

## Ćwiczenie nr 2

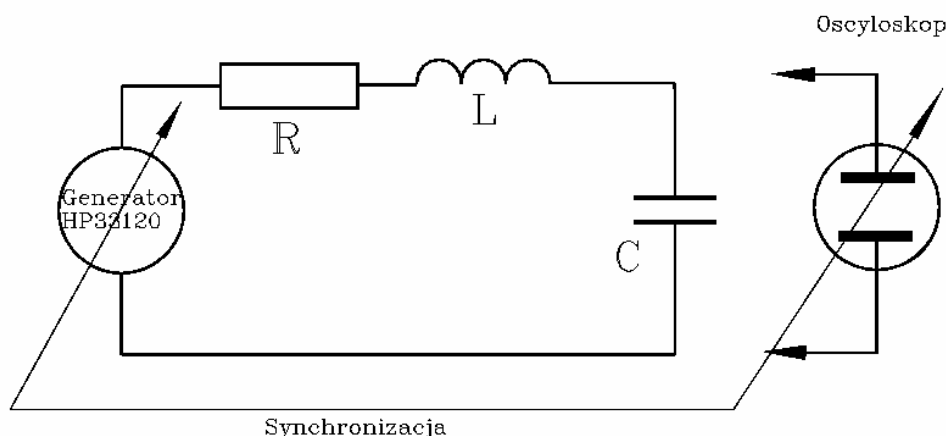
### Zjawisko rezonansu napięć w obwodzie RLC przy wymuszeniu sinusoidalnym i prostokątnym

#### 1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się ze zjawiskiem rezonansu napięć w obwodzie szeregowym RLC przy wymuszeniu sinusoidalnym i prostokątnym. W ćwiczeniu należy zaobserwować charakterystyki częstotliwościowe przy wymuszeniu sinusoidalnym i niesinusoidalnym (prostokątnym), określić dobroć układu rezonansowego, zapoznać się ze zjawiskiem rezonansu dla wielu harmonicznych.

#### 2. Wykonanie ćwiczenia

##### 2.1. Badanie zjawiska rezonansu przy wymuszeniu sinusoidalnym



Rys. 2.1. Schemat ogólny układu pomiarowego

#### Opis stanowiska pomiarowego

Pomiary przeprowadza się wykorzystując następujące elementy i przyrządy:

Oscyloskop HP 54603B

Opornik dekadowy

Kondensator dekadowy

Indukcyjność dekadowa

Generator HP 33120A

Amperomierz

Woltomierz

#### . Instrukcja ustawień oscyloskopu HP 33120A

W badanym ćwiczeniu będzie obowiązywał poniższy diagram ustawień oscyloskopu:

Z opcji **TRIGGER** wybieramy przycisk **SOURCE** a następnie ustawiamy **Ext.** W dalszej kolejności z opcji **MEASURE** wybieramy przycisk **DISPLAY** a następnie ustawiamy **Peak Det** i zmieniamy ustawienie **Vectors** na **OFF**.

Dla obserwacji napięcia na rezystancji przy sygnale prostokątnym musimy zrobić wyjątek zmieniając część powyższego diagramu jak poniżej.

Z opcji **MEASURE** wybieramy przycisk **DISPLAY** a następnie ustawiamy **Normal**

#### . Programowanie generatora HP 33120A

W ćwiczeniu tym wykorzystujemy programowalny generator HP 33120A. Naszym celem jest zaprogramowanie go w taki sposób, by generował liniowo zmienną częstotliwość w zakresie od 1 kHz do 11 kHz. Aby tego dokonać, należy wykonać krok po kroku następujące operacje.

1) Ustawić rodzaj amplitudy:

**~** - sinusoidalny      **□□** - prostokątny

2) Włączyć tryb Sweep

**Shift** **Sweep**

3) Używamy menu by ustawić początkową częstotliwość

**Shift** + **<**      Recall Menu

4) Powyższa operacja automatycznie sprowadza nas do komendy START F w SWP MENU

**1: START F**

5) Poniższy przycisk pozwala nam zejść niżej do opcji ustawiania częstotliwości

**✓**

6) Ustawiamy 1kHz:

**Enter Number** + **1** + **kHZ**      otrzymujemy **^ 1.000kHz**

Następnie akceptujemy poprzez **Enter**

7) Po zaakceptowaniu mamy zapisana wartość początkową częstotliwości. Powtarzamy więc czynność (3) by uzyskać.

**1:START F**

8) Używamy poniższego przycisku aż do uzyskania STOP F

**>** ⇒ **2:STOP F**

9) Powtarzamy operację (5) a następnie (6) z tym wyjątkiem, że wpisujemy 11 kHz.

10) Po zaakceptowaniu generator generuje zmienną częstotliwość.

*Wybór optymalnych wartości elementów obwodu RLC*

Dla zadanego w ćwiczeniu zakresu częstotliwości generatora optymalne są następujące wartości elementów RLC:

$$R = 100 \Omega$$

$$C = 0,0006 \mu F$$

$$L = 0,6 H$$

## 2.2. Badanie zjawiska rezonansu przy wymuszeniu prostokątnym

Układy pomiarowe w tym przypadku są takie same jak przy pomiarach rezonansu dla wymuszenia sinusoidalnego. Dla wymuszenia prostokątnego możemy zaobserwować charakterystyki rezonansowe dla wyższych harmonicznych. Wyniki należy zanotować w tabeli 2.1.

Tabela 2.1

	Harmoniczna 1		Harmoniczna 3		Harmoniczna 5		Harmoniczna 7	
f								
I <sub>max</sub>								

## 2.3. Obserwacja wartości chwilowych prądów i napięć U<sub>L</sub> i U<sub>C</sub> w obwodzie RLC przy wymuszeniu prostokątnym

W obwodzie badanym dla zadanych wartości L i C należy zbadać wpływ częstotliwości podstawowej harmonicznej napięcia wymuszającego prostokątnego na kształt chwilowej wartości prądu oraz napięć U<sub>L</sub> i U<sub>C</sub>. W szczególności zaobserwować powyższe przebiegi przy wartościach częstotliwości zasilania f, odpowiednio równych:

$$1) f = f_0$$

$$2) f = \frac{1}{3} f_0$$

$$3) f > f_0$$

$$\text{przy czym } f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

We wszystkich badanych przypadkach zanotować wartości nastawionych elementów R, L, C jak również amplitudy napięcia zasilającego. W przypadku określenia rezystancji w obwodzie uwzględnić wpływ rezystancji wyjściowej generatora i rezystancji cewki.

## 3. Opracowanie wyników

Po przeprowadzeniu badań laboratoryjnych należy:

1. Dla rezonansu napięć przy wymuszeniu sinusoidalnym narysować charakterystyki teoretyczne wartości skutecznej prądu i napięć na cewce oraz kondensatorze w funkcji częstotliwości dla wartości elementów RLC badanych w ćwiczeniu. Porównać z wynikami otrzymanymi w laboratorium.
2. Dla napięcia zasilającego prostokątnego o danej amplitudzie obliczyć wartości amplitud poszczególnych harmonicznych napięcia zasilającego, amplitudy i fazy poszczególnych harmonicznych prądu napięcia na kondensatorze i napięcia na cewce dla jednej wybranej

przez prowadzącego częstotliwości. Narysować wykresy widm amplitudy napięcia zasilającego, prądu i napięć na kondensatorze i cewce dla tej częstotliwości.

3. Dla rezonansu napięć przy wymuszeniu prostokątnym narysować charakterystykę teoretyczną wartości skutecznej prądu w funkcji częstotliwości dla wartości elementów RLC badanych w ćwiczeniu. Porównać z wynikami otrzymanymi w laboratorium.

#### **4. Przykładowe pytania sprawdzające**

- Wyjaśnić zjawisko rezonansu szeregowego w obwodzie RLC.
- Podstawowe pojęcia rezonansu: częstotliwość rezonansowa, dobroć obwodu rezonansowego, rezystancja charakterystyczna, pasmo przepustowe, charakter obwodu rezonansowego.
- Charakterystyki częstotliwościowe w szeregowym obwodzie rezonansowym RLC i wpływ dobroci na przebieg charakterystyk.
- Rozwinięcie funkcji w szereg Fouriera.
- Widmo amplitudowe i fazowe.
- Przebiegi charakterystyk rezonansowych obwodu przy wymuszeniu prostokątnym obwodu szeregowego RLC.