Istnieje też możliwość zastosowania innych elementów obcinających np. magnetycznych.

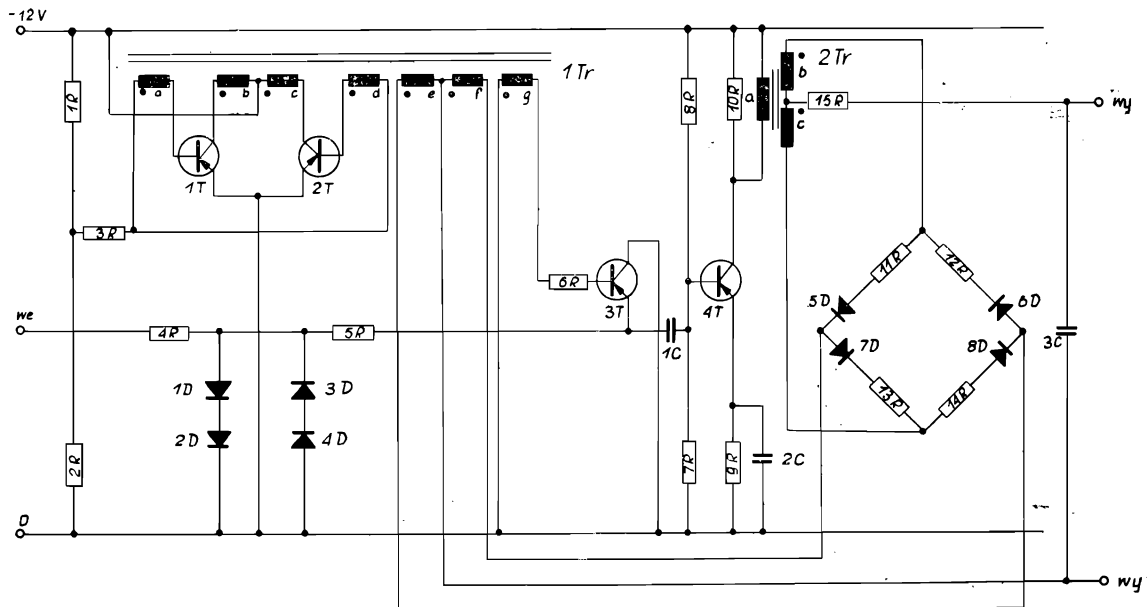
Zaletą wzmacniacza separacyjnego według wynalazku jest również stosunkowo duża stabilność charakterystyk wzmacniacza przy wzroście temperatury otoczenia. Wynika ona z zastosowania stopnia wzmacniającego prądu zmiennego oraz w szczególności, możliwości doboru diod w detektorze tak, że uchyby temperaturowe kompensują się.

Zastrzeżenia patentowe

1. Tranzystorowy wzmacniacz separacyjny prądu stałego z przetwarzaniem prądu stałego na zmienny, **znamienny tym**, że w obwodzie kolektora tranzystora wzmacniającego (4T) znajduje się opornik (10R), połączony równolegle z transformatorem (2Tr) oddzielającym galwanicznie obwód wejściowy (O — we) i wyjściowy (wy—wy) wzmacniacza.
2. Tranzystorowy wzmacniacz według zastrz. 1 **znamienny tym**, że posiada na wejściu układ składający się z opornika (4R) i kilku połączo-

nych szeregowo diod (1D, 2D i 3D, 4D), umożliwiających dobieranie poziomu obcinania sygnału wejściowego wzmacniacza oraz stromości przebiegu charakterystyki statycznej wzmacniacza przed obciążeniem.

3. Tranzystorowy wzmacniacz według zastrz. 1 i 2, **znamienny tym**, że obwód wyjściowy wzmacniacza, zamieniający wzmocniony sygnał prądu zmiennego na prąd stały, zawiera znany detektor pierścieniowy, w którym oporniki (11R, 12R, 13R, 14R) i diody (5D, 6D, 7D, 8D) są tak dobrane, że uchyb temperaturowy detektora jest skompensowany.



Dokonano jednej poprawki