

Technikum Łączności
im. Obrońców Poczty Polskiej w Gdańsku

Pracownia Konstrukcji i Eksploatacji Urządzeń Elektronicznych

BADANIE STABILIZATORA NAPIĘCIA Z REGULACJĄ CIĄGŁĄ

opracowali:
Henryk Kiersnowski
Marek Przybylski

Budowa i zasada działania szeregowego stabilizatora napięcia.

Każdy zasilacz stabilizowany szeregowy zawiera:

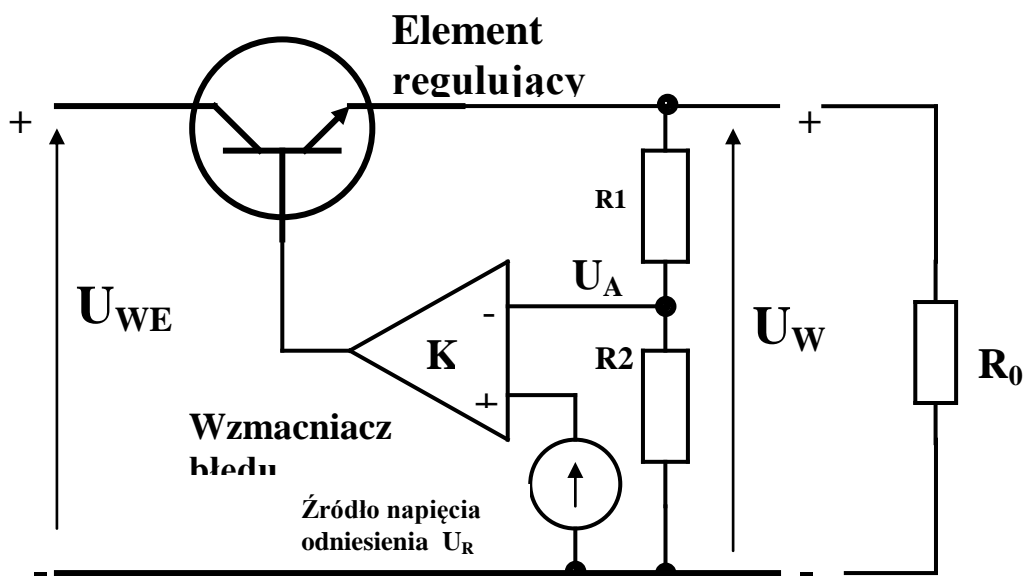
- źródło napięcia wzorcowego (referencyjne, odniesienia);
- wzmacniacz błędny;
- element regulowany – tranzystor szeregowy;

Może występować również:

- obwód ograniczenia prądu;
- ogranicznik termiczny.

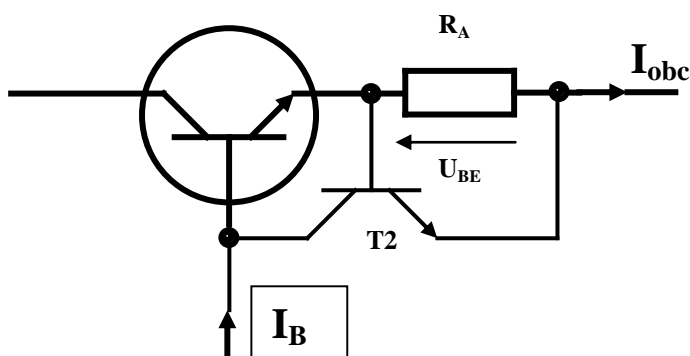
Dzielnik napięcia R1, R2 zapewnia możliwość uzyskania wymaganego napięcia wyjściowego. Jeżeli zamiast rezystora R1 zostanie zastosowany potencjometr, możliwa jest płynna regulacja napięcia wyjściowego.

Jeżeli pod wpływem zmiany napięcia wejściowego U_{WE} (wzrostu lub spadku) lub zmiany prądu obciążenia (wzrostu lub spadku) następuje zmiana napięcia wyjściowego U_{WY} , następuje również zmiana napięcia U_A . Powstała różnica napięć $\pm(U_A - U_R)$ jest wzmacniana przez wzmacniacz K. Z wyjścia wzmacniacza jest sterowany tranzystor regulacyjny tak, że przy spadku napięcia wyjściowego U_{WY} tranzystor zostaje bardziejysterowany, a przy wzroście napięcia wyjściowego U_{WY} tranzystor będzie mniejysterowany zapewniając tym samym niezmiennie napięcie wyjściowe w zakresie stabilizacji.



Rys. 1. Zasada działania szeregowego stabilizatora napięcia.

Jeżeli w prostym stabilizatorze napięcia nastąpi zwarcia na wyjściu, układ ulega uszkodzeniu. Zapobiega się temu przez układ ograniczenia prądu (rys. 2).



Rys. 2. Zasada działania ograniczenia prądu stabilizatora napięcia.

Dopóki prąd obciążenia nie przekracza wartości prądu ograniczenia stabilizatora, zapewniona jest stabilizacja napięcia. Jeżeli jednak iloczyn wartości prądu I_{obc} i wartości rezystora R_A osiągnie wartość około 0,7 V tranzystor T2 zaczyna przewodzić i część prądu I_B staje się prądem kolektora T2, a tym samym uniemożliwia przekroczenia dopuszczalnego prądu zwarcia. Można budować układy o różnych charakterystykach ograniczenia prądu, od prostokątnej do S – owej, gdzie przy zwarcu wartość prądu jest znacznie mniejsza od prądu maksymalnego.

W układach zasilających, które zapewniają regulowane napięcie wyjściowe, praktycznie prawie nie stosuje się już układów zbudowanych z elementów dyskretnych. Zamiast nich do użytku weszły układy scalone, charakteryzujące się wieloma zaletami.

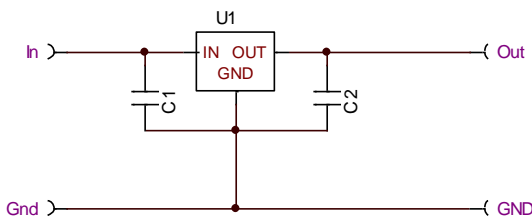
Te obwody scalone zawierają tranzystor mocy i kompleksowy układ elektroniczny do regulacji i nadzoru. Są one włączane do najdłuższej gałęzi układu pomiędzy wejściem a wyjściem i dlatego są określane jako regulatory wzdluzne.

Zalety regulatora jednonapięciowego

- Dobre właściwości regulacyjne
- Wysoka dokładność
- Kompaktowa forma wykonania
- Funkcja nadzoru SOA (Safe Operating Area - Obszar Bezpiecznej Pracy)
- Ograniczenie nadprądowe
- Nadzór termiczny
- Dostępny w wielu wariantach dla różnych wartości napięcia i natężenia

Układ standardowy

W ćwiczeniu zastosowano LM7805 – jego parametry szczegółowe podano w załączonym katalogu.

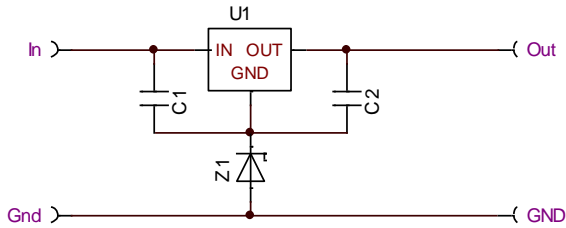


Rys. 3. Standardowy schemat układu 7805.

Regulatory wzdluzne układów scalonych są zbudowane szczególnie prosto i są łatwe w obsłudze. Często mają tylko trzy przyłącza i można je bardzo łatwo wbudować w układ zasilacza. Szczególnie przy małych prądach, do kilku amperów cieszą dużą dowolnością. Wadą podobnie jak przy wszystkich regulatorach wzdluznych jest ich niski współczynnik sprawności, który przy dużych prądach prowadzi do trudnych do usunięcia strat mocy.

Ważne przy wszystkich aplikacjach regulatorów jednonapięciowych są dwa "kondensatory wspornikowe" z dobrymi właściwościami w zakresie wielkich częstotliwości, które tłumią skłonność do oscylacji.

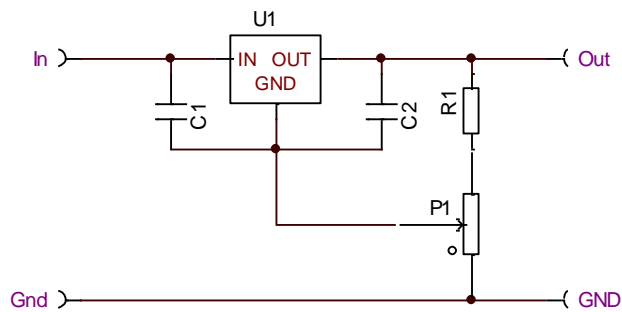
Podwyższanie napięcie z pomocą diod Zenera



Rys. 4. Schemat układu 7805 z podwyższonym napięciem wyjściowym

Regulowane napięcie wyjściowe regulatorów jednonapięciowych można podwyższyć z pomocą układów zewnętrznych. Regulowane napięcie wyjściowe podwyższa się w tej aplikacji o wartość napięcia diody Zenera.

Nastawiane napięcie wyjściowe



Rys. 5. Schemat układu realizującego regulację napięcia wyjściowego.

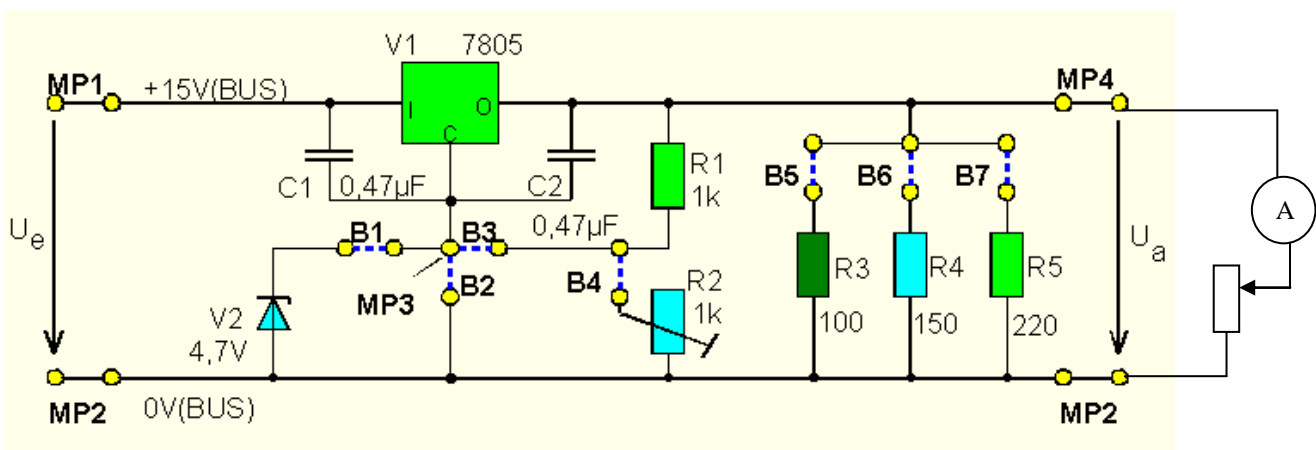
Jeśli jedna z nóżek regulatora jest dołączona nie do masy ale do nastawnego dzielnika napięcia zasilanego napięciem wyjściowym, wówczas można w pewnych granicach nastawiać napięcie wyjściowe.

Imię i nazwisko:	Klasa:	Stanowisko:	Nr w dzienniku:
Skład grupy: 1. 2. 3. 4.			
Temat ćwiczenia: BADANIE STABILIZATORA NAPIĘCIA Z REGULACJĄ CIĄGLĄ			Data wykonania ćwiczenia:
Ocena z przeprowadzonego ćwiczenia:		Podpis nauczyciela:	

1. Wyposażenie stanowiska pomiarowego.

- model stabilizatora napięcia;
- zasilacz laboratoryjny z pomiarem napięcia i prądu;
- zasilacz niestabilizowany do pomiaru pulsacji (w miejsce zasilacza laboratoryjnego);
- multimetr cyfrowy szt. 3;
- obciążenie R_0 – rezystor regulowany;
- oscyloskop.

2. Przebieg ćwiczenia:



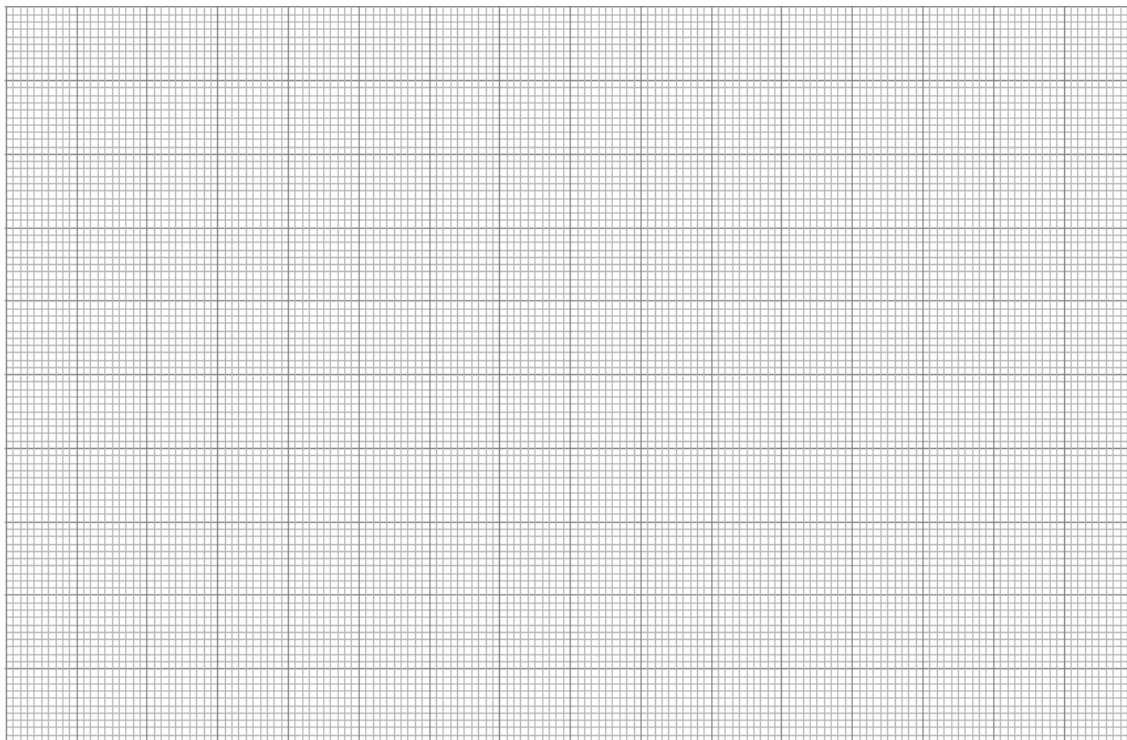
Rys. 6. Schemat połączeń układu do badania charakterystyki przejściowej stabilizatora.

A. Pomiar charakterystyki przejściowej:

- Do zacisków MP1 i MP2 przyłączyć wyjście z zasilacza DC.
- Zewrzeć zworę B2.
- Stabilizator pozostawić nieobciążony.
- Do wejścia stabilizatora podłączyć woltomierz V1, do wyjścia natomiast woltomierz V2.
- Zmieniając napięcie wejściowe U_1 w zakresie od 1V do 25V uzupełnić odczytami poniższą tabelkę:
- Powtórzyć pomiary przy $I_o=0,5$ A (ustawić tę wartość przy $U_{we}=5V$); ponownie uzupełnić tabelkę.

U1 [V]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	22	24	25	I_o [A]
U2 [V]																			0
																			0,5

Narysować obie charakterystyki przejściowe $U_2=f(U_1)$ – zarówno dla stanu jałowego (A) jak i dla obciążenia równego 0,5 A (B). Na wykresach wyznaczyć minimalne napięcie wejściowe, przy którym stabilizator pracuje normalnie (wyznaczyć zakres napięcia stabilizacji). Obliczyć współczynnik stabilizacji napięciowej.



Zakres stabilizacji :

A –

B –

Współczynnik stabilizacji od zmian napięcia wejściowego:

$$S_U = \frac{\Delta U_0}{\Delta U_1}$$

A –

B –

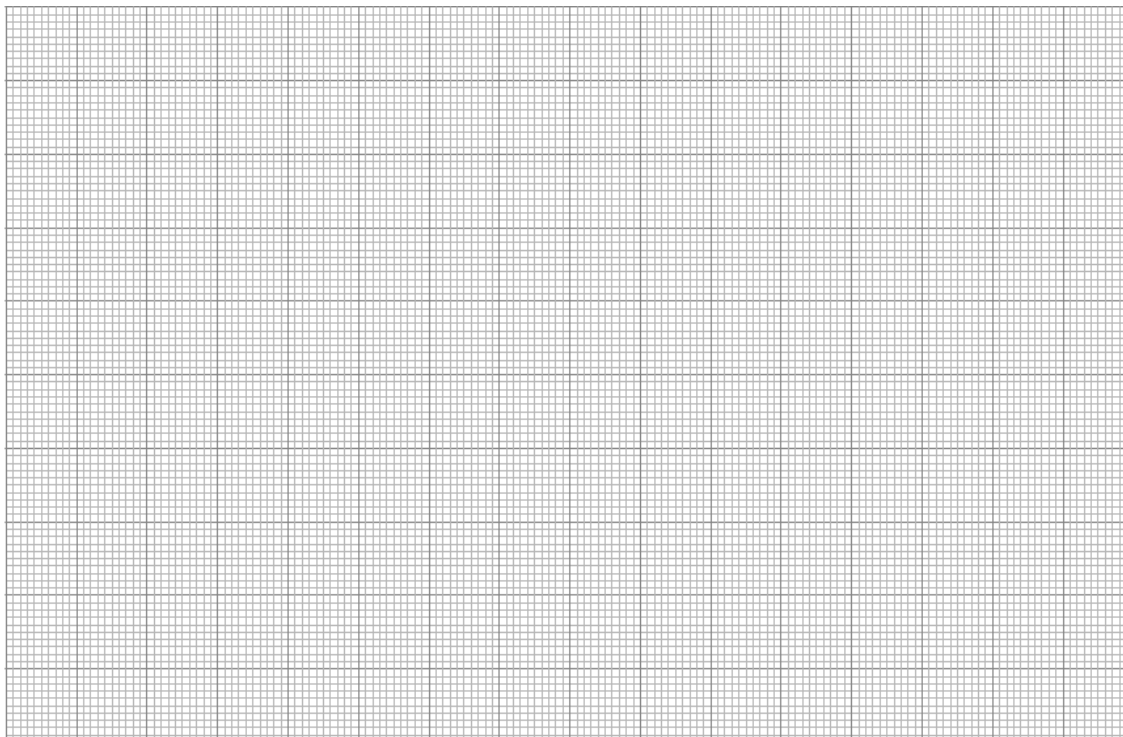
B. Pomiar charakterystyki obciążeniowej w układzie podstawowym:

- Utrzymując wartość napięcia $U_1 = U_{wemin} + 2V$; dokonać pomiarów U_2 oraz natężenia prądu obciążenia I_o mierzonego przy pomocy amperomierza. Uzupełnić poniższą tabelkę. Pomiar prowadzić do momentu aż zwarcia. (ZWRÓCIĆ UWAGĘ NA OBCIĄŻALNOŚĆ REZYSTORA!)
- Powtórzyć pomiary przy U_1 bliskim U_{wemax} .

U1=U _{wemin} +2V		U1=ok. U _{wemax} =.....V	
U2 [V]	I _o [mA]	U2 [V]	I _o [mA]

Narysować charakterystykę obciążenia $U_2=f(I_o)$ dla obu napięć wejściowych. Wyznaczyć współczynnik stabilizacji obciążeniowej, rezystancję wyjściową.

Współczynnik stabilizacji napięciowej od zmian prądu obciążenia, od 0 do I_{max} :



$$S_{UI} = \frac{U_{WYmax} - U_{WYmin}}{U_{WYmax}} \cdot 100$$

Rezystancja wyjściowa

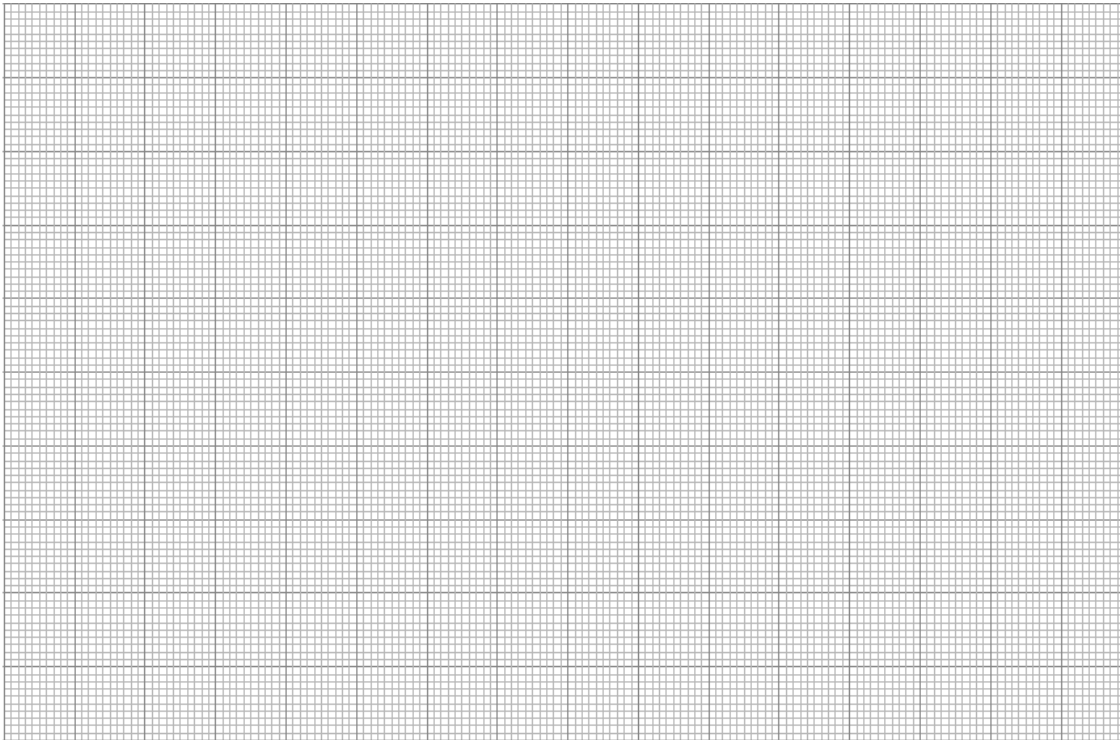
$$R_{WY} = \frac{\Delta U_{WY}}{\Delta I_{WY}}$$

C. Pomiar charakterystyki obciążeniowej w układzie z podwyższonym napięciem wyjściowym (DZ):

- Wyjąć zworkę **B2**, natomiast zewrzeć **B1**.
- Wkonać pomiary przy U_1 bliskim U_{wemax} . Wyniki zapisać w tabelce poniżej. **(ZWRÓCIĆ UWAGĘ NA OBCIĄŻALNOŚĆ REZYSTORA!)**

$U_1=ok. U_{wemax}=.....V$	
$U_2 [V]$	$I_o [mA]$

Narysować charakterystykę obciążenia dla powyższych wyników. Wyznaczyć współczynnik stabilizacji obciążeniowej, rezystancję wyjściową.



Współczynnik stabilizacji napięciowej od zmian prądu obciążenia, od 0 do

I_{max} :

$$S_{UI} = \frac{U_{WYmax} - U_{WYmin}}{U_{WYmax}} \cdot 100$$

Rezystancja wyjściowa

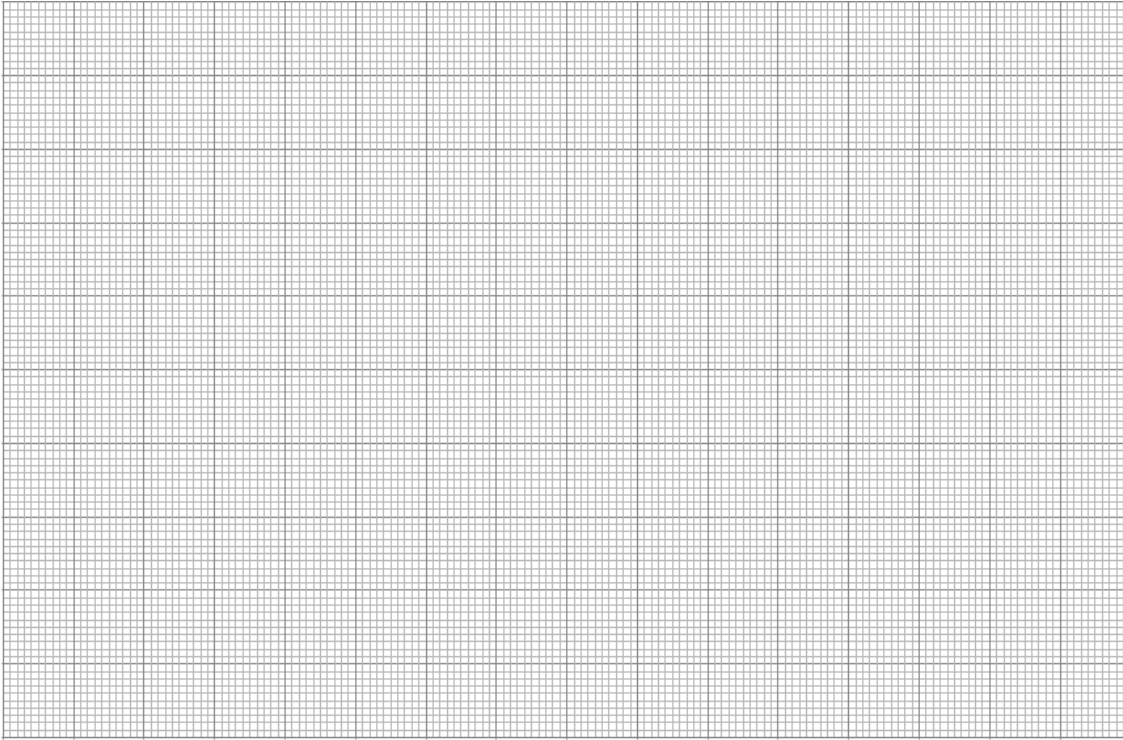
$$R_{WY} = \frac{\Delta U_{WY}}{\Delta I_{WY}}$$

D. Pomiar charakterystyki obciążeniowej w układzie z regulowanym napięciem wyjściowym:

- Wyjąć zworkę **B1**, natomiast zewrzeć zworki **B3** i **B4**.
- Nastawić U1 bliskie U_{wemax}.
- Sprawdzić zakres nastawiania U2 (regulując R2). Wynik zapisać.
- Nastawić U2=8V, a następnie wykonać pomiary charakterystyki obciążenia w tym układzie. Wyniki zapisać w tabeli poniżej. **(ZWRÓCIĆ UWAGĘ NA OBCIĄŻALNOŚĆ REZYSTORA!)**

U1=ok. U _{wemax} =.....V	
U2 [V]	I _o [mA]

Narysować charakterystykę obciążenia dla powyższych wyników. Wyznaczyć współczynnik stabilizacji obciążeniowej, rezystancję wyjściową.



Współczynnik stabilizacji napięciowej od zmian prądu obciążenia, od 0 do

I_{max} :

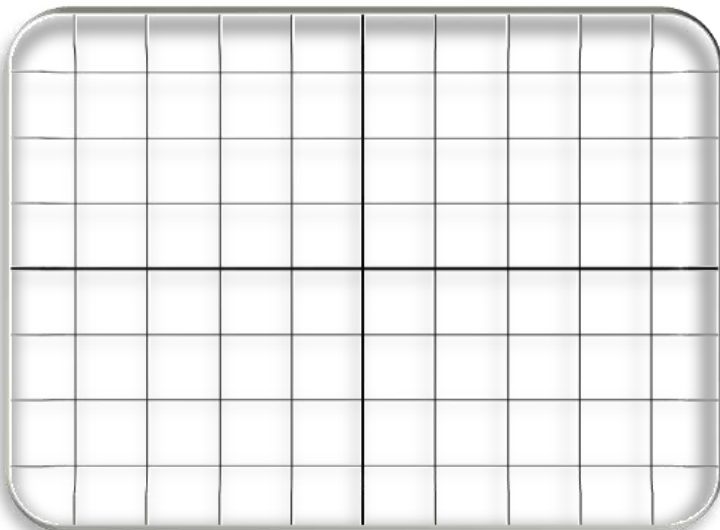
$$S_{UI} = \frac{U_{WYmax} - U_{WYmin}}{U_{WYmax}} \cdot 100$$

Rezystancja wyjściowa

$$R_{WY} = \frac{\Delta U_{WY}}{\Delta I_{WY}}$$

E. Wyznaczenie współczynnika skuteczności tłumienia tętnień:

- Przywrócić układ z pkt. A.
- Do zacisków MP1 i MP2 zamiast zasilacza DC podłączyć zasilacz niestabilizowany.
- Podłączyć oscyloskop do kanału 1 U_i , do kanału 2 U_o .
- Przerysuj oscylogram napięcia wejściowego U_i oraz wyjściowego U_o . Zanotuj ustawienia oscyloskopu.
- Na podstawie pomiarów odpowiednich napięć obliczyć współczynnik skuteczności tłumienia tętnień.



Współczynnik skuteczności tłumienia tętnień $k_U = \frac{U_{0pp}}{U_{Ipp}} \cdot 100$ gdzie U_{0pp} – to wartość międzyszczytowa pulsacji na wyjściu, a U_{Ipp} – na wejściu stabilizatora.

Wyciąg z katalogu:

ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF L7805A ($V_I=10V$, $I_O=1A$, $T_J = 0$ to $150^\circ C$ (L7805AC), $T_J = -40$ to $125^\circ C$ (L7805AB), unless otherwise specified.)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ C$	4.9	5	5.1	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5mA$ to $1A$ $P_O \leq 15W$ $V_I = 7.5$ to $20V$	4.8	5	5.2	V
ΔV_O (*)	Line Regulation	$V_I = 7.5$ to $25V$ $I_O = 500$ mA		7	50	mV
		$V_I = 8$ to $12V$		10	50	mV
		$V_I = 8$ to $12V$ $T_J = 25^\circ C$		2	25	mV
		$V_I = 7.3$ to $20V$ $T_J = 25^\circ C$		7	50	mV
ΔV_O (*)	Load Regulation	$I_O = 5mA$ to $1A$		25	100	mV
		$I_O = 5mA$ to $1.5A$ $T_J = 25^\circ C$		30	100	V
		$I_O = 250$ to $750mA$		8	50	V
I_q	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ C$		4.3	6	mA
					6	mA
ΔI_q	Quiescent Current Change	$V_I = 8$ to $25V$ $I_O = 500$ mA			0.8	mA
		$V_I = 7.5$ to $20V$ $T_J = 25^\circ C$			0.8	mA
		$I_O = 5mA$ to $1A$			0.5	mA
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 8$ to $18V$ $f = 120Hz$ $I_O = 500mA$		68		dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1A$ $T_J = 25^\circ C$		2		V
eN	Output Noise Voltage	$T_A = 25^\circ C$ $B = 10Hz$ to $100KHz$		10		$\mu V/V_O$
R_O	Output Resistance	$f = 1KHz$		17		$m\Omega$
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35V$ $T_A = 25^\circ C$		0.2		A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ C$		2.2		A
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift			-1.1		$mv/^\circ C$

(*) Load and Line Regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.