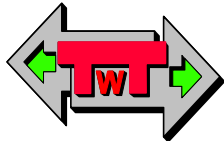
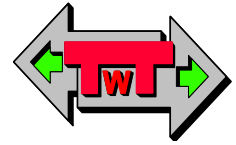


ZESPÓŁ LABORATORIÓW TELEMATYKI TRANSPORTU
ZAKŁAD TELEKOMUNIKACJI W TRANSPORCIE



WYDZIAŁ TRANSPORTU
POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ



LABORATORIUM ELEKTRONIKI

INSTRUKCJA DO ĆWICZENIA NR 10

**UKŁAD REGULACYJNY
STABILIZATORA**

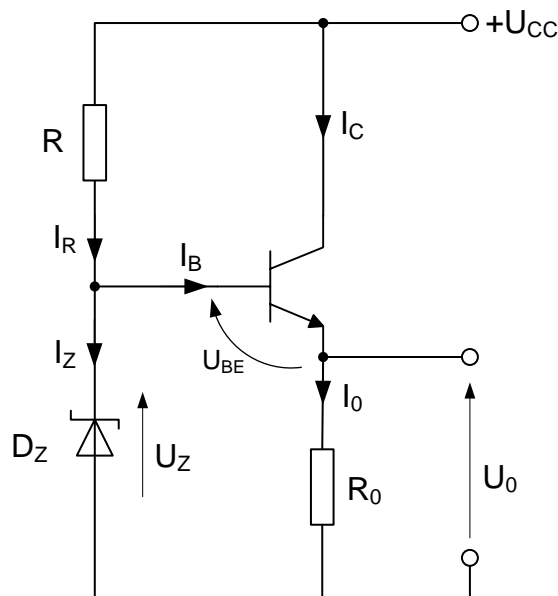
DO UŻYTKU WEWNĘTRZNEGO

WARSZAWA 2021

A. Cel ćwiczenia

- Zrozumienie zasady działania stabilizatora napięcia z układem regulacyjnym

1. Układ stabilizatora napięcia o podwyższonej wartości prądu wyjściowego



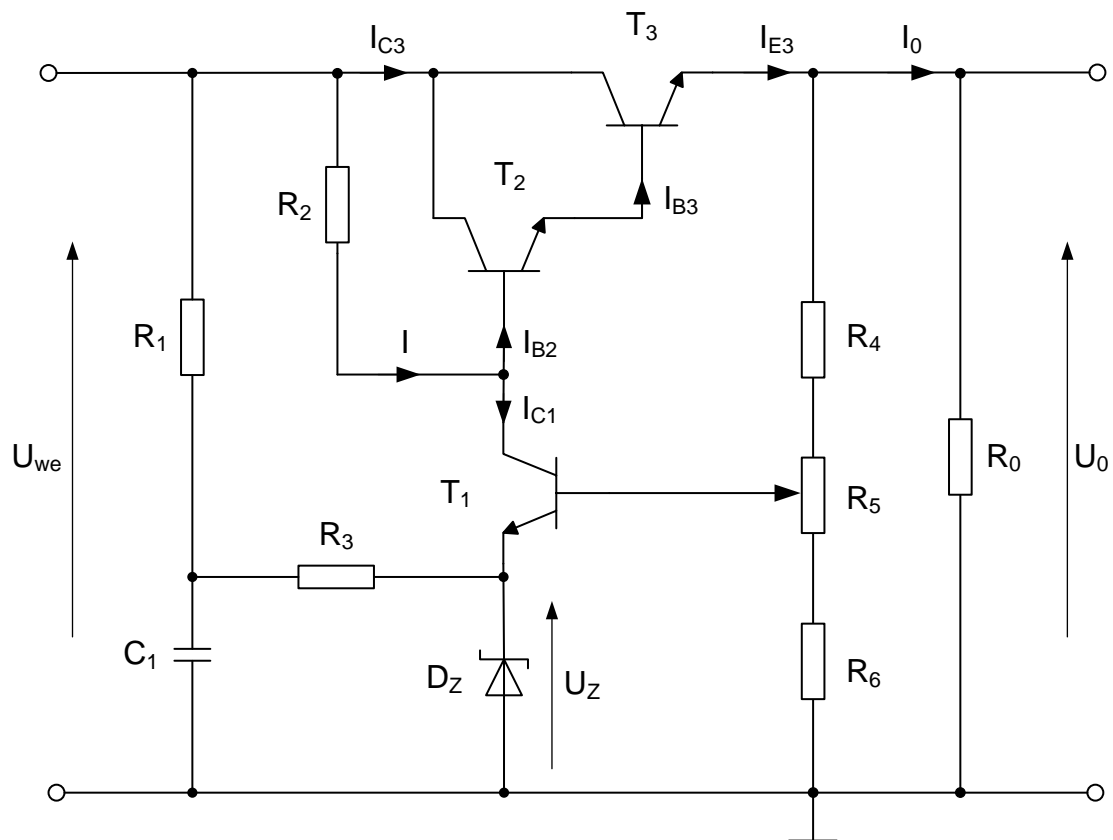
Rys. 1. Układ stabilizatora napięcia o podwyższonej wartości prądu wyjściowego (U_{CC} powinno być wyższe o 2 [V] od U_Z)

Jeżeli wartość rezystancji R_0 jest mniejsza, I_Z będzie mniejsze niż I_{Zmin} , co w efekcie spowoduje wadliwe działanie stabilizatora napięcia. Układ przedstawiony na rysunku 2 może zlikwidować tę wadę.

Ponieważ $U_0 = U_Z - U_{BE}$, to $I_0 \cong I_C$ nie będzie dzielone na I_R i I_0 . Również, ponieważ $I_R = I_B + I_Z$, to bardzo mała wartość I_B będzie bardzo nieznacznie wpływać na I_Z .

Jeżeli wymagane byłoby uzyskanie jeszcze większej wartości prądu, to można to uzyskać poprzez zastąpienie zwykłego tranzystora przez układ wtórnika emiterowego (układ Darlingtona).

2. Zasilacz o regulowanej wartości napięcia stabilizowanego

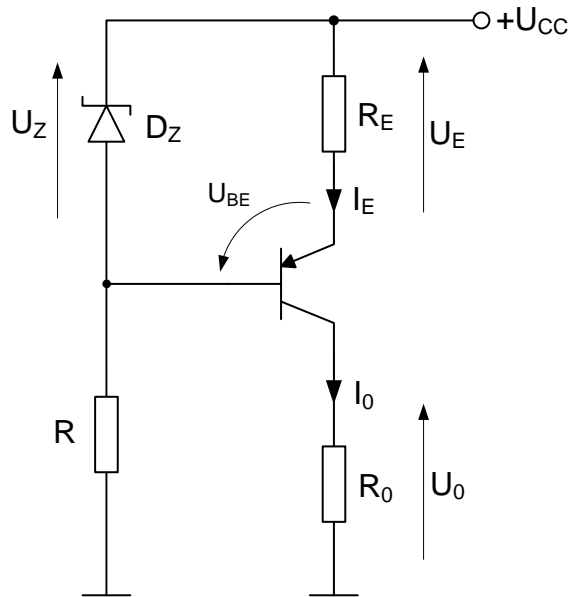


Rys. 2. Zasilacz o regulowanej wartości napięcia stabilizowanego

Zasada działania:

- Jeżeli U_{we} wzrasta to $U_o \uparrow$, $U_{B1} \uparrow$, $I_{B1} \uparrow$, $I_{C1} \uparrow$, $I_{B2} \downarrow$ ($I - I_{C1}$), $I_{E2} \downarrow$ (I_{B3}), $I_{E3} \downarrow$, $I_1 \downarrow$, $U_o \downarrow$ - zatem funkcja stabilizacji napięcia jest spełniona
- Jeżeli R_o maleje to $U_o \downarrow$, $U_{B1} \downarrow$, $I_{B1} \downarrow$, $I_{C1} \downarrow$, $I_{B2} \uparrow$, $I_{E2} \uparrow$, $I_{E3} \uparrow$, $I_1 \uparrow$, $U_o \uparrow$ - zatem funkcja stabilizacji napięcia jest spełniona
- Jeżeli potencjometr R_5 jest ustawiony na większą wartość rezystancji, to U_o zmaleje. Jeżeli U_{R5} jest dostosowana do większych wartości rezystancji to $U_{B1} \uparrow$, $I_{B1} \uparrow$, $I_{C1} \uparrow$, $I_{B2} \downarrow$, $I_{E2} \downarrow$, $I_{B3} \downarrow$, $I_{E3} \downarrow$, $I_1 \downarrow$ i $U_o \downarrow$. Dla odmiary, jeżeli potencjometr R_5 jest ustawiony na mniejszą wartość rezystancji, to $U_o \uparrow$.

3. Uproszczony układ dla prądu stałego



Rys. 3. Uproszczony układ dla prądu stałego

$$U_E = U_Z - U_{BE}$$

U_{BE} jest stałe (0,6 [V])

U_E będzie stałe, zatem $I_E = \frac{U_E}{R_E}$ będzie stałe

$$I_0 \cong I_E$$

4. Wymagania stawiane stabilizatorom napięcia

W tabeli A zestawiono wymagania stawiane stabilizatorom napięcia.

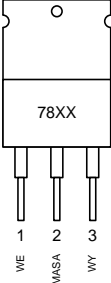
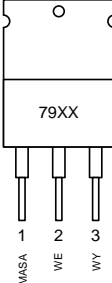
Tabela A

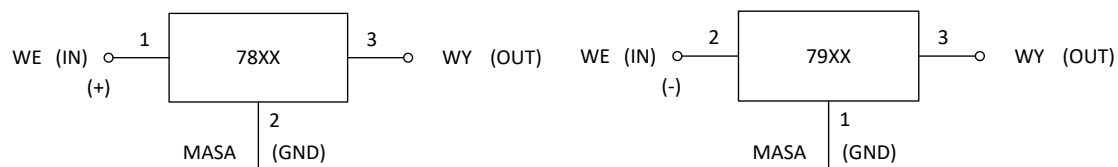
	Wymaganie	
1.	Wahania napięcia zasilania (zmiana napięcia na obciążeniu U_0) odpowiadająca zmianom napięcia na wejściu (U_{we}) $\rightarrow U_0 = f(U_{we})$	możliwe najmniejsze
2.	Wahania obciążenia (zmiana napięcia na obciążeniu U_0) odpowiadająca zmianom prądu na obciążeniu (I_0) $\rightarrow U_0 = f(I_0)$	możliwe najmniejsze
3.	Tętnienia	możliwe najmniejsze
4.	Zabezpieczenie przed przekroczeniem wartości prądu (I_0)	
5.	Dopuszczalny zakres napięcia wyjściowego (U_0)	

5. Krótkie przedstawienie typowych scalonych stabilizatorów napięcia

W tabeli B przedstawiono typowe scalone stabilizatory napięcia.

Tabela B

	Typ	U_o	Typ	U_o	
	7805	+ 5 V	7905	- 5 V	
	7808	+ 8 V	7908	- 8 V	
	7812	+ 12 V	7912	- 12 V	
	7815	+ 15 V	7915	- 15 V	
	7824	+ 24 V	7924	- 24 V	



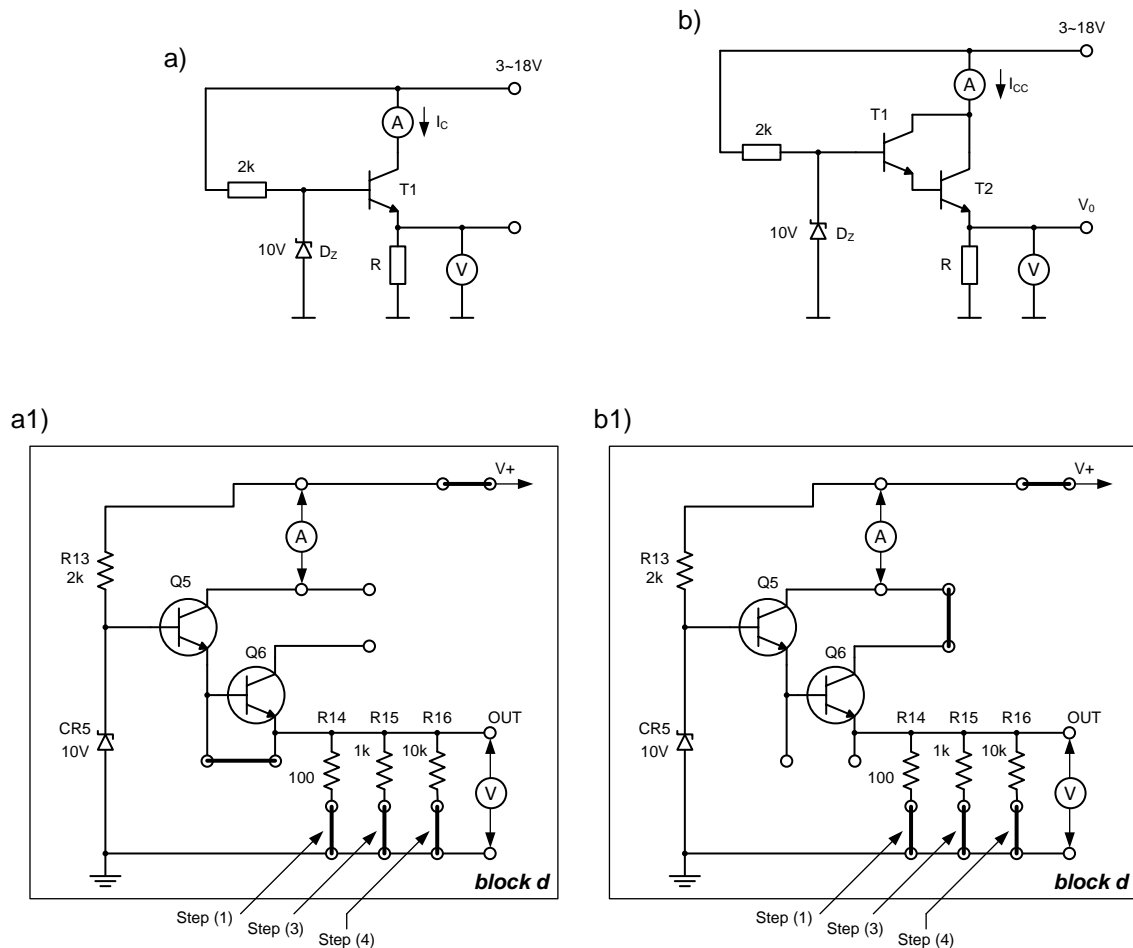
Rys. 4. Typowe scalone stabilizatory napięcia

B. Część eksperymentalna

Przebieg ćwiczenia

Badanie układu regulacyjnego stabilizatora

1. Zestawić układ pomiarowy na module laboratoryjnym zgodnie z rysunkiem 5a i 5a1.



Rys. 5. Schematy pomiarowe układu regulacyjnego stabilizatora

2. Wyznaczyć rodzinę charakterystyk $U_o = f(R)$ przy $U_{we} = \text{const}$.

Wykonać pomiary według tabel 1 ÷ 3.

Tabela 1

R [kΩ]	0,1	1	10
U_o [V]			

dla $U_{we} = 14$ [V]

Tabela 2

R [kΩ]	0,1	1	10
U _o [V]			

dla U_{we} = 16 [V]

Tabela 3

R [kΩ]	0,1	1	10
U _o [V]			

dla U_{we} = 18 [V]

3. Na wspólnym wykresie narysować rodzinę charakterystyk $U_o = f(R)$ przy $U_{we} = \text{const.}$ (wg tabel 1 ÷ 3).

4. Wyznaczyć rodzinę charakterystyk $U_o = f(I_o)$ przy $R = \text{const.}$

Wykonać pomiary według tabel 4 ÷ 6.

Tabela 4

I _o [mA]	20	30	40	50	60	70	80	90
U _o [V]								

dla R = 0,1 [kΩ]

Tabela 5

I _o [mA]	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5
U _o [V]								

dla R = 1 [kΩ]

Tabela 6

I _o [mA]	0,25	0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95
U _o [V]								

dla R = 10 [kΩ]

5. Na wspólnym wykresie narysować rodzinę charakterystyk $U_o = f(I_o)$ przy $R = \text{const.}$ (wg tabel 4 ÷ 6).

6. Wyznaczyć rodzinę charakterystyk $U_o = f(U_{we})$ przy $R = \text{const.}$

Wykonać pomiary według tabel 7 ÷ 9.

Tabela 7

U_{we} [V]	3	5	6	7	8	9	10	11
U_o [V]								

12	14	16	18

dla $R = 0,1$ [k Ω]

Tabela 8

U_{we} [V]	3	5	6	7	8	9	10	11
U_o [V]								

12	14	16	18

dla $R = 1$ [k Ω]

Tabela 9

U_{we} [V]	3	5	6	7	8	9	10	11
U_o [V]								

12	14	16	18

dla $R = 10$ [k Ω]

7. Na wspólnym wykresie narysować rodzinę charakterystyk $U_o = f(U_{we})$ przy $R = \text{const.}$ (wg tabel 7 ÷ 9).

8. W sprawozdaniu określić minimalne wartości U_{we} , przy których napięcie U_o będzie stabilizowane, dla różnych wartości rezystancji R .

Lp.	U_{ostab}	U_{wemin}	
1			$R = 0,1$ [k Ω]
2			$R = 1$ [k Ω]
3			$R = 10$ [k Ω]

9. Zestawić układ pomiarowy na module laboratoryjnym zgodnie z rysunkiem 5b i 5b1.

10. Wyznaczyć rodzinę charakterystyk $U_o = f(R)$ przy $U_{we} = \text{const.}$

Wykonać pomiary według tabel 10 ÷ 12.

Tabela 10

R [k Ω]	0,1	1	10
U_o [V]			

dla $U_{we} = 14$ [V]

Tabela 11

R [kΩ]	0,1	1	10
U _o [V]			

dla U_{we} = 16 [V]

Tabela 12

R [kΩ]	0,1	1	10
U _o [V]			

dla U_{we} = 18 [V]

11. Na wspólnym wykresie narysować rodzinę charakterystyk $U_o = f(R)$ przy $U_{we} = \text{const.}$ (wg tabel 10 ÷ 12).

12. Wyznaczyć rodzinę charakterystyk $U_o = f(I_o)$ przy $R = \text{const.}$

Wykonać pomiary według tabel 13 ÷ 15.

Tabela 13

I _o [mA]	20	30	40	50	60	70	80
U _o [V]							

dla R = 0,1 [kΩ]

Tabela 14

I _o [mA]	2	3	4	5	6	7	8
U _o [V]							

dla R = 1 [kΩ]

Tabela 15

I _o [mA]	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,85
U _o [V]								

dla R = 10 [kΩ]

13. Na wspólnym wykresie narysować rodzinę charakterystyk $U_o = f(I_o)$ przy $R = \text{const.}$ (wg tabel 13 ÷ 15)

14. Wyznaczyć rodzinę charakterystyk $U_o = f(U_{we})$ przy $R = \text{const.}$

Wykonać pomiary według tabel 16 ÷ 18.

Tabela 16

U_{we} [V]	3	5	6	7	8	9	10	11
U_o [V]								

12	14	16	18

dla $R = 0,1$ [k Ω]

Tabela 17

U_{we} [V]	3	5	6	7	8	9	10	11
U_o [V]								

12	14	16	18

dla $R = 1$ [k Ω]

Tabela 18

U_{we} [V]	3	5	6	7	8	9	10	11
U_o [V]								

12	14	16	18

dla $R = 10$ [k Ω]

15. Na wspólnym wykresie narysować rodzinę charakterystyk $U_o = f(U_{we})$ przy $R = \text{const.}$ (wg tabel 16 ÷ 18)

16. W sprawozdaniu określić minimalne wartości U_{we} , przy których napięcie U_o będzie stabilizowane, dla różnych wartości rezystancji R .

Lp.	U_o stab	U_{we} min	
1			$R = 0,1$ [k Ω]
2			$R = 1$ [k Ω]
3			$R = 10$ [k Ω]

C. Podsumowanie i wnioski części eksperymentalnej

1. Na podstawie wykonanych pomiarów $U_o = f(U_{wej})|_{\Delta R=0}$ (p. 6 i 14) wyznaczyć współczynnik stabilizacji napięcia

$$K = \frac{\Delta U_o}{\Delta U_{wej}} \Big|_{\Delta R=0}$$

dla różnych wartości R .

2. Na wspólnych wykresach narysować rodziny charakterystyk dla zależności:

- $U_O = f(R)$ przy $U_{we} = \text{const.}$ (p. 2 i 3 oraz p. 10 i 11),
- $U_O = f(I_o)$ przy $R = \text{const.}$ (p. 4 i 5 oraz p. 12 i 13),
- $U_O = f(U_{we})$ przy $R = \text{const.}$ (p. 6 i 7 oraz p. 14 i 15)

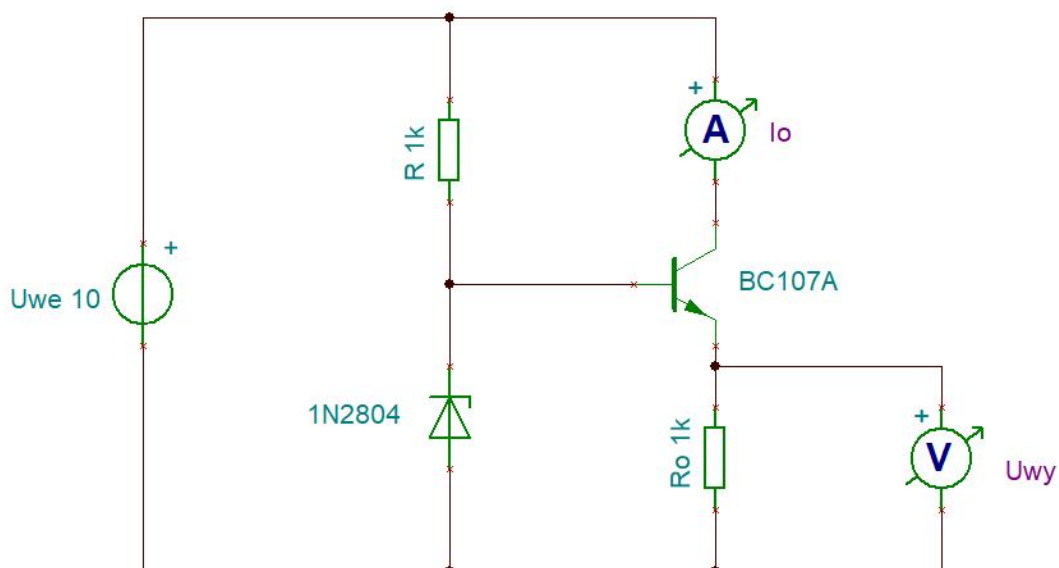
dla badanych układów stabilizatorów.

W sprawozdaniu należy także przedstawić obserwacje wynikające z realizacji punktów 8 i 16 oraz wnioski z wykreślonych rodzin charakterystyk (p. C 2).

D. Symulacyjna komputerowa

- stabilizator napięcia w układzie wtórnika emiterowego

Używając programu komputerowego podanego przez prowadzącego należy wykonać układ przedstawiony na rys. 6.



Rys. 6. Układ do badania stabilizatora napięcia w układzie wtórnika emiterowego

Zdjąć charakterystykę $U_{wy}=f(U_{we})$ przy $R_{obc}=1k\Omega=\text{const.}$ wpisując wyniki do tabeli 19.

Tabela 19

U_{we}	[V]	0	2	4	5	6	7	8	9	10	11
U_{wy}	[V]										

12	13	14	16	18	20

Zdjąć charakterystykę $U_{wy}=f(U_{we})$ przy $R_{obc}=10k\Omega=\text{const.}$ wpisując wyniki do tabeli 20.

Tabela 20

U_{we}	[V]	0	2	4	5	6	7	8	9	10	11
U_{wy}	[V]										

12	13	14	16	18	20

Zdjąć charakterystykę $U_{wy}=f(U_{we})$ przy $R_{obc}=500\Omega=const.$ wpisując wyniki do tabeli 21.

Tabela 21

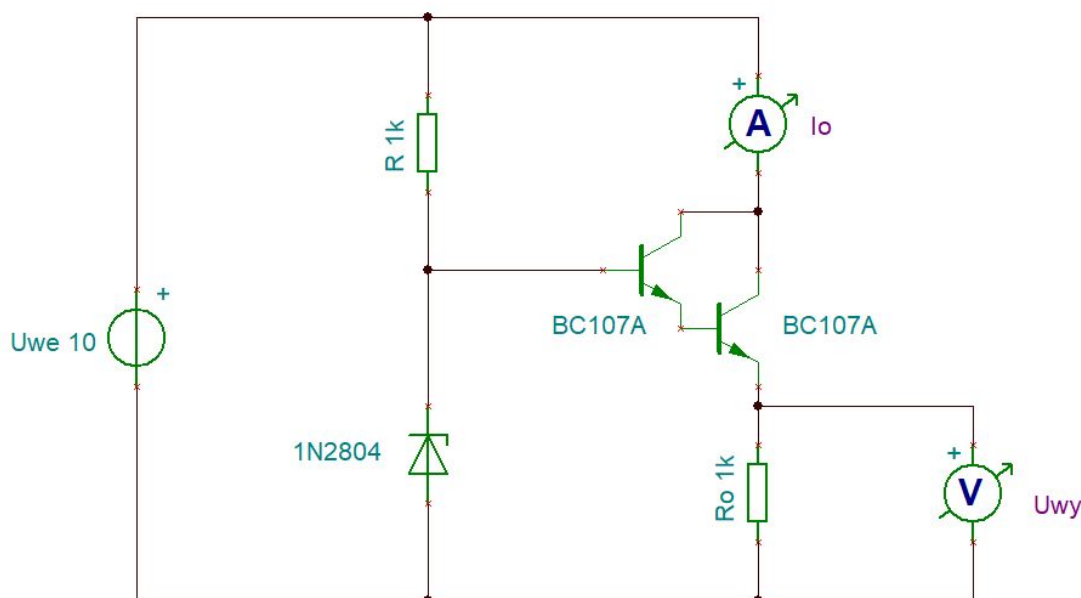
U_{we}	[V]	0	2	4	5	6	7	8	9	10	11
U_{wy}	[V]										

12	13	14	16	18	20

Wyznaczone charakterystyki wykreślić.

- stabilizator napięcia z zastosowaniem tranzystorów w układzie Darlingtona

Używając programu komputerowego podanego przez prowadzącego należy wykonać układ przedstawiony na rys. 7.



Rys. 7. Układ do badania stabilizatora napięcia z zastosowaniem tranzystorów w układzie Darlingtona

Zdjąć charakterystykę $U_{wy}=f(U_{we})$ przy $R_{obc}=1k\Omega=const.$ wpisując wyniki do tabeli 22.

Tabela 22

U_{we}	[V]	0	2	4	5	6	7	8	9	10	11
U_{wy}	[V]										

12	13	14	16	18	20

Zdjąć charakterystykę $U_{wy}=f(U_{we})$ przy $R_{obc}=10k\Omega=const.$ wpisując wyniki do tabeli 23.

Tabela 23

U_{we}	[V]	0	2	4	5	6	7	8	9	10	11
U_{wy}	[V]										

12	13	14	16	18	20

Zdjąć charakterystykę $U_{wy}=f(U_{we})$ przy $R_{obc}=500\Omega=const.$ wpisując wyniki do tabeli 24.

Tabela 24

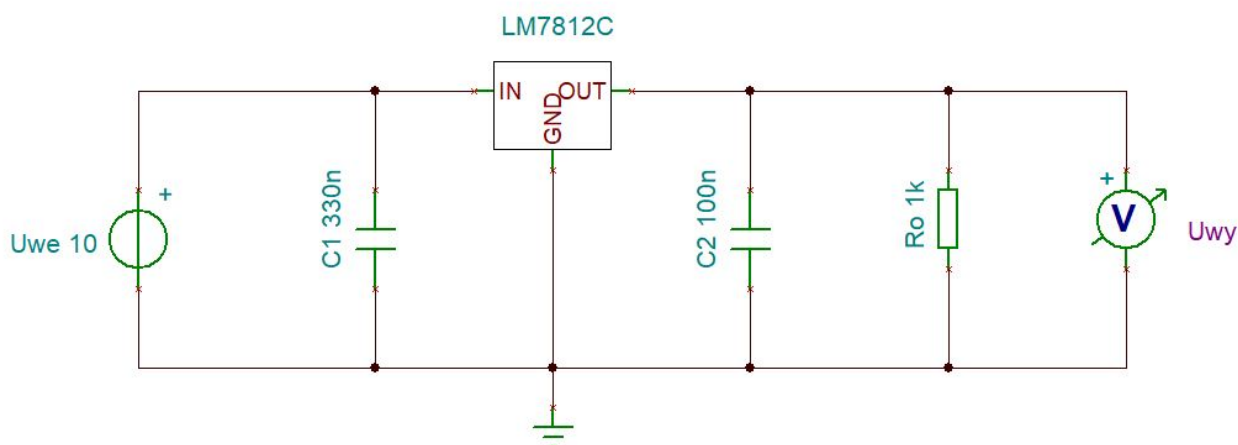
U_{we}	[V]	0	2	4	5	6	7	8	9	10	11
U_{wy}	[V]										

12	13	14	16	18	20

Wyznaczone charakterystyki wykreślić.

- monolityczny stabilizator napięcia

Używając programu komputerowego podanego przez prowadzącego należy wykonać układ przedstawiony na rys. 8.



Rys. 8. Układ do badania monolitycznego stabilizatora napięcia

Zdjąć charakterystykę $U_{wy}=f(U_{we})$ przy $R_{obc}=1k\Omega=const.$ wpisując wyniki do tabeli 25.

Tabela 25

U_{we}	[V]	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
U_{wy}	[V]										

20	22	24	26	28	30

Zdjąć charakterystykę $U_{wy}=f(U_{we})$ przy $R_{obc}=10k\Omega=const.$ wpisując wyniki do tabeli 26.

Tabela 26

U_{we}	[V]	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
U_{wy}	[V]										

20	22	24	26	28	30

Zdjąć charakterystykę $U_{wy}=f(U_{we})$ przy $R_{obc}=500\Omega=const.$ wpisując wyniki do tabeli 27.

Tabela 27

U_{we}	[V]	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
U_{wy}	[V]										

20	22	24	26	28	30

Zdjąć charakterystykę $U_{wy}=f(R_{obc})$ przy $U_{we}=15V=const.$ wpisując wyniki do tabeli 28.

Tabela 28

R_{obc}	[k Ω]	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	1	1,5	2
U_{wy}	[V]									

Zdjąć charakterystykę $U_{wy}=f(R_{obc})$ przy $U_{we}=20V=const.$ wpisując wyniki do tabeli 29.

Tabela 29

R_{obc}	[k Ω]	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	1	1,5	2
U_{wy}	[V]									

Zdjąć charakterystykę $U_{wy}=f(R_{obc})$ przy $U_{we} = 30V = \text{const.}$ wpisując wyniki do tabeli 30.

Tabela 30

R_{obc}	[k Ω]	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	1	1,5	2
U_{wy}	[V]									

Wyznaczone charakterystyki wykreślić.

Analogicznie jak dla monolitycznego stabilizatora napięcia typu 7812 przeprowadź pomiary dla układów: 7805 i 7808.

E. Wyposażenie

Elementy układu:

Stanowisko laboratoryjne KL-21001 szt. 1
 Moduł laboratoryjny KL-23010 szt. 1

Sprzęt pomiarowy:

Cyfrowy miernik uniwersalny szt. 4

Komputer wraz z oprogramowaniem do symulacji elementów i układów elektronicznych analogowych i cyfrowych

F. Zagadnienia do przygotowania

1. Schematy pomiarowe układu regulacyjnego stabilizatora.
2. Zabezpieczenia stabilizatorów przed przeciążeniami.
3. Parametry stabilizatorów.
4. Scalone stabilizatory napięcia i ich właściwości.

G. Literatura

1. Dobrowolski A., Jachna Z., Majda E., Wierzbowski M.: „Elektronika - ależ to bardzo proste!”. Wydawnictwo BTC, 2013.
2. Horowitz P., Hill W.: „Sztuka elektroniki. Tom I i II”. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2013.
3. Kaźmierkowski M., Matysik J.: „Wprowadzenie do elektroniki i energoelektronik”. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2005.
4. Rosiński A., Dudek E., Krzykowska K., Kasprzyk Z., Stawowy M., Szmigiel A.: Podstawy elektroniki. Laboratorium, 2019, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, ISBN 978-83-7814-991-0, 155 s.
5. Rosiński A., Dudek E., Krzykowska K., Kasprzyk Z., Stawowy M., Szmigiel A.: Elektronika. Laboratorium, 2019, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, ISBN 978-83-7814-992-7, 181 s.
6. Tietze U., Schenk C.: „Układy półprzewodnikowe”. Wydawnictwa Naukowo Techniczne, 2009.
7. Wawrzyński W.: „Podstawy współczesnej elektroniki”. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2003.