STABILIZATORY NAPIĘCIA STAŁEGO O DZIAŁANIU CIĄGŁYM

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z problemami związanymi z projektowaniem, realizacją i pomiarami wartości parametrów stabilizatorów parametrycznych i kompensacyjnych.

Wstęp

Większość układów elektronicznych musi być zasilana napięciem stałym o ściśle określonej wartości. Wartość tego napięcia nie powinna zależeć od wahań napięcia pierwotnego źródła energii (np. sieci energetycznej lub baterii), od wartości pobieranego prądu oraz od warunków zewnętrznych, w których układ pracuje.
Wymaganą stałość napięcia uzyskuje się za pomocą układów elektronicznych nazywanych stabilizatorami napięcia.

Tematem ćwiczenia jest badanie podstawowych właściwości stabilizatorów napięcia stałego o pracy ciągłej. Badane są:

I. Proste stabilizatory napięcia (moduł DA061A):
- układ podstawowy z diodą Zenera,
- układ z dodatkowym wtórnikiem emiterowym,
- układ z dodatkową pętlą ujemnego sprzężenia zwrotnego,

II. Stabilizator napięcia z układem scalonym typu μA 723 (moduł DA061B).

Do wykonania ćwiczenia, oprócz wyżej wymienionych modułów, wykorzystuje się również:
- regulowane źródło napięcia stałego SA0011,
- regulowane źródło prądowe SA1111,
- wkładka charakterograficzna SA7312,
- miernik cyfrowy,
- oscyloskop.

I. Proste stabilizatory napięcia

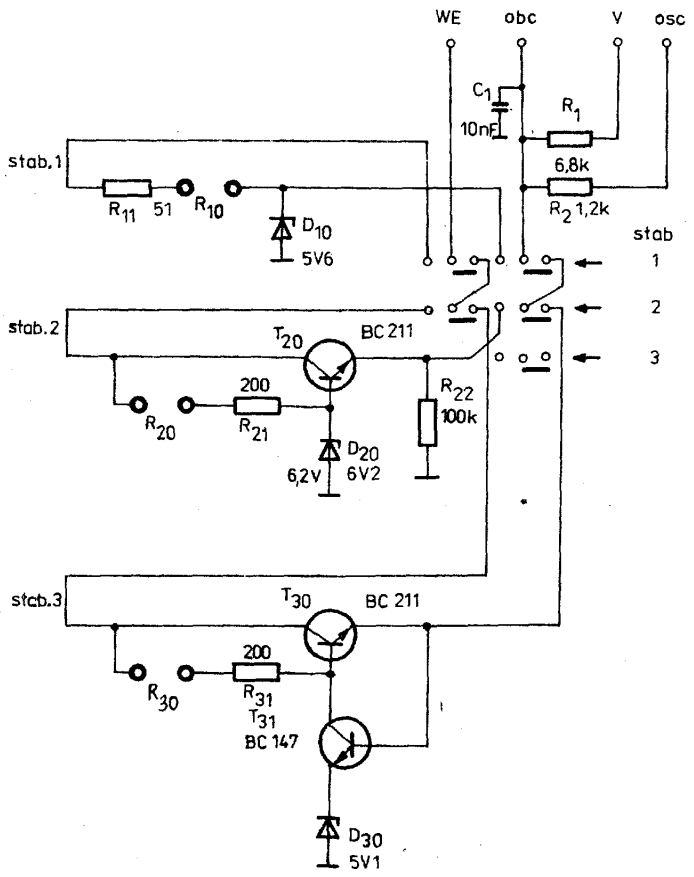
Schemat ideowy modułu DA061A przedstawiono na rysunku 1.

Wartości napięć wyjściowych badanych stabilizatorów są zbliżone. Układy różnią się natomiast pozostałymi parametrami użytkowymi.

Do zacisków pytki drukowanej oznaczonych R_{10}, R_{20} i R_{30} należy włączyć odpowiednio dobrane rezystory, wymienione w tabeli 1. Wartości te zostały tak dobrane, aby stabilizatory pracowały poprawnie w zakresie napięcia wejściowego 9 - 12 V przy prądzie obciążenia 0 - 25 mA.

R_{10}	43 Ω
R_{20}	82 Ω
R_{30}	150 Ω

Tabela 1. Wykaz rezystorów.



Rys. 1. Schemat ideowy modułu DA061A

Rezystory R_{11}, R_{21} i R_{31} zabezpieczają badane układy przed skutkami włączenia niewłaściwie dobranych rezystorów R_{10}, R_{20} lub R_{30}.

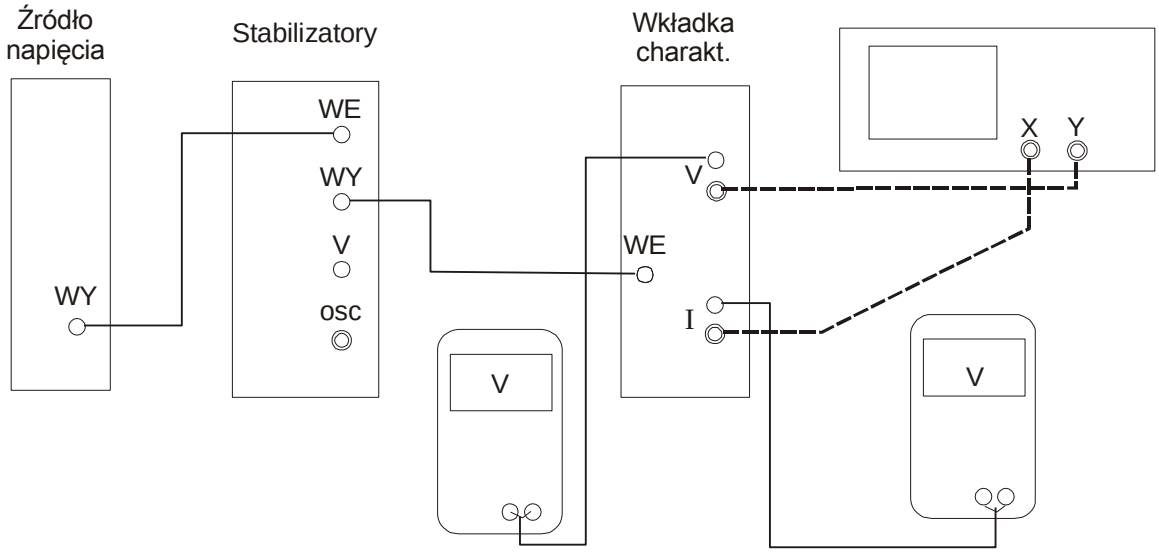
Wyboru badanego stabilizatora dokonuje się przyciskami STAB 1, 2, 3 znajdującymi się na płycie czołowej modułu.

Obserwacje i pomiary

Po wykonaniu czynności omówionych powyżej, poprowadzić odpowiednie połączenia zewnętrzne modułu stabilizatorów wg rysunku 2.

Charakterograf źródeł SA7312 jest przyrządem umożliwiającym obserwację charakterystyk prądowo-napięciowych stabilizatorów. Moduł ten stanowi praktyczną realizację sterowanego źródła prądowego pochłaniającego prąd z wykorzystaniem m.in. wzmacniacza operacyjnego μA 741 i tranzystora bipolarnego.

Pokrętło „load” służy do regulacji prądu pobieranego przez wkładkę z badanego stabilizatora. Wartość tego prądu jest przetwarzana na napięcie i mierzona na wyjściu I. Współczynnik przetwarzania napięcie-prąd wynosi 100 V/A, co oznacza, że prądowi obciążenia 10 mA odpowiada napięcie 1V obserwowane na woltomierzu podłączonym do wyjścia I charakterografu.



Rys.2. Schemat połączeń układu do pomiaru podstawowych parametrów prostych stabilizatorów napięcia z wykorzystaniem wkładki charakterograficznej SA7312.

Charakterystyka prądowo-napięciowa stabilizatorów mierzona za pomocą woltomierzy cyfrowych może być równocześnie obserwowana za pomocą oscyloskopu.

1. Zmierzyć charakterystyki prądowo-napięciowe stabilizatorów (napięcie wyjściowe w funkcji prądu obciążenia). Pomiary wykonać w taki sposób, aby można z nich było obliczyć dynamiczne rezystancje wyjściowe dla prądów obciążenia małego i dużego (np. 4 mA i 25 mA). Dla każdego stabilizatora należy zmierzyć dwie takie charakterystyki, przy minimalnym i maksymalnym założonym napięciu wejściowym.

   Dynamiczną rezystancję wejściową oblicza się ze wzoru: $$r_{wy} = \frac{\Delta U_{wy}}{\Delta I_{obc}}\Bigg|_{U_{we}=const}$$

2. Wykonać pomiary niezbędne do wyznaczenia współczynników stabilizacji napięciowej badanych układów przy prądach obciążenia jak poprzednio. Napięcie wejściowe zmieniać w założonych granicach (np. od 10 do 11 V).

   Współczynnik stabilizacji od zmian napięcia wejściowego S_U, jest bardzo istotnym parametrem stabilizatora. Określa on wrażliwość napięcia wyjściowego na zmiany wartości napięcia zasilającego.

   Współczynnik S_U można obliczyć ze wzoru: $$S_U = \frac{\Delta U_{we}}{\Delta U_{wy}}\Bigg|_{I_{obc}=const}$$

W sprawozdaniu zamieścić otrzymane wykresy oraz porównanie tabelaryczne wartości podstawowych parametrów użytkowych (r_{wy} i S_u) zmierzone we wszystkich trzech układach.

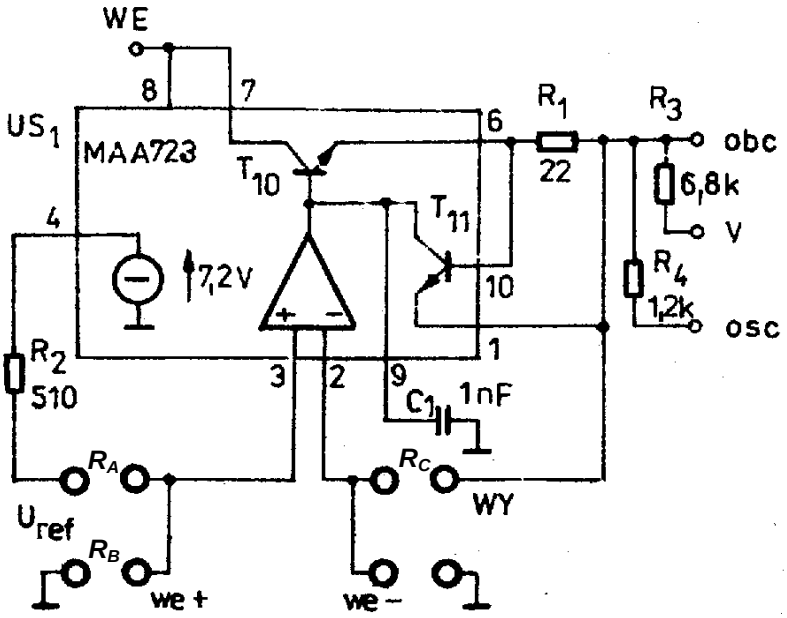
II. Stabilizator napięcia z układem scalonym typu µA 723

Schemat ideowy modułu DA061B przedstawiono na rysunku 3.

Moduł ten został zrealizowany w oparciu o układ scalony typu µA 723, zawierający wszystkie podstawowe bloki funkcjonalne kompensacyjnego stabilizatora napięcia: źródło napięcia

odniesienia, wzmacniacz błędu oraz blok regulacyjny. Umożliwia on zrealizowanie stabilizatora z ograniczeniem prądu wyjściowego i o różnych wartościach nominalnych napięcia wyjściowego. Napięcie wyjściowe układu jest stabilizowane dzięki włączeniu między źródło napięcia pierwotnego a obciążenie tranzystora T_{10}. Tranzystor ten pełni rolę szeregowego elementu regulacyjnego. Sygnał sterujący tranzystorem pochodzi ze wzmacniacza błędu, porównującego napięcie na wejściu „–” (proporcjonalne do napięcia odniesienia) z napięciem na wejściu „+” (pochodzącym z wyjścia stabilizatora). Układ dąży do stanu, w którym różnica napięć na wejściach wzmacniacza jest bliska zeru.
Zastosowanie odpowiednich dzielników dla napięcia odniesienia i dla napięcia wyjściowego pozwala na uzyskanie szerokiego zakresu nominalnych napięć wyjściowych stabilizatora.

Podstawowe parametry omawianego układu scalonego podano w tabeli 2.



Rys. 3. Schemat ideowy modułu DA061B

Parametr	Min	Typowe	Max
Zakres napięć wejściowych	9,5 V		40 V
Zakres napięć wyjściowych	2,0 V		37 V
Różnica napięć wejściowego i wyjściowego	3,0 V		38 V
Napięcie odniesienia	6,95 V	7,15 V	7,35 V
Pobór prądu ze źródła napięcia odniesienia			15 mA
Dopuszczalny prąd wyjściowy			150 mA

Tabela 2. Typowe parametry scalonego stabilizatora napięcia z rodziny μA 723

Obserwacje i pomiary

Wmontować rezystory R_A, R_B i R_C o wartościach podanych w tabeli 3.
Wartości rezystorów zostały tak dobrane, aby napięcie wyjściowe wynosiło około 5,6 V. Wartość ta zależy od napięcia źródła odniesienia danego układu scalonego.

R_A	1,8 kΩ
R_B	8,2 kΩ
R_C	1,5 kΩ

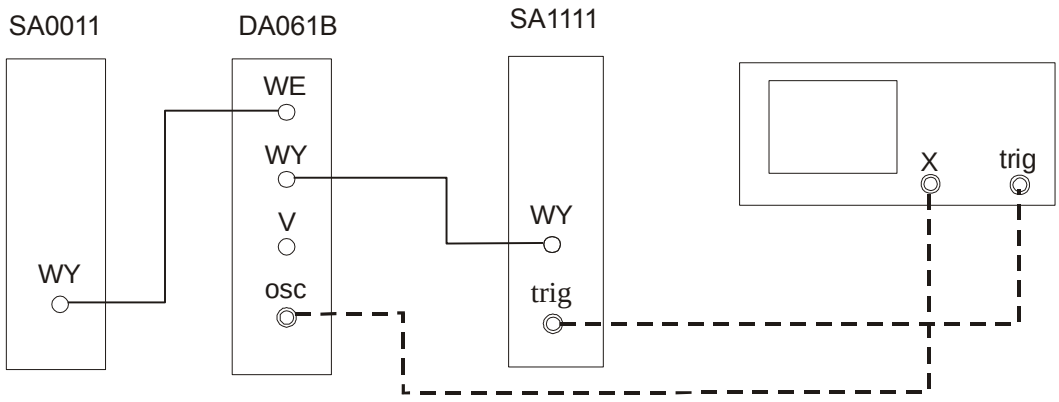
Tabela 3. Wykaz rezystorów

Maksymalny prąd wyjściowy stabilizatora został ustalony wartością rezystora R_1 i wynosi w tym wypadku ok. 30 mA.

Poprowadzić odpowiednie połączenia zewnętrzne do modułu DA061B. Połączenia wykonać w podobny sposób jak poprzednio (patrz rys. 2).

1. Sprawdzić ile wynosi wartość napięcia wyjściowego i w jakim zakresie napięć wejściowych jest ona utrzymywana.
2. Zmierzyć charakterystykę wyjściową stabilizatora (U_{wy} w funkcji I_{wy}) dla napięcia wejściowego z zakresu 10 do 12 V.
   Zapisać wartość maksymalnego prądu obciążenia stabilizatora i porównać z określonym powyżej.
3. Wykonać pomiary pozwalające na obliczenie średniego współczynnika stabilizacji napięciowej i średniej rezystancji wyjściową stabilizatora dla prądu obciążenia 15 mA.
4. Przerysować przebiegi napięć na wyjściu badanego układu przy skokowym poborze prądu obciążenia przekraczającej zakładaną wartość maksymalną. W tym celu:
   a. poprowadzić połączenia wg rysunku 4.
   b. Ustalić prąd pobierany przez źródło SA1111 na wartość przekraczającą maksymalny prąd obciążenia zmierzony poprzednio i ustawić przełącznik w pozycję „auto”.
   c. Posłużyć się obserwowanym przebiegiem do wyznaczenia dokładnej wartości maksymalnego prądu obciążenia.
   d. Zaobserwować również zmiany napięcia wyjściowego przy wymuszeniu wpływania prądu do wyjścia stabilizatora. Skomentować w sprawozdaniu zaobserwowane przebiegi.

W sprawozdaniu zamieścić uzyskane charakterystyki oraz wartości parametrów stabilizatora.



Rys. 4. Schemat połączeń do obserwacji działania zabezpieczenia nadprądowego modułu DA061B