

Ćwiczenie 8

Badanie zasilaczy i stabilizatorów napięcia stałego.

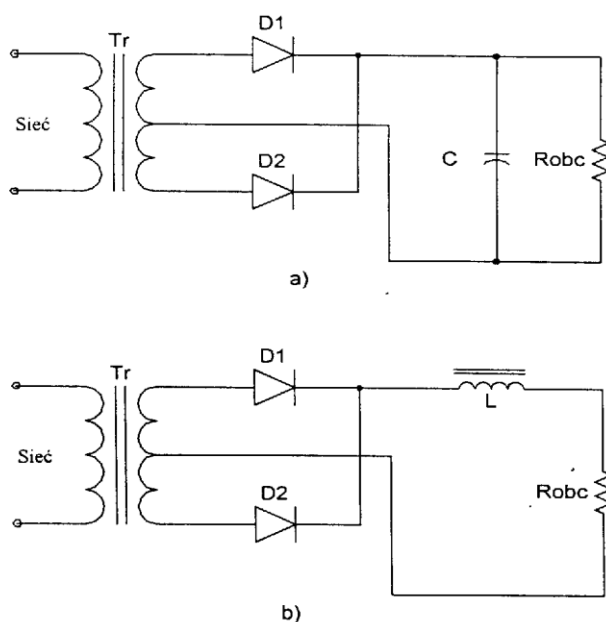
Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z właściwościami i podstawowymi parametrami układów zasilaczy i stabilizatorów napięcia stałego. W trakcie ćwiczenia badane są właściwości zasilaczy z prostownikiem dwupołówkowym w układzie mostkowym (Graetza) przy różnych obciążeniach, oraz trzy układy stabilizatorów napięcia stałego: parametryczny, szeregowy i równoległy.

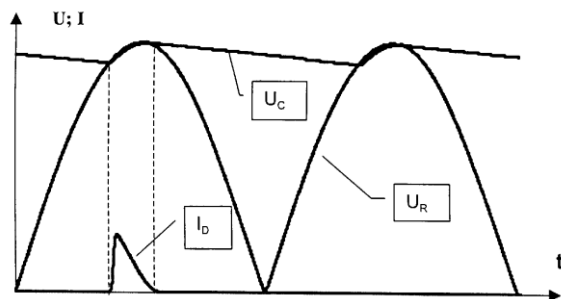
Wiadomości podstawowe

Zasilacze

Do zasilania układów elektronicznych wymagane jest zwykle źródło napięcia stałego natomiast w sieci energetycznej jest napięcie przemiennie. Z tego powodu zasilacz składa się z transformatora dostosowującego napięcie, prostownika i filtra.



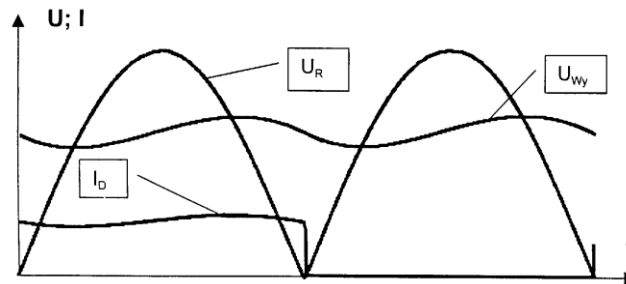
Rys. 1. Schemat prostownika dwupołówkowego z filtrem RC i z filtrem RL.



Rys. 2. Przebiegi napięcia wyjściowego U_C i prądu jednej diody I_D w prostowniku dwupołówkowym z filtrem RC.

Zwykle analizę układów prostownikowych prowadzi się rozważając odcinki czasu w których można określić aktualnie przewodzące lub nieprzewodzące diody a charakterystykę diody zastępuje się jej liniowym modelem. W każdym z odcinków czasu wyznacza się chwilę w której wartość prądu diody przechodzi przez zero lub napięcie na nieprzewodzącej diodzie staje się dodatnie. Wartości te określają koniec jednego odcinka czasu i zarazem początek oraz warunki początkowe następnego. Wynik takiej analizy dla prostownika dwupołkowego z filtrem RC przedstawiono na rys. 2. W celu porównania na rysunku umieszczono przebieg napięcia U_R dla przypadku, gdy nie ma pojemności. Dla tak obciążonych prostowników prąd diody płynie w czasie znacznie krótszym od półokresu i osiąga duże wartości maksymalne (przeciążenie prądowe diody) a jego wartość średnia jest równa połowie wartości średniej prądu obciążenia. Napięcie tętnień jest tym mniejsze im większy jest stosunek stałej $R_{obc}C$ do okresu napięcia zasilającego. Wartość średnia napięcia wyjściowego jest zbliżona do wartości maksymalnej napięcia przemiennego. Dlatego prostowniki z filtrem RC stosuje się przy dużych wartościach rezystancji obciążenia.

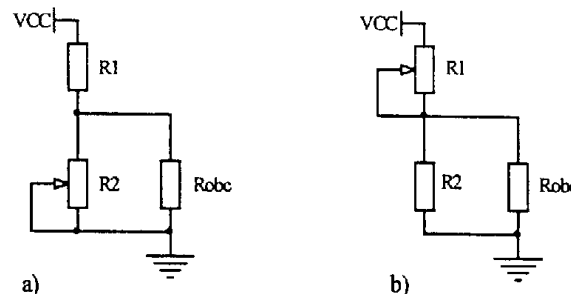
Na rys. 3 przedstawiono przebiegi prądu diody I_D oraz napięcia wejściowego prostownika z filtrem RL. Prąd diody I_D ma w tym przypadku kształt zbliżony do prostokąta (nie ma przeciążeń) a wartość napięcia tętnień jest tym mniejsza im większy jest stosunek stałej L/R_{obc} do okresu napięcia zasilającego. Wartość średnia napięcia wyjściowego jest zbliżona do wartości średniej wyprostowanego napięcia przemiennego. Dlatego prostowniki z filtrem LR stosuje się przy małych wartościach rezystancji obciążenia.



Rys. 3. Przebiegi napięcia wyjściowego U_{wy} i prądu jednej z diod I_D dla prostownika dwu-połkowego z filtrem LR.

Stabilizatory napięcia stałego

Do zasilania większości urządzeń elektronicznych wymagane jest napięcie stałe o wartości w miarę niezmienniej. Stałość napięcia w sieci energetycznej w tych przypadkach jest zwykle niewystarczająca i stąd pojawia się konieczność stosowania układów stabilizujących napięcie zasilania. Każdy stabilizator napięcia złożony jest ze źródła napięcia odniesienia, układu porównującego napięcie wyjściowe z napięciem odniesienia, wzmacniacza błędów i układu sterującego napięcie.



Rys. 4. Sposoby połączenia elementu sterowanego z obciążeniem a) równoległy b) szeregowy.

Odpowiednio do sposobu połączenia elementu sterowanego (zwykle tranzystora) z obciążeniem mówimy o stabilizatorach równoległych (Rys.4a) i szeregowych (Rys. 4b). W przypadku, gdy jako element sterowany w stabilizatorze równoległym jest zastosowana dioda Zenera mówimy o stabilizatorze parametrycznym.

W stabilizatorze równoległym element sterowany nie jest narażony na zwarcie obciążenia R_{obc} . Moc pobierana ze źródła V_{CC} nie zależy od obciążenia (w zakresie stabilizacji napięcia wyjściowego) stąd sprawność takiego stabilizatora maleje wraz ze zmniejszaniem prądu wyjściowego. Z uwagi na stałą sprawność niezależną od obciążenia częściej stosuje się stabilizatory szeregowy.

Ogólnie napięcie wyjściowe stabilizatora można przedstawić jako funkcję napięcia zasilania i prądu obciążenia:

$$U_{wy} = f(U_{zas}, I_{obc})$$

Różniczka zupełna napięcia wyjściowego wyniesie:

$$dU_{wy} = \frac{\partial U_{wy}}{\partial U_{zas}} dU_{zas} + \frac{\partial U_{wy}}{\partial I_{obc}} dI_{obc}$$

Przechodząc do przyrostów skończonych i wprowadzając nowe oznaczenia:

$$\Delta U_{wy} = S_u \Delta U_{zas} - R_{wy} \Delta I_{obc}$$

gdzie:

S_u - współczynnik stabilizacji napięcia

R_{wy} - rezystancja wyjściowa

przy czym:

$$S_u = \frac{\partial U_{wy}}{\partial U_{zas}} \quad R_{wy} = - \frac{\partial U_{wy}}{\partial I_{obc}}$$

Głównymi parametrami stabilizatora określającymi jego przydatność do konkretnego zastosowania są;

- napięcie wyjściowe i zakres jego zmian,
- maksymalne i minimalne napięcie zasilania,
- maksymalny i minimalny prąd obciążenia,
- maksymalny prąd pobierany z zasilacza.

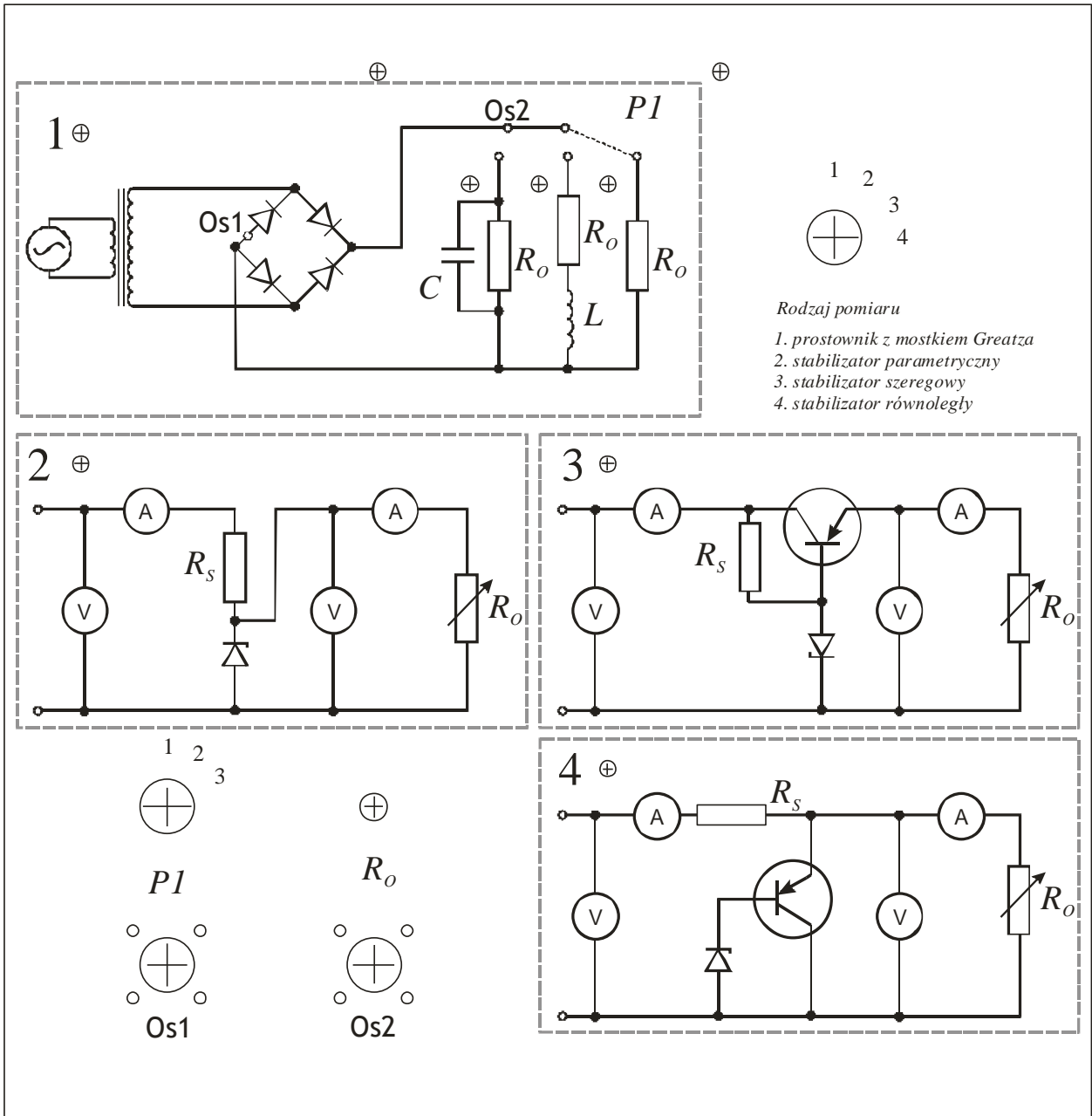
Wykonanie ćwiczenia

Wygląd płyty czołowej zestawu pomiarowego i schematy układów pomiarowych pokazane są na rys. 5. Wyboru układu pomiarowego dokonujemy czteropozycyjnym przełącznikiem „Rodzaj pomiaru” na płycie czołowej.

Badanie zasilaczy z filtrami typu R, RC i RL.

Rodzaj obciążenia wybieramy przełącznikiem P1. Oscyloskop należy podłączyć odpowiednio do gniazd Os1 i Os2. Pomiedzy punktem podłączenia kanału 1 oscyloskopu a węzłem mostka Graetza włączony jest (nie zaznaczony na schemacie) rezystor o małej wartości, umożliwiający obserwację prądu płynącego przez diodę.

Należy zaobserwować na oscyloskopie przebiegi prądu w diodach prostowniczych i kształt napięcia wyjściowego dla trzech rodzajów obciążenia. Przy rejestracji przebiegów oscyloskopowych zaznaczyć położenie poziomu zera. Opisać (dorysować) osi układu współrzędnych z zaznaczonymi nazwami wielkości i ich jednostkami) oraz omówić zarejestrowane przebiegi.



Rys. 5. Widok stanowiska pomiarowego wraz ze schematami układów pomiarowych.

Badanie stabilizatorów napięcia stałego

Schematy pomiarowe badanych układów (stabilizator parametryczny, szeregowy, równoległy) pokazane są na rys. 5. Wyboru układu dokonujemy przełącznikiem „Rodzaj pomiaru”. Dla każdego z układów należy wyznaczyć następujące charakterystyki:

- $U_{wy}=f(U_{we})$, $P_{we}=f(U_{we})$, $P_{wy}=f(U_{we})$, $\eta=f(U_{we})$ przy $I_{wy}=\text{const}$,
- $U_{wy}=f(I_{wy})$, $P_{we}=f(I_{wy})$, $P_{wy}=f(I_{wy})$, $\eta=f(I_{wy})$ przy $U_{we}=\text{const}$.

Zmiany napięcia wejściowego dokonujemy zmieniając napięcie zasilacza. Zmiany prądu obciążenia – potencjometrem R_o na płycie czołowej zestawu pomiarowego.

Wszystkie charakterystyki zmierzyć dla kilku (minimum 3) wartości parametru. Każdorazowo przed przystąpieniem do właściwych pomiarów należy dokonać próbnej regulacji wszystkich wielkości. Na tej podstawie określić zakres ich zmian, charakter zmian (szybkie, powolne), oraz zakresy stabilizacji. Należy również obrać wartości parametrów, dla których będą mierzone poszczególne charakterystyki. Dopiero wtedy przystąpić do właściwych pomiarów.

Każdy rodzaj charakterystyk dla poszczególnych układów przedstawić na jednym (wspólnym) wykresie. Jeżeli ze względu na zakres mierzonych wielkości można przedstawić na wspólnym wykresie charakterystyki różnych układów należy to - dla celów porównawczych - zrobić.

Na podstawie wykreślonych zależności wyznaczyć dla każdego układu współczynnik stabilizacji i rezystancję wyjściową. Należy to zrobić korzystając z „najlepszych” spośród wyznaczonych charakterystyk. Podać, w oparciu o jakie kryterium wybrana charakterystyka została uznana za „najlepszą”.

Literatura

S. Seely - Układy elektroniczne.

J. Pawłowski - Układy elektroniczne, część druga

Notatki z wykładu.