

# 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 $\mu A$ 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

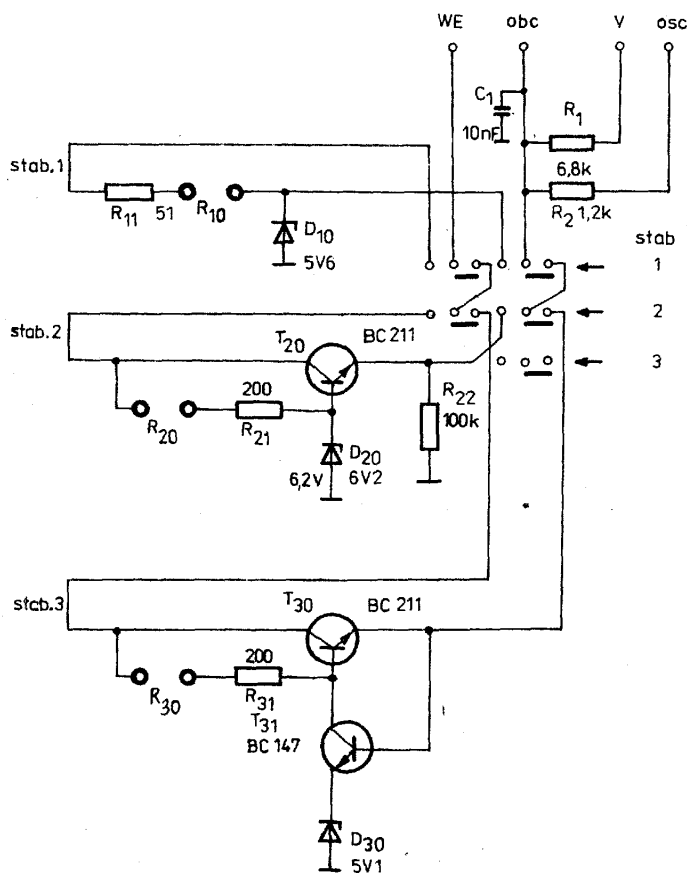
Schemat ideowy modułu DA061A przedstawiono na rysunku 1.

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

Do zacisków płytki 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 $\Omega$
$R_{20}$	82 $\Omega$
$R_{30}$	150 $\Omega$

**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  $R_{30}$ .

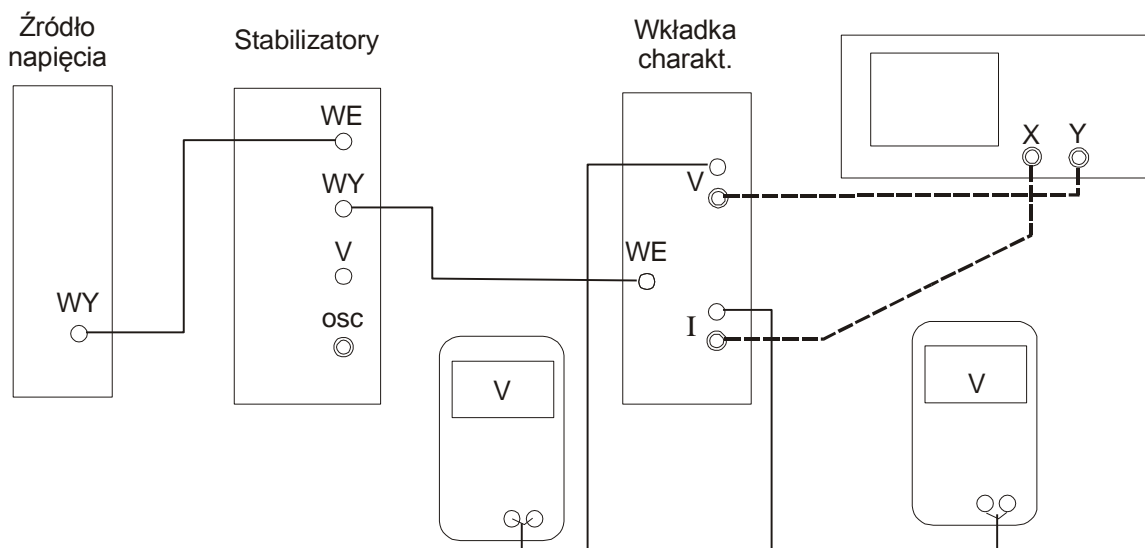
Wyboru badanego stabilizatora dokonuje się przyciskami STAB 1, 2, 3 znajdującymi się na płycie czołowej modułu.

### 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  $\mu A$  741 i tranzystora bipolarnego.

Pokrętko „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 wyjściową oblicza się ze wzoru: 
$$r_{wy} = \frac{\Delta U_{wy}}{\Delta I_{obc}} \Big|_{U_{we}=const}$$

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: 
$$S_U = \frac{\Delta U_{we}}{\Delta U_{wy}} \Big|_{I_{obc}=const}$$

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 $\mu A 723$

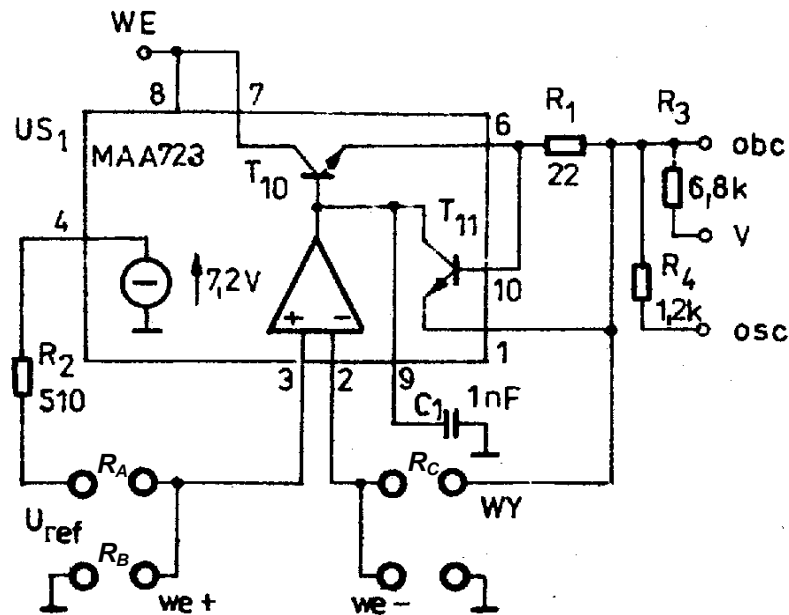
Schemat ideowy modułu DA061B przedstawiono na rysunku 3.

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

odniesienia, wzmacniacz błędów 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 błędów, 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  $\mu A$  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 k $\Omega$
$R_B$	8,2 k $\Omega$
$R_C$	1,5 k $\Omega$

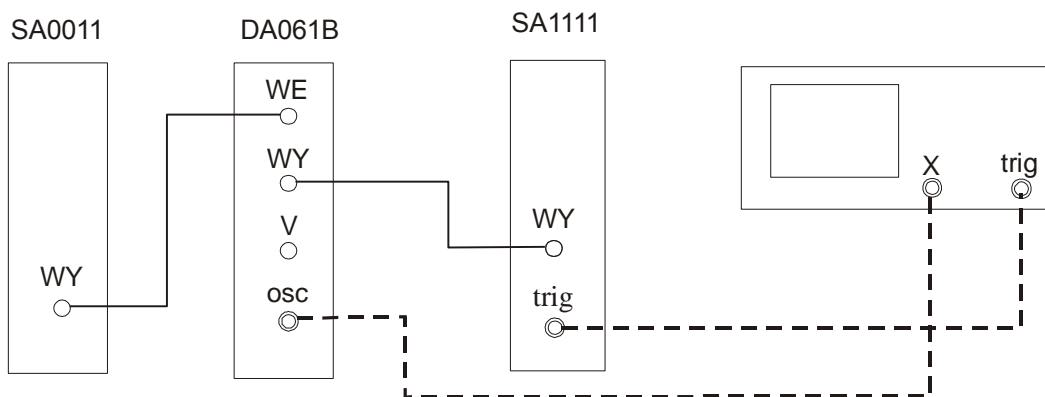
**Tabela 3.** Wykaz rezystorów

Maksymalny prąd wyjściowy stabilizatora został ustalony wartością rezystora  $R_I$  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 wyjściowej 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