

## Instrukcja do ćwiczenia

### Obwody prądu zmiennego; Filtr dolno- i górno-przepustowy

#### I. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest wprowadzenie do techniki pomiarów sygnałów elektrycznych za pomocą oscyloskopu oraz zbadanie charakterystyk amplitudowych i fazowych obwodu całkującego i różniczkującego. Pomiar wykonywany za pomocą generatora funkcji, oscyloskopu i multimetru.

#### II. Wymagania

Znajomość podstaw obwodów prądu zmiennego - filtru RC i analizy danych doświadczalnych. Umiejętność posługiwania się miernikiem uniwersalnym.

#### III. Aparatura

Generator funkcji, oscyloskop 2 lub 4 kanałowy, miernik uniwersalny (Brymen 805), akcesoria pomocnicze (kolba lutownicza, kable łączeniowe, chwytaki pomiarowe, trójniki rozgałęziające).

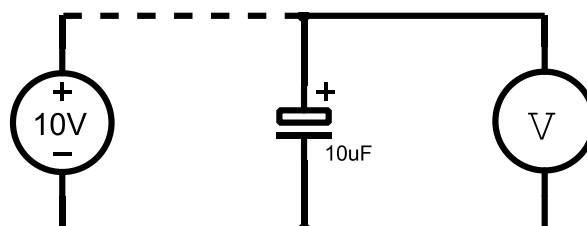
#### IV. Elementy

- Kondensatory: 100 nF i 10  $\mu$ F
- Rezystor: 1 k $\Omega$
- Indukcyjność o nieznannej wartości

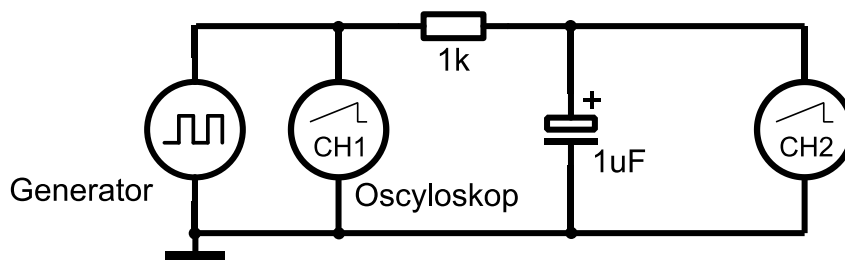
#### V. Wykonanie ćwiczenia

1. Bezpośrednie pomiary oporu i pojemności. Za pomocą miernika uniwersalnego zmierz i zanotuj wartości oporu rezystorów i pojemności kondensatorów znajdujących się w zestawie. Porównaj zmierzone wartości z nominalnymi, odczytanymi z elementów.
2. Rozładowanie kondensatora przez woltomierz. Zlutuj układ z rysunku poniżej. Naładuj kondensator 10  $\mu$ F do napięcia 10 V poprzez krótkie podłączenie go do zasilacza (po naładowaniu fizycznie odłącz od zasilacza, nie wystarczy wyłączenia napięcia na wyjściu zasilacza). **Pamiętaj o podłączeniu końcówek kondensatora elektrolitycznego zgodnym z polarnością zacisków zasilacza!**

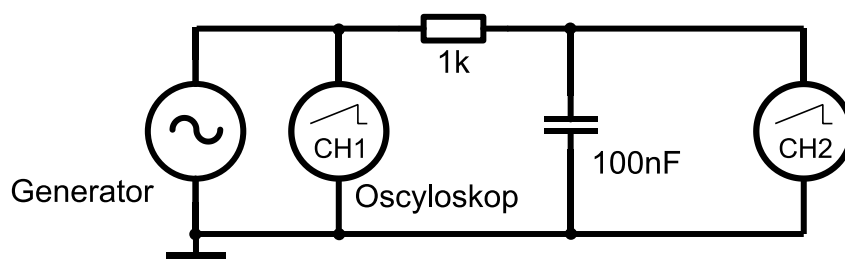
Mierząc zmiany w czasie napięcia na kondensatorze zarejestruj krzywą zaniku tego napięcia. Dopasowując do wyników odpowiednią funkcję, wyznacz wartość oporu, przez który rozładowuje się kondensator. Czy ta wartość odpowiada wartości oporu wejściowego woltomierza (10M $\Omega$ )?



3. **Ładowanie i rozładowanie kondensatora.** Zbuduj na makiecie pomiarowej układ RC zgodnie z poniższym schematem ( $R = 1\text{k}\Omega$ ,  $C = 1\mu\text{F}$ ). Na wejście układu podaj z generatora przebieg prostokątny o napięciu zmieniającym się w zakresie 0-5V i częstotliwości 100 Hz. Zaobserwuj i wyjaśnij kształt zależności napięcia na kondensatorze. Zwiększaj częstotliwość sygnału z generatora i obserwuj kształt i zakres zmian napięcia na kondensatorze.



4. **Filtr dolnoprzepustowy RC.** We wcześniej zbudowanym układzie zmień kondensator na 100 nF,



Wprowadź na wejście układu sygnał sinusoidalny z generatora funkcji o amplitudzie 1 V i częstotliwości ok. 1kHz. Zaobserwuj na oscyloskopie sygnał wejściowy i wyjściowy; dokonaj pomiaru amplitud, częstotliwości sygnału i przesunięcia fazowego. Policz z modelu dzielnika napięcia oczekiwaną transmitancję układu dla ustalonej częstotliwości i porównaj z wynikiem doświadczalnym.

- a) Wyznacz charakterystykę amplitudową i fazową układu. W tym celu za pomocą odpowiednich funkcji oscyloskopu zmierz dla wybranych częstotliwości:

- wartości amplitudy napięcia na wejściu  $U_{we}$  i wyjściu układu  $U_{wy}$ ,
- wartość przesunięcia czasowego  $\Delta t$  pomiędzy wybranymi punktami (np. maksimami, minimami lub miejscami zerowymi) przebiegu wejściowego i wyjściowego, posługując się kursorami.

Częstotliwość sygnału wejściowego zmieniaj w zakresie od 10 Hz do 200 kHz tak, aby wykresy charakterystyk można było narysować w logarytmicznej skali częstotliwości, np. za każdym razem podwajając częstotliwość lub stosując szereg wartości typu 10, 20, 50, 100, 200, 500 itd.

Przypomnienie:

- Charakterystyka amplitudowa (transmitancja) to zależność  $\left( \frac{U_{wy}(\omega)}{U_{we}(\omega)} \right)$
- Charakterystyka fazowa to zależność przesunięcia fazy  $\varphi(\omega)$  sygnałów wy-we od częstości  $\omega$ . Przesunięcie fazy wyznaczamy z pomiaru  $\Delta t$  w następujący sposób:

$$\varphi(\omega) = 2\pi \frac{\Delta t}{T} = 2\pi \cdot \Delta t \cdot f = \Delta t \cdot \omega$$

gdzie  $T$  oznacza okres sygnału,  $f$  częstotliwość sygnału (odwrotność okresu,  $f = 1/T$ ), a  $\omega$  częstość kołową sygnału ( $\omega = 2\pi f$ ). Pamiętaj, że generator wyświetla częstość  $f$ !

Z charakterystyki amplitudowej wyznacz częstość graniczną oraz pasmo przenoszenia i porównaj z wartościami teoretycznymi dla badanego obwodu.

Przeanalizuj charakterystykę fazową układu i wyznacz przesunięcie fazy dla częstości granicznej.

- b) W badanym układzie zastąp kondensator cewką o indukcyjności  $L$ . Zmieniając częstość sygnału sinusoidalnego dla ustalonej amplitudy  $U_{we}$  zaobserwuj jakościowo czy i jak zmienia się charakterystyka amplitudowa. Czy z takiego pomiaru można wyznaczyć indukcyjność cewki? Określ indukcyjność.

**Uwaga: Impedancja wyjściowa generatora funkcji wynosi  $50 \Omega$ . Należy uwzględnić impedancję generatora funkcji. Na ile uwzględnienie impedancji generatora zmienia częstość graniczną obwodu?**