

# Ćwiczenie 1

## Pomiary napięć i prądów zmiennych

### Instrukcja do ćwiczenia

opracował:

Wojciech Słowik

03.2015

ver. 04.2019 (LS, WS, LB, K)

## 1. Cel ćwiczenia

Zapoznanie się z układami pomiarowymi napięć oraz prądów zmiennych na przykładzie układu prostownika jednopółkowego oraz stabilizatora impulsowego. Poznanie trybów wyzwalania oscyloskopu (w tym pomiar sygnałów synchronicznych z siecią elektroenergetyczną).

## 2. Wymagane wiadomości teoretyczne

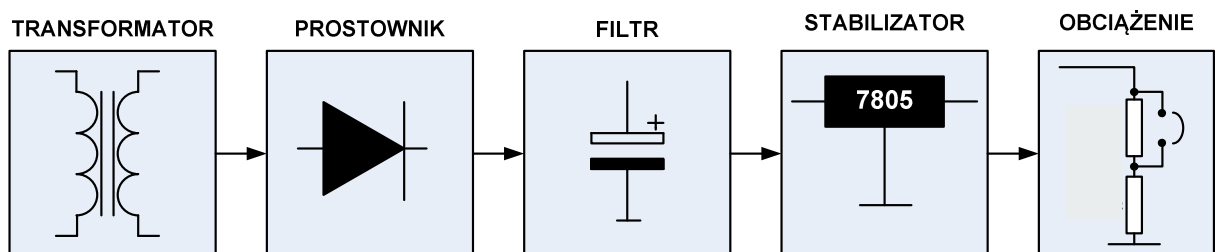
- podstawowy układ oraz zasada działania prostownika jedno- oraz dwupółkowego; (można posłużyć się materiałem z wykładu „Sygnały i ich parametry”, dotyczącym pomiaru wartości skutecznej)
- zasada działania i budowa oscyloskopu cyfrowego w zakresie przedstawionym na wykładzie, wykorzystanie oscyloskopu do pomiarów napięć i prądów zmiennych, tryby wyzwalania oscyloskopu, pomiar różnicy napięć za pomocą oscyloskopu; (wykład „Oscyloskop i pomiary oscyloskopowe”)
- sonda oscyloskopowa, kompensacja sondy; (wykład j.w.)
- pomiar wartości skutecznej multimetrem, rozróżnienie pomiędzy wartością skuteczną AC oraz AC+DC, parametry przebiegów zmiennych (wartości średnia, skuteczna, współczynnik tętnień).

Pytanie dla dociekliwych: czy prostowanie zmienia częstotliwość przebiegu?

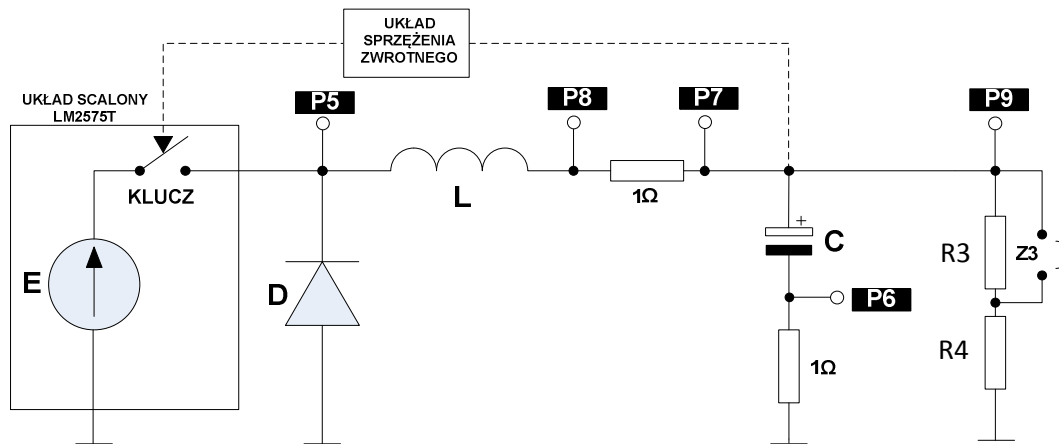
## 3. Wyposażenie stanowiska

Płytki PCB z układami pomiarowymi, transformator wtyczkowy (źródło napięcia przemiennego), oscyloskop cyfrowy wraz z dwiema sondami, generator funkcyjny Rigol DG1022, multimetr laboratoryjny Agilent U3401A, przewody BNC

## 4. Schematy blokowe



Rys. 1 Schemat blokowy układu z prostownikiem jednopółkowym



Rys. 2 Schemat blokowo-ideowy układu ze stabilizatorem impulsowym

## 5. Przygotowanie do ćwiczenia

1. Narysować schemat prostownika jednopółkowego wraz z filtrem tętnień oraz scalonym 3-końcówkowym stabilizatorem napięcia. W układzie zaznaczyć punkty pomiarowe wraz z dołączonymi przyrządami pomiarowymi w celu obserwacji oraz pomiaru:

- napięcia za diodą prostowniczą (na filtry tętnień),
- prądu ładowania i rozładowania kondensatora filtrującego,
- prądu obciążenia.

W każdym z wyżej wymienionych punktów naszkicuj spodziewany kształt obserwowanego przebiegu. Do dyspozycji mamy oscyloskop dwukanałowy oraz dwie sondy oscyloskopowe. Posłużyć się schematem przedstawionym na Rys. 3.

2. Rysunek 2 przedstawia uproszczony schemat ideowy impulsowej przetwornicy obniżającej napięcie (Step-Down Voltage Regulator).

W układzie zaznaczyć punkty pomiarowe wraz z dołączonymi przyrządami pomiarowymi w celu obserwacji oraz pomiaru:

- przebiegu napięcia klucza,
- przebiegu napięcia wyjściowego,
- prądu kondensatora wyjściowego  $C$ ,
- prądu dławika  $L$ .

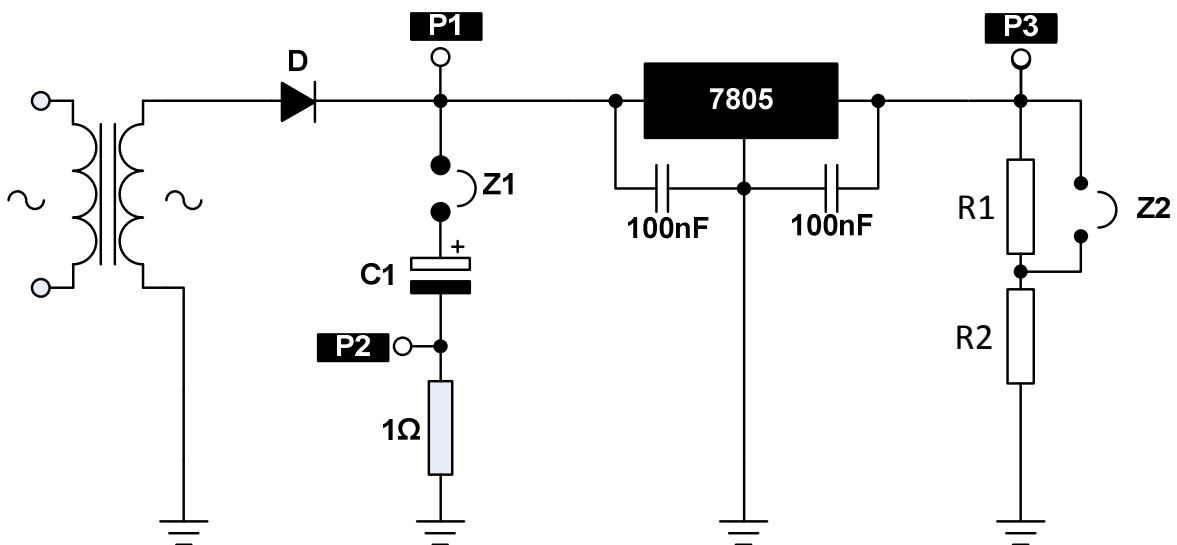
Do dyspozycji mamy oscyloskop dwukanałowy, dwie sondy.

## 6. Wykonanie ćwiczenia

### UWAGA:

Przed wykonaniem jakichkolwiek pomiarów oscyloskopem, należy przełącznikiem znajdującym się na sondach oscyloskopowych wybrać odpowiednie tłumienie, oraz to samo uczynić w ustawieniach oscyloskopu (w opcjach danego kanału). Następnie należy połączyć sondę do kalibratora i jeśli tego wymaga - skompensować.

### PROSTOWNIK JEDNOPOŁÓWKOWY



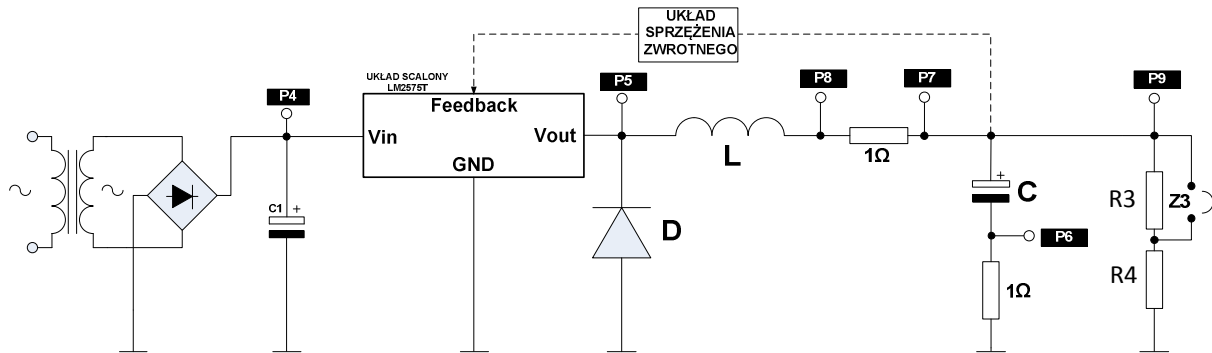
Rys. 3 Schemat ideowy układu prostownika jednopółkowego

1. Za pomocą zworki Z1 włącz kondensator filtrujący. Wykonaj pomiary napięcia wyjściowego (punkt pomiarowy P3) dla dwóch przypadków: zworki Z2 włączonej i wyłączonej, przy pomocy multimetru (skorzystaj z zarówno z trybu AC jak i DC). Dla każdej konfiguracji zworki Z2 wyznacz wartość prądu obciążenia
2. Dla wybranej wartości rezystancji obciążenia zaobserwuj oscyloskopem przebieg za diodą prostowniczą (punkt P1) w przypadku odłączonego kondensatora filtrującego (zwórka Z1 wyjęta). Naszkicować obserwowany przebieg, zwracając uwagę na jego istotne parametry (składowa stała, wartość maksymalna, minimalna, parametry czasowe). (Nie chodzi tu o dokładne przerysowanie przebiegu z ekranu, a o zanotowanie w formie graficznej najistotniejszych elementów obserwowanych przebiegów.)
3. Włączyć zworką Z1 kondensator filtrujący, zaobserwować oscyloskopem przebieg napięcia na kondensatorze (punkt P1) oraz przebieg prądu ładowania i rozładowania kondensatora (punkt P2). Obserwacje powtórzyć dla dwóch konfiguracji rezystancji obciążenia. Przebieg prądu ładowania i rozładowania kondensatora (punkt P2) zaobserwować również przy włączonym uśrednianiu (przycisk Acquire → Average; po zakończeniu pomiaru powrócić do trybu

Sample). Naszkicuj obserwowane przebiegi, zwracając uwagę na ich istotne parametry (składowa stała, wartość maksymalna, minimalna, parametry czasowe).

4. Zmierzyć multimetrem wartość skuteczną napięcia tętniącego za diodą prostowniczą (punkt pomiarowy P1; kondensator włączony) oraz napięcia za stabilizatorem (punkt pomiarowy P3).

## STABILIZATOR IMPULSOWY



Rys. 4 Schemat ideowy układu ze stabilizatorem impulsowym

1. Wykonaj pomiary napięcia wyjściowego (punkt pomiarowy P9) dla dwóch przypadków: zworki Z3 włączonej i wyłączonej, przy pomocy multimetru (skorzystaj z trybu AC oraz DC). Dla każdej konfiguracji zworki Z3 wyznacz wartość prądu obciążenia
2. Zaobserwować oscyloskopem przebieg napięcia na wejściu stabilizatora (punkt pomiarowy P4). Naszkicować obserwowany przebieg, zwracając uwagę na jego istotne parametry (składowa stała, wartość maksymalna, minimalna, parametry czasowe).
3. Zaobserwować oscyloskopem przebieg napięcia na nóżce kluczującej układu stabilizatora (punkt pomiarowy P5) przy zworce Z3 zwartej i rozwartej - zmierzyć jego maksymalną wartość, częstotliwość oraz współczynnik wypełnienia, zastosować różne ustawienia źródła wyzwalania oscyloskopu (przebiegiem obserwowanym oraz przebiegiem sieciowym w celu obserwacji tętnień) oraz różne nastawy podstawy czasu oscyloskopu (np. 2.5 $\mu$ s, 2.5ms). Przy wyzwalaniu przebiegiem sieciowym można posłużyć się trybem detekcji szczytowej (Acquire -> Peak Detect) w celu uzyskania wyraźniejszego obrazu. Przetączyć źródło wyzwalania na sygnał mierzony i spróbować zsynchronizować oscyloskop. Naszkicować przebieg dla wybranej pozycji zworki, zwracając uwagę na jego istotne parametry (składowa stała, wartość maksymalna, minimalna, parametry czasowe, obecność oscylacji).
4. Zewrzeć zworkę Z3. Zaobserwować przebieg napięcia na obciążeniu (punkt pomiarowy P9) wykorzystując sprzężenie AC w oscyloskopie, zastosować różne ustawienia źródła wyzwalania oscyloskopu (przebiegiem obserwowanym oraz

przebiegiem sieciowym) oraz różne nastawy podstawy czasu oscyloskopu (np.  $2.5\mu s$ ,  $2.5ms$ ). Przy wyzwalaniu przebiegiem sieciowym włączyć tryb detekcji szczytowej i zaobserwować poprawę czytelności obserwowanego przebiegu. Naszkicować obserwowane przebiegi, zwracając uwagę na ich istotne parametry (składowa stała, wartość maksymalna, minimalna, parametry czasowe).

5. Zaobserwować przebieg prądu kondensatora wyjściowego (punkt pomiarowy P6, zworka Z3 zwarta) - zmierzyć jego składową stałą, międzyszczytową oraz częstotliwość; zastosować jako źródło wyzwalania obserwowany przebieg oraz w drugim przypadku osobny kanał podłączony do nóżki kluczującej (punkt pomiarowy P5). Włączyć opcję „Average” (przycisk Acquire) w celu odsumienia przebiegu. Po zakończeniu pomiaru powrócić do trybu Sample. Naszkicować obserwowany przebieg, zwracając uwagę na jego istotne parametry (składowa stała, wartość maksymalna, minimalna, parametry czasowe).
6. Zaobserwować przebieg prądu dławika wyjściowego (punkty P7, P8) - zmierzyć jego składową stałą, wartość międzyszczytową oraz częstotliwość (zworka Z3 zwarta); zastanowić się jak oscyloskopem zmierzyć przebieg napięcia na rezystorze, którego żadne z wyprowadzeń nie jest na potencjale masy (pomiar różnicowy). Włączyć opcję „Average” (przycisk Acquire) w celu odsumienia przebiegu. Po zakończeniu pomiaru powrócić do trybu Sample. Naszkicować obserwowany przebieg, zwracając uwagę na jego istotne parametry (składowa stała, wartość maksymalna, minimalna, parametry czasowe).
7. (Dla ambitnych) Rozewrzeć zworkę Z3. Zmierzyć przebieg napięcia na obciążeniu (punkt pomiarowy P9). Następnie zmierzyć przebieg napięcia podłączając obydwie końcówki sondy oscyloskopowej do masy (GND). Skąd pochodzi obserwowany sygnał? Czy można go w jakiś sposób „usunąć”? (Można poprosić prowadzącego o pomoc).

## 7. Opracowanie wyników

- i. Wypełnij tabelę poniżej wartościami zmierzonych napięć i rezystancji (odczytanych z elementów) oraz oblicz wartość prądu obciążenia:

Z1	$V_{DC}$ pomiar	$V_{RMS AC}$ pomiar	$V_{RMS AC+DC}$ pomiar	R	$V_{RMS AC}$ oblicz	$I_{DC}$ oblicz
On						
Off						

- ii. Naszkicuj oscylogramy przebiegów z punktów 2 oraz 3. Zaznacz ich istotne parametry, opisz zmierzone wartości (składowa stała, wartość maksymalna, minimalna, parametry czasowe).
- iii. Policz z definicji wartość średnią napięcia tętniącego na wyjściu prostownika jednopółkowego wykorzystując aproksymację przebiegu figurami trójkątnymi i/lub prostokątnymi. Porównaj otrzymane wyniki z wartościami uzyskanymi z bezpośredniego pomiaru wartości średniej multimetrem.
- iv. W przypadku układu z prostownikiem jednopółkowym wyznacz współczynnik tętnień (rozumiany jako stosunek wartości skutecznej składowej zmiennej napięcia do jego wartości średniej).