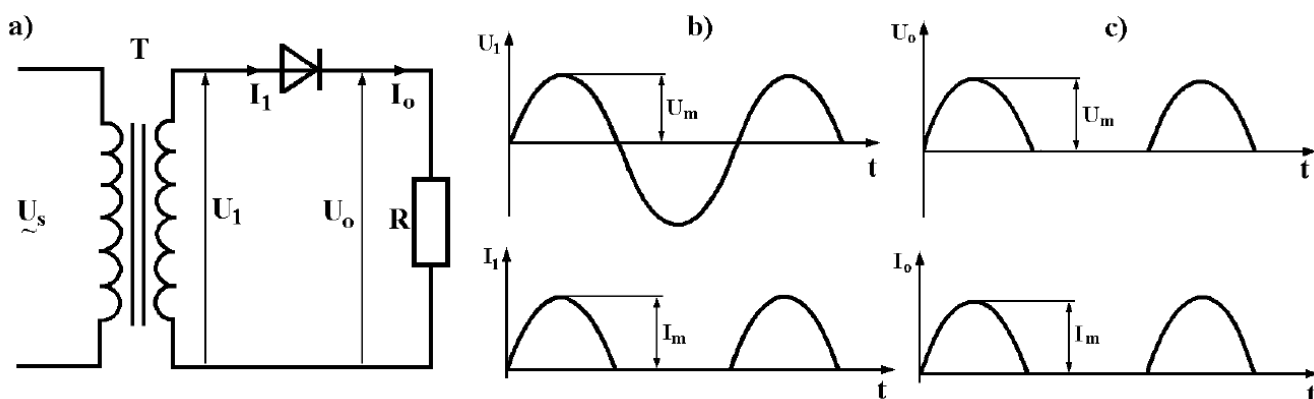


### Ćw. 3. Badanie prostowników niesterowanych

#### Wprowadzenie

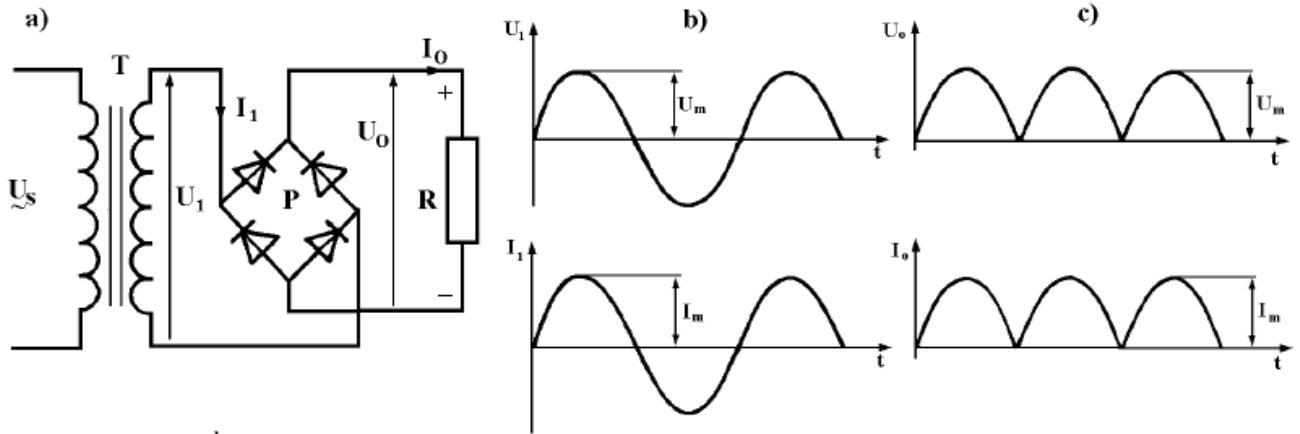
Prostownikiem nazywamy element lub zestaw elementów elektronicznych służący do zamiany napięcia (prądu) przemiennego na napięcie (prąd) jednego znaku. Do prostowania przebiegów napięć lub prądów służą diody. Po dalszym odfiltrowaniu i stabilizacji napięcie to może być zmienione na napięcie stałe. Najprostszym elementem służącym do filtrowania napięcia jest kondensator włączony równolegle lub cewka włączona szeregowo z elementem obciążenia. Typowe układy prostownikowe przedstawione są poniżej gdzie rezystor  $R$  jest elementem obciążenia (odbiornikiem).

#### Prostownik jednopółwkowy



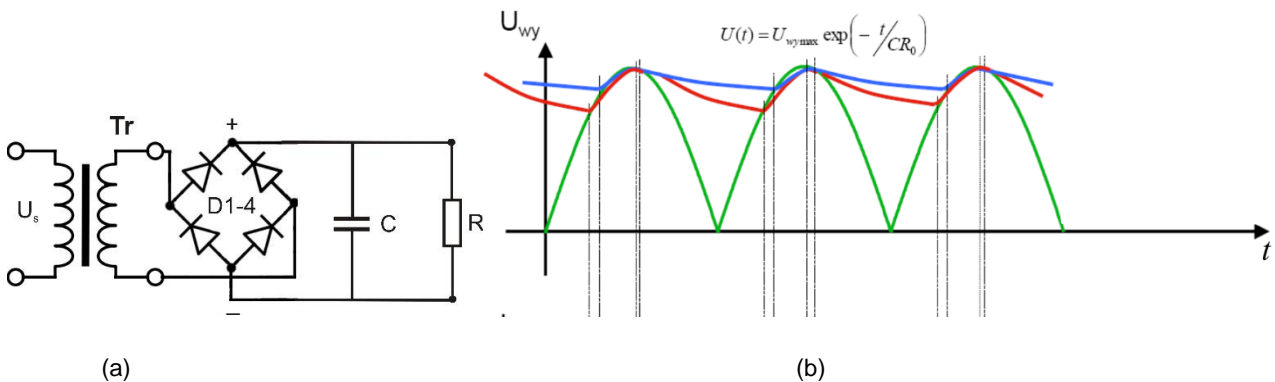
Rys. 1. Prostowanie jednopółwkowe: a) schemat elektryczny prostownika, b) przebiegi czasowe napięcia i prądu przed prostownikiem, c) przebiegi czasowe napięcia i prądu za prostownikiem

## Przestownik dwupółkowy



Rys. 2. Przestownik dwupółkowy mostkowy (Gretza): a) schemat elektryczny przestownika, b) przebiegi czasowe napięcia i prądu przed przestownikiem, c) przebiegi czasowe napięcia i prądu za przestownikiem.

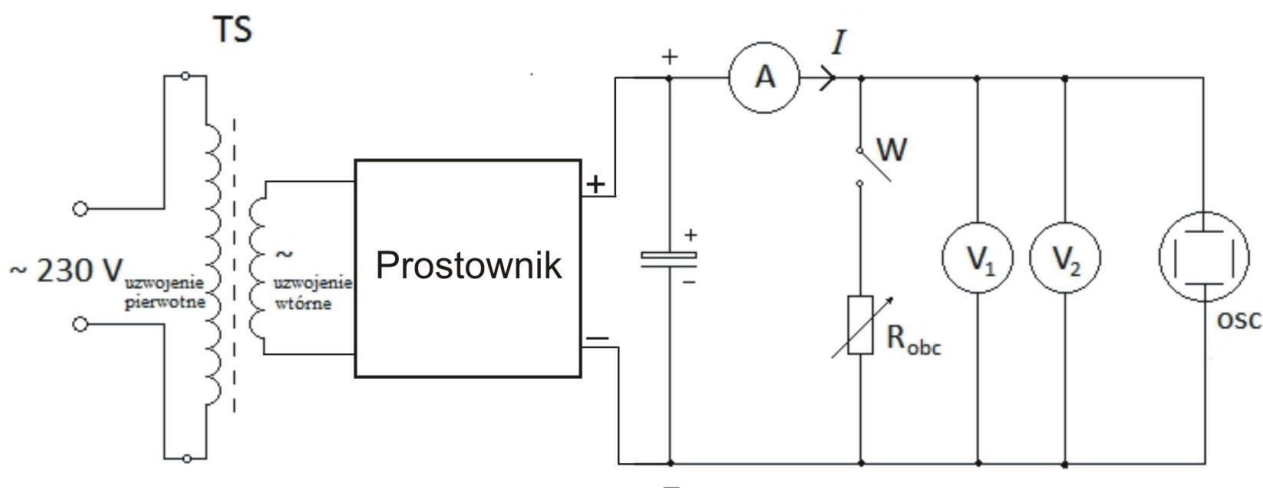
Jak wspomniano wcześniej w celu wygładzenia napięcia jednokierunkowego można zastosować kondensator  $C$  podłączony równolegle do wyjścia układu przestownika, a zarazem do rezystora  $R$  obciążenia. Przebiegi wygładzonego napięcia w funkcji czasu  $t$  przedstawiane są na czerwono i niebiesko na Rys. 3. Przebieg niebieski odpowiada większej wartości pojemności  $C$  kondensatora.



Rys. 3. Przestownik dwupółkowy z kondensatorem filtrującym  $C$ . (a) schemat elektryczny przestownika, (b) przebiegi czasowe napięcia za przestownikiem.

## Metoda pomiaru

Układ przestowniczy (rys. 1) złożony z przestownika i rezystora  $R_{obc}$  jest zasilany z sieci za pośrednictwem transformatora sieciowego  $TS$  obniżającego napięcie. Wartość skuteczną natężenia prądu  $I$  płynącego przez obciążenie  $R_{obc}$  mierzy się amperomierzem  $A$ , napięcie na obciążeniu mierzą dwa woltomierze:  $V_1$  – wartość skuteczną i  $V_2$  – wartość średnią.



Rys. 1. Schemat ideowy układu do badania prostownika

Skuteczność działania filtra jest scharakteryzowana współczynnikiem tętnień  $k_T$ , który wyraża się zależnością:

$$k_T = \frac{U_T}{U_2}$$

gdzie:  $U_T$  – napięcie tętnień,  $U_2$  – wartość średnia napięcia na odbiorniku.

Napięcie tętnień  $U_T$  wyrażone jest równaniem:

$$U_T = \sqrt{U_1^2 - U_2^2}$$

gdzie:  $U_1$  – wartość skuteczna napięcia na odbiorniku,  $U_2$  – wartość średnia napięcia na odbiorniku.

Współczynnikiem tętnień obliczamy ostateczne z wzoru

$$k_T = \frac{\sqrt{U_1^2 - U_2^2}}{U_2} \quad (1)$$

## Wykonanie zadania

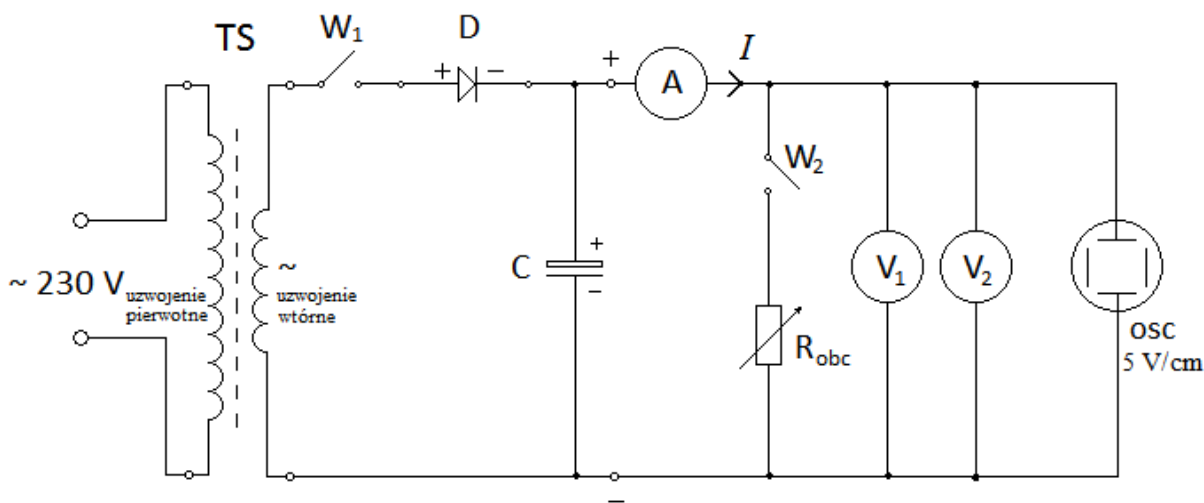
### Zad. 1. Prostownik jednopółkowy

Rolę prostownika jednopółkowego w układzie pełni doda D.

1. Połączyć układ pomiarowy wg schematu z rys. 1.
2. Do pomiarów wykorzystać kondensatory elektrolityczne o różnych pojemnościach (np. 1000  $\mu\text{F}$ , 470  $\mu\text{F}$ ). **Uwaga** na biegunowość kondensatora elektrolitycznego (plus kondensatora łączymy do plusa prostownika, a minus do minusa).
3. Woltomierz napięcia skutecznego  $V_1$  (UT-803): **a)** ustawić pokrętkę wyboru pracy na V (woltomierz), **b)** po włączeniu miernika wcisnąć przycisk SELECT, wyświetli się wówczas komunikat AC True RMS, **c)** włącznik AC+DC – wcisnięty, wyświetla się komunikat +DC. **Uwaga** – aby wyłączyć funkcję samoczynnego wyłączania się miernika UT-803 po 10

minutach pracy, należy podczas załączania go wcisnąć i przytrzymać równocześnie przyciski: MAX MIN i RANGE (wówczas symbol  $\odot$  na wyświetlaczu zniknie).

4. Woltomierzu napięcia średniego  $V_2$  – zakres ustawić 100 V.
5. Pomiary wykonujemy dla 5 różnych wartości prądu obciążenia  $I$  (np. 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6 A) odczytywanego z amperomierza  $A$ , nastawiając jego wartość opornicą suwakową  $R_{obc}$ . Odczytując wartości napięć skutecznego na woltomierzu  $V_1$  i średniego na woltomierzu  $V_2$ .
6. Równocześnie dokonywać obserwacji przebiegu wyprostowanego przy pomocy oscyloskopu. Obserwowane przebiegi należy przerysować.
7. Wyniki pomiarów i obliczeń zapisać w tabeli 1.



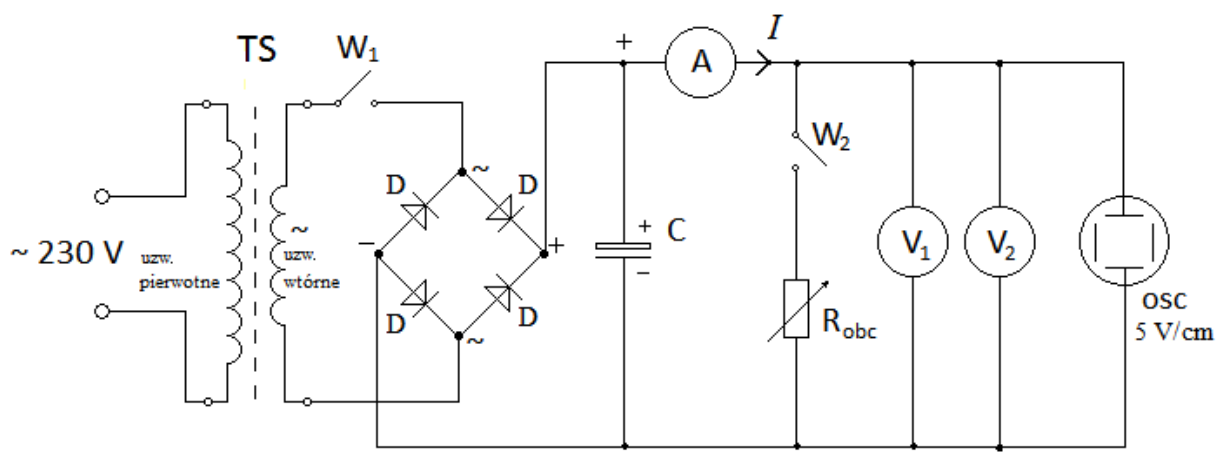
Rys. 1. Schemat układu do badania prostownika jednopołówkowego. **TS** – transformator sieciowy, **D** – dioda prostownicza, **C** – kondensator elektrolityczny, **A** – amperomierz elektromagnetyczny LE-3, zakres 0,6 [A], **V<sub>1</sub>** – woltomierz nap. skutecznego UT-803 (Autorange AC+DC TrueRMS), **V<sub>2</sub>** – woltomierz V540 nap. średniego (zak. 100 V), **R<sub>obc</sub>** – opornica suwakowa 5÷100 Ω, **OSC** – oscyloskop (5 V/cm).

\Tabela 1

Prostownik jednopołówkowy			C = ..... [μF]		
l.p.	I [A]	U <sub>1</sub> [V] - wart. skuteczna	U <sub>2</sub> [V] – wart. średnia	U <sub>T</sub> [V]	k <sub>T</sub>
1					
2					
3					
4					
5					

## 16.2 Prostownik dwupołówkowy

Rolę prostownika jednopołówkowego w układzie pełni dioda (mostek) **Graetza** D złożony z 4 diod połączonych



Rys. 2. Schemat układu do badania prostownika dwupołówkowego. **TS** – transformator sieciowy, **D** – diody prostownicze w układzie **Graetza**, **C** – kondensator elektrolityczny, **A** – amperomierz elektromagnetyczny LE-3, zakres 0,6 [A], **V<sub>1</sub>** – woltomierz nap. skuteczny UT-803 (Autorange AC+DC TrueRMS), **V<sub>2</sub>** – woltomierz V540 nap. średniego (zakres 100 V), **R<sub>obc</sub>** – opornica suwakowa 5÷100 Ω, **OSC** – oscyloskop (5 V/cm).

Układ prostowniczy (rys. 2) podłączony do rezystora  $R_{obc}$  jest zasilany z sieci za pośrednictwem transformatora sieciowego **TS** obniżającego napięcie. Wartość skuteczną natężenia prądu  $I$  płynącego przez obciążenie  $R_{obc}$  mierzy się amperomierzem **A**, napięcie na obciążeniu mierzą dwa woltomierze:  $V_1$  – wartość skuteczną i  $V_2$  – wartość średnią.

1. Połączyć układ pomiarowy wg schematu z rys. 2.
2. Do pomiarów wykorzystać kondensatory elektrolityczne o różnych pojemnościach (np. 1000  $\mu\text{F}$ , 470  $\mu\text{F}$ ). **Uwaga na biegunowość kondensatora elektrolitycznego** (plus kondensatora łączymy do plusa prostownika, a minus do minusa).
3. Przygotowanie miernika UT-803: **a)** ustawić pokrętkę wyboru pracy na V (woltomierz), **b)** po włączeniu miernika wcisnąć przycisk SELECT, wyświetli się wówczas komunikat AC True RMS, **c)** włącznik AC+DC – wciśnięty, wyświetla się komunikat +DC. **Uwaga** – aby wyłączyć funkcję samoczynnego wyłączania się miernika UT-803 po 10 minutach pracy, należy podczas załączania go wcisnąć i przytrzymać równocześnie przyciski: MAX MIN i RANGE (wówczas symbol  $\odot$  na wyświetlaczu zniknie).
4. Pomiar wykonujemy dla 5 różnych wartości prądu obciążenia  $I$  (np. 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6 A) nastawiając jego wartość opornicą suwakową  $R_{obc}$ .
5. Równocześnie dokonywać obserwacji przebiegu wyprostowanego przy pomocy oscyloskopu. Obserwowane przebiegi należy przerysować.
6. Wyniki pomiarów i obliczeń zapisać w tabeli 2.

Tabela 2.

Prostownik dwupołówkowy		C = ..... [ $\mu\text{F}$ ]			
l.p.	$I$ [A]	$U_1$ [V] - wart. skuteczna	$U_2$ [V] – wart. średnia	$U_T$ [V]	$k_T$
1					

2					
3					
4					
5					

### Opracowanie wyników:

Dla obu rodzajów prostowników należy:

1. Narysować charakterystyki: obciążeniową  $U_0 = f(I)$  oraz  $k_T = f(I)$ .
2. Omówić wpływ rodzaju prostownika, wielkości pojemności kondensatora filtrującego i stopnia obciążenia prostownika na wartość współczynnika tętnień  $k_T$ .
3. Przeprowadzić obserwację na ekranie oscyloskopu przebiegów napięć dla stanu jałowego (rozwarty włącznik  $W_2$ ) i obciążenia. W sprawozdaniu zamieścić szkic obserwowanych przebiegów oraz przeprowadzić dyskusję na temat ich kształtów.
4. Z wzoru (1) obliczyć wartość współczynnika tętnień odpowiednio dla wszystkich wykonanych pomiarów.
5. W celu oszacowania dokładności uzyskanego wyniku, obliczamy niepewność maksymalną metodą różniczkową (z wzoru 1) pamiętając, że  $k_T = f(U_1, U_2)$ . Niepewność napięć  $\Delta U$  wynika z niepewności użytych woltomierzy.

### Zagadnienia do kolokwium:

1. Budowa i działanie diody półprzewodnikowej
2. Budowa i działanie prostownika jednopółwkowego
3. Budowa i działanie prostownika dwupółwkowego
4. Filtrowanie napięcia i prądu
5. Współczynnik tętnień

### Literatura:

W. Pietrzyk (red), *Laboratorium z elektrotechniki*, Wydawnictwa Uczelniane PL, 2003

Opiekun ćwiczenia:                      *dr Jarosław Borc*