

Linowe stabilizatory napięcia

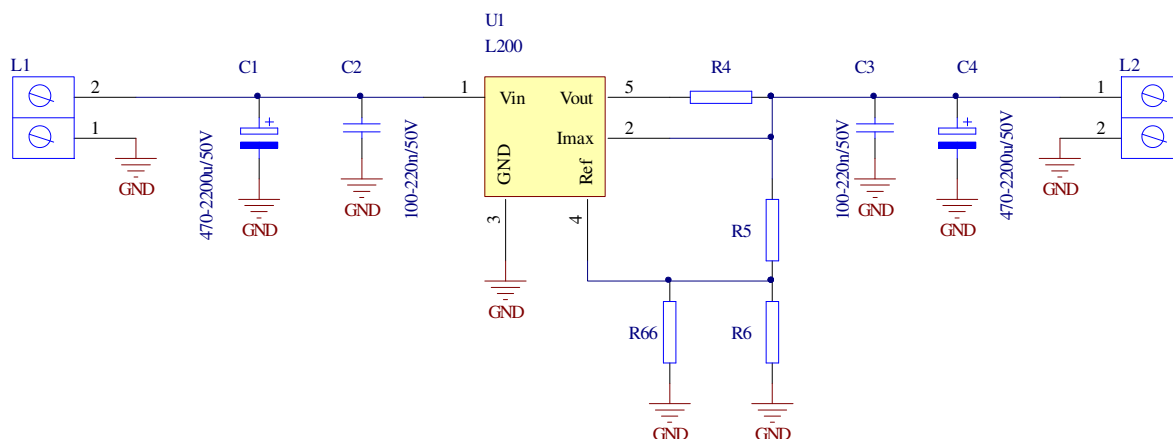
1. Cel ćwiczenia.

Celem ćwiczenia jest praktyczne poznanie właściwości stabilizatora napięcia zbudowanego na popularnym układzie scalonym. Zakres ćwiczenia obejmuje projektowanie oraz pomiary podstawowych parametrów i charakterystyk stabilizatora.

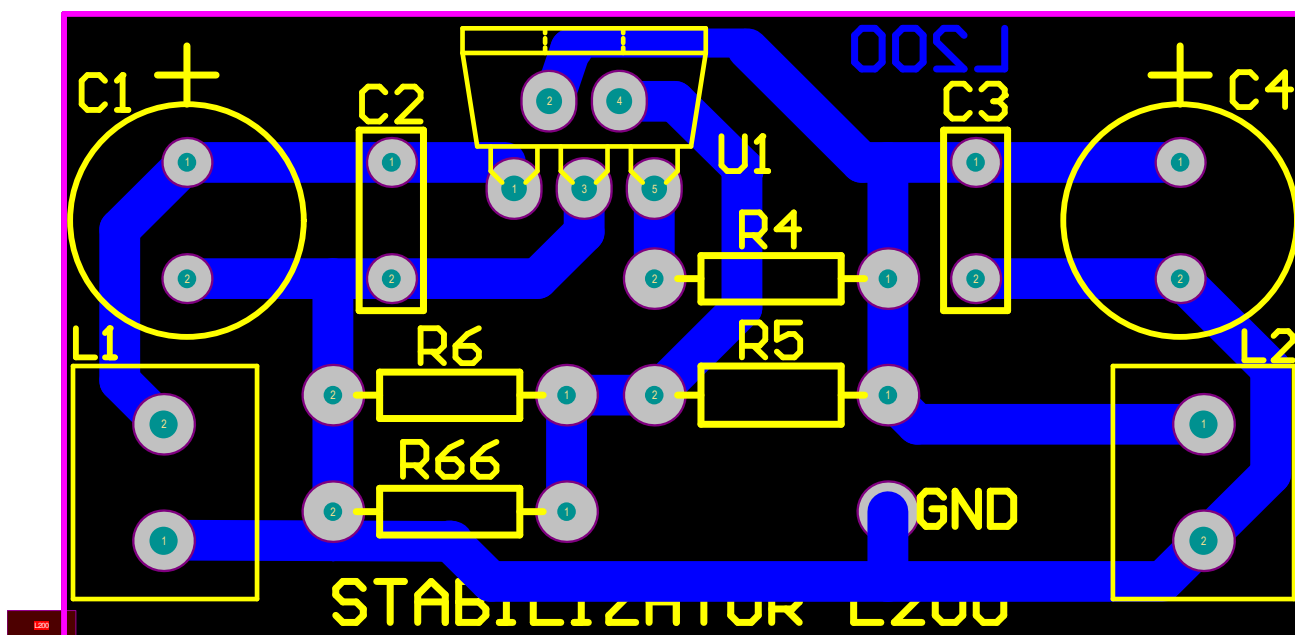
2. Budowa układu.

Na rys.1. przedstawiono schemat ideowy stabilizatora napięcia w postaci podstawowej aplikacji układu scalonego L200. Natomiast w tabeli 1 podano podstawowe parametry stabilizatora L200.

a)



b)



Rys.1. Stabilizatora napięcia z zabezpieczeniem prądowym z układem scalonym L200: a) schemat ideowy, b) widok płytki drukowanej (od strony elementów) do montażu stabilizatora.

Tab.1. Podstawowe parametry charakterystyczne scalonego stabilizatora L200

Symbol	Parametr	Warunki pomiaru	Wartości			Jedn.
			Min	Typ	Max	
Stabilizator napięcia T = 25°C						
U_o	Zakres napięć wyjściowych	$I_o = 10\text{mA}$	2.85	<>	36	V
$\Delta U_o/\Delta I_o$	Współczynnik stabilizacji napięcia wyjściowego od zmian obciążenia	$I_{\min} = 10\text{mA}$ $I_{\max} = 1,5\text{A}$	0.1	0.15	1	%
$\Delta U_o/\Delta U_i$	Współczynnik stabilizacji napięcia wyjściowego od zmian napięcia wejściowego	$U_i = 8\dots 20\text{V}$ $U_o = 5\text{V}$		0.1	0.4	%
$U_o - U_{\min}$	Spadek napięcia pomiędzy wejściem i wyjściem układu (pin 1 i 5) – „dropout”	$I_o = 1.5\text{A}$	2	2.5	3	V
R_{wy}	Impedancja wyjściowa	$U_i = 10\text{V}, U_o = U_{REF}$ $I_o = 500\text{mA}$ $F = 100\text{Hz}$	1.5	1.5	3	mΩ
U_{REF}	Napięcie odniesienia (referencyjnego)	$U_i = 20\text{V},$ $I_o = 10\text{mA}$	2.65	2.75	2.85	V
Stabilizator prądu T = 25°C						
U_{sc}	Wewnętrzne napięcie odniesienia komparatora-ogranicznika prądu (pin 2 i 5)	$U_i = 10\text{V}, U_o = U_{REF}$ $I_o = 100\text{mA}$	0.38	0.45	0.52	V
I_{sc}	Szczytowy prąd zwarcia	$U_i - U_o = 14\text{V}$ (pomiędzy pin 2 i 5 włączono $R_{sc} < 0.01\Omega$)			3.5	A
$\Delta I_o/I_o$	Współczynnik stabilizacji prądu wyjściowego od zmian obciążenia	$U_i = 10\text{V}, U_o = 3\text{V}$ $I_o = 0.5\text{A}$ $I_o = 1\text{A}$ $I_o = 1.5\text{A}$		1,4 1,0 0,9		%

W układzie stabilizatora, napięcie wyjściowe U_o zależy od wartości rezystorów R_5 i R_6 i może być kształtowane zgodnie z zależnością:

$$U_o = \left(1 + \frac{R_5}{R_6}\right) U_{REF} \quad (1)$$

Napięcie wyjściowe, może przyjmować wartości w zakresie $U_{REF} < U_o < (U_i - U_{REF} - U_{BE})$, gdzie U_{REF} jest napięciem referencyjnym układu L200 (pomiędzy pinami 3 i 4, a więc na rezystorze R_6 – typowo 2,75V), a U_{BE} jest napięciem baza-emiter tranzystora regulującego zawartego w strukturze układu. Maksymalny prąd wyjściowy w układzie jest ograniczony do wartości:

$$I_{o\max} = \frac{U_{sc}}{R_4} = \frac{0,45\text{V}}{R_4} \quad (2)$$

a więc zdeterminowany jest wartością rezystora próbkującego R_4 . Projektowanie stabilizatora, sprowadza się do wyznaczenia stosunku rezystancji R_5 / R_6 zgodnie z zależnością (1), oraz dobrania sumy rezystancji $R_5 + R_6$, co umożliwi wyznaczenie ich konkretnych wartości. Rezystory te należy dobrać tak, aby przez dzielnik R_5 i R_6 płynął prąd, znacznie większy od prądu polaryzacji końcówki 4 (I_4), który wynosi maksymalnie 10μA. W praktyce można przyjąć:

$$R_5 + R_6 \leq \frac{U_o}{100I_4} \approx \frac{U_o}{1\text{mA}} \quad (3)$$

3. Przygotowanie do zajęć.

UWAGA: Czas przygotowania do zajęć szacuje się na 4 do 6 godzin.

3.1. Materiały źródłowe

- [1] Materiały Laboratorium i Wykładów Zespołu Układów Elektronicznych.
- [2] U. Tietze, Ch. Schenk, Układy półprzewodnikowe, WNT, Warszawa, 1996, s. 568-581.
- [3] P. Horowitz, W. Hill, Sztuka elektroniki, WKiŁ, 2018,
- [4] J. J. Car, Zasilanie urządzeń elektronicznych, BTC, Warszawa, 2004, s.169-177.
- [5] S. Kuta, Układy elektroniczne. Część I, AGH, Kraków, 1995, s. 423-466.

3.2. Pytania kontrolne

1. Schemat blokowy i zasada działania kompensacyjnego stabilizatora napięcia.
2. Wymień i opisz podstawowe parametry oraz charakterystyki stabilizatora napięcia.
3. Narysuj przykładowe rozwiązania układowe stabilizatorów napięcia.
4. Wymień i opisz podstawowe rodzaje zabezpieczeń stosowane w stabilizatorach kompensacyjnych.
5. Układ scalony L200: budowa, działanie, parametry i zastosowania.
6. Opisz zasady projektowania stabilizatora napięcia z wykorzystaniem układu scalonego L200.

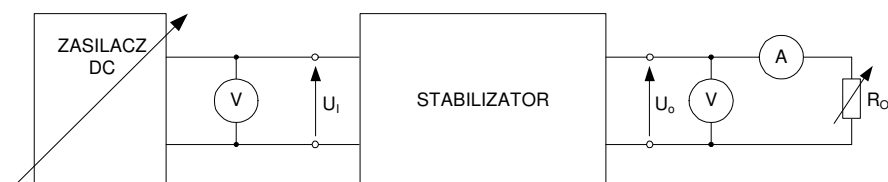
3.3. Zadanie projektowe

Dla zadanej wartości napięcia wyjściowego oraz maksymalnego prądu wyjściowego stabilizatora, obliczyć i dobrać elementy R_4 , R_5 , R_6 . Przygotować odpowiednie tabele do zamieszczenia wyników pomiarowych oraz wykresy na których wykreślane będą poszczególne charakterystyki.

4. Przebieg ćwiczenia.

4.1. Pomiar charakterystyki $U_o = f(U_i)$, przy R_o - parametr

1. Złożyć na płytce drukowanej zaprojektowany stabilizator napięcia a do układu L200 zamocować radiator.
2. Do wejścia stabilizatora podłączyć zasilacz napięcia stałego, a na jego wyjście regulowane obciążenie szeregowo z amperomierzem. Na wejście i wyjście podłączyć równolegle woltomierze (rys.2).



Rys.2. Układ do pomiaru charakterystyk stabilizatora napięcia.

3. Zmierzyć i wykreślić charakterystykę $U_o = f(U_i)$ dla kilku wskazanych wartości rezystancji obciążenia R_o .
4. Określić zakresy stabilizacji ΔU_o dla ustalanych rezystancji obciążenia oraz obliczyć współczynniki stabilizacji S_U ,

$$S_U = \frac{\Delta U_O}{\Delta U_I} \quad . \quad (4)$$

5. Określić tzw. napięcie „Dropout” stabilizatora dla wskazanych wartości rezystancji R_O .

4.2. Pomiar charakterystyki $U_O = f(I_O)$, U_I - parametr

6. Zmierzyć i wykreślić charakterystykę $U_O = f(I_O)$, dla kilku wskazanych wartości napięcia wejściowego U_I . Pomiary wykonywać poprzez zmianę wartości rezystancji obciążenia od stanu bez obciążenia ($R_O = \infty$) do stanu zwarcia ($R_O = 0$).
7. Wyznaczyć zakres stabilizacji napięcia wyjściowego ΔU_O oraz wartość rezystancji wyjściowej stabilizatora R_{WY} .

4.3. Pomiar napięć odniesienia

8. Przy pomocy woltomierza, zmierzyć napięcie odniesienia (referencyjne) U_{REF} – spadek napięcia na R_6 . Pomiary przeprowadzić przy nieobciążonym stabilizatorze ($R_O = \infty$).
9. Przy pomocy woltomierza, zmierzyć napięcie odniesienia komparatora-ogranicznika prądu U_{SC} – spadek napięcia na R_4 . Pomiary przeprowadzić przy zwartym wyjściu ($R_O = 0$).

5. Wnioski.

1. Określić wpływ R_O na charakterystyki $U_O = f(U_I)$.
2. Określić wpływ U_I na charakterystyki $U_O = f(I_O)$.
3. Wyznaczyć i zinterpretować wartości współczynnika stabilizacji S_U oraz rezystancji wyjściowej stabilizatora.
4. Dla jakich wartości R_O i U_I stabilizator pracuje jako stabilizator napięcia, a dla jakich wartości jako stabilizator prądu?
5. Porównać wyznaczone pomiarowo wielkości z danymi katalogowymi stabilizatora L200.

Lp.	Charakterystyka $U_o = f(U_I)$					
	$R_o = \dots\dots\Omega,$		$R_o = \dots\dots\Omega,$		$R_o = \dots\dots\Omega,$	
	$S_U = \dots\dots\dots V/V$		$S_U = \dots\dots\dots V/V$		$S_U = \dots\dots\dots V/V$	
	U_o [V]	U_I [V]	U_o [V]	U_I [V]	U_o [V]	U_I [V]
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
11.						
12.						
13.						
14.						
15.						
16.						
17.						
18.						
19.						
20.						
21.						
22.						

Lp.	Charakterystyka $U_o = f(I_o)$					
	$U_I = \dots\dots V$		$U_I = \dots\dots V$		$U_I = \dots\dots V$	
	$r_{WY} = \dots\dots \Omega$		$r_{WY} = \dots\dots \Omega$		$r_{WY} = \dots\dots \Omega$	
	U_o [V]	I_o [mA]	U_o [V]	I_o [mA]	U_o [V]	I_o [mA]
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
11.						
12.						
13.						
14.						
15.						
16.						
17.						
18.						
19.						
20.						
21.						
22.						