



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Paweł Kogut

**Projekt eFizyka – Multimedialne środowisko nauczania
fizyki dla szkół ponad gimnazjalnych**

Wirtualne Laboratorium Fizyki

Ćwiczenie:

„Drgania Rezonansowe W Obwodzie RLC”

(Instrukcja obsługi)

*Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach funduszu
społecznego POKL, priorytet III, działanie 3.3*

Warszawa 2015



Spis treści

1. Cel Ćwiczenia	3
2. Wstęp Teoretyczny	3
3. Eksperyment	8
4. Wirtualne Ćwiczenie	9
4.1. Panel Użytkownika	9
4.1.1. Okno Główne	9
6. Woltomierz	11
4.1.2. Help	12
4.1.3. Okno Przeglądania Danych Pomiarowych	14
4.1.4. Okno Generowania Raportu	14
4.2. Wykonanie ćwiczenia	16

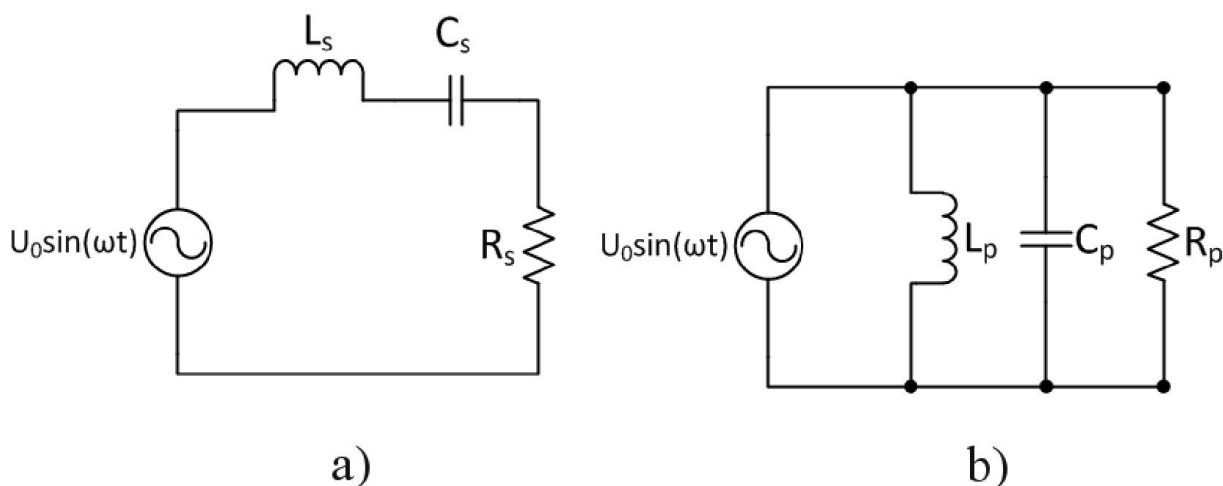
1. Cel Ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się ze zjawiskiem drgań harmoniczných zachodzących w obwodzie RLC. W ćwiczeniu należy wyznaczyć podstawowe parametry charakteryzujące obwód rezonansowy takiej jak, częstotliwość rezonansowa oraz dobroć układu.

2. Wstęp Teoretyczny

Drgania harmoniczne w obwodzie LC - są to takie drgania okresowe, w których dochodzi do okresowego przepływu ładunku elektrycznego pomiędzy cewką L i kondensatorem C, przy czym wartość ładunku w danej chwili t opisana jest funkcją harmoniczną – sinus lub cosinus.

Drgania harmoniczne mogą być obserwowane w dwóch typach obwodu elektrycznego RLC, szeregowym oraz równoległym, które zostały przedstawione na rys. 1.



Rys. 1 Obwód rezonansowy RLC, a) szeregowy, b) równoległy

W ćwiczeniu badane będą drgania wymuszone w obwodzie rezonansowym z tłumieniem. Drgania wymuszone to takie drgania, w których występuje zewnętrzna siła harmoniczna, która pobudza układ rezonansowy do drgań z częstotliwością ω . W przypadku obwodów elektrycznych zewnętrzną siłą jest siła elektromotoryczna, czyli sinusoidalne źródło napięciowe. Tłumienie występuje w każdym rzeczywistym obwodzie rezonansowym i powoduje zanikanie drgań. Spowodowane jest to tym, że część energii zgromadzonej w obwodzie rezonansowym zostaje utracona na skutek chociażby wypromieniowania ciepła. Oznacza to, że w układzie bez źródła wymuszenia (źródła, z którego pobierany jest ubytek energii spowodowany tłumieniem) drgania po pewnym czasie w obwodzie zanikną. W elektrycznym obwodzie rezonansowym elementem,

który charakteryzuje tłumienie jest opór R . Rezystor jest elementem biernym, który w wyniku przepływu prądu wytwarza ciepło zwane ciepłem Joule'a-Lenza. W obwodach elektrycznych parametrem, który podlega drganiom jest ładunek elektryczny - q , który naprzemiennie jest gromadzony na okładkach kondensatora i indukowany przez cewkę. Drgania ładunku opisują równania różniczkowe, które można wyprowadzić przy pomocy praw Kirchhoffa, np. dla układu szeregowego obowiązuje następujące równanie różniczkowe

$$u(t) = U_0 \sin(\omega t) = L \frac{d^2 q}{dt^2} + R \frac{dq}{dt} + \frac{1}{C} q. \quad (1)$$

Warto tutaj wspomnieć, że w elektronice wartości chwilowe (w danej chwili czasu t) danych wielkości fizycznych są zapisywane przez małe litery alfabetu (napięcie - u , prąd - i).

Rezonans – drgania układu fizycznego z jego częstotliwością naturalną (rezonansową). Cechą charakterystyczną zjawiska rezonansu jest wzrost amplitudy drgań w pobliżu częstotliwości rezonansowej. W rezonansie układu drgającego nawet małe okresowe siły wymuszające mogą wytwarzać drgania o znacznej amplitudzie, pobierając przy tym niewielkie ilości energii.

Na rys. 2 i rys. 3 przedstawiono charakterystyki prądowe w pobliżu częstotliwości drgań rezonansowych zdjęte przy pobudzaniu obwodu elektrycznego RLC szeregowego oraz równoległego harmoniczną siłą elektromotoryczną o stałej amplitudzie napięcia U_0 . Jak widać w pobliżu rezonansu amplituda prądu osiąga maksimum dla obwodu szeregowego oraz minimum dla obwodu równoległego. Dzieje się tak dlatego, ponieważ opór nazywany zawadą w obwodach RLC nie jest stały, lecz jest zależny od częstotliwości pobudzania źródła wymuszenia. Parametrami, które charakteryzują wszystkie układy rezonansowe są, częstotliwość rezonansowa, pasmo przenoszenia oraz dobroć układu. Częstotliwość rezonansowa odpowiada częstotliwości drgań, dla której amplituda drgań osiąga maksimum bądź minimum (w zależności dla jakiego obwodu) i można ją wyrazić za pomocą następującej zależności,

$$f_{rez} = 1/(2\pi\sqrt{LC}) \quad (2)$$

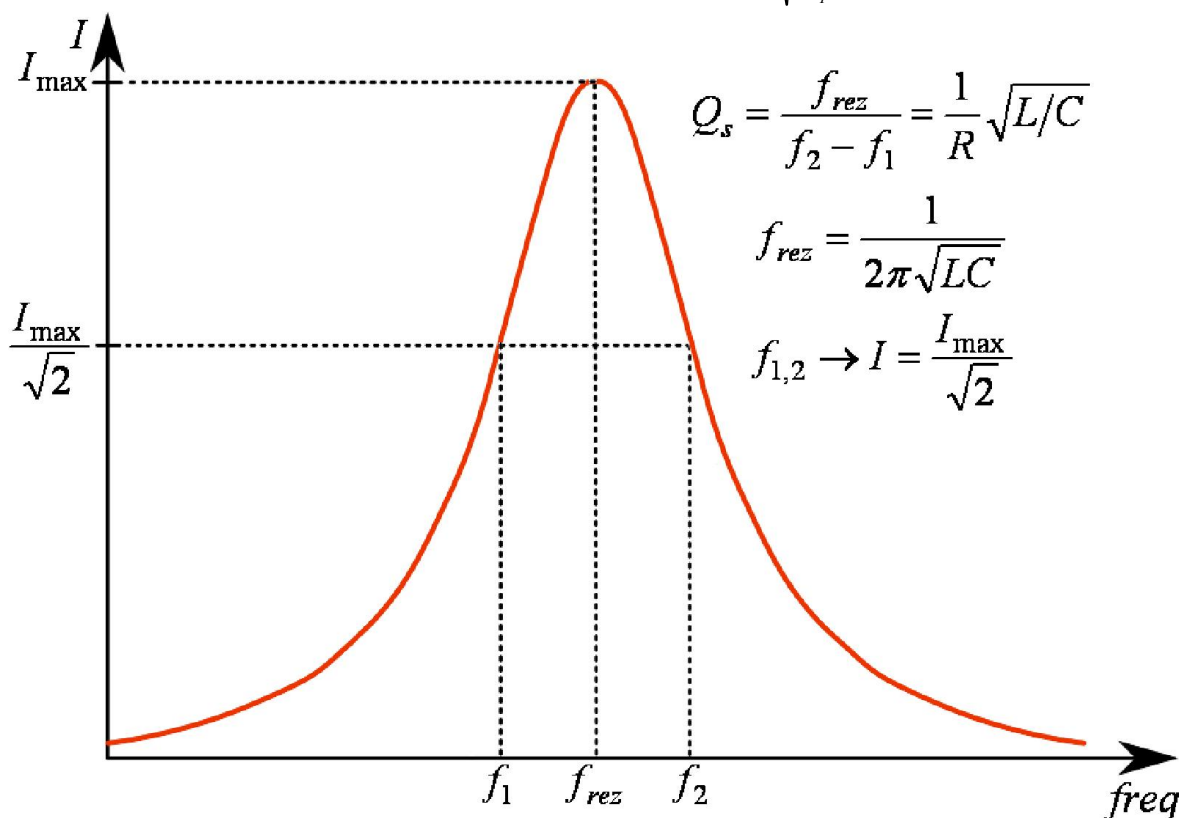
Podana zależność obowiązuje zarówno dla obwodu szeregowego jak i równoległego. Pasma przenoszenia odpowiada takiemu przedziałowi częstotliwości wokół charakterystyki rezonansowej, dla której amplituda drgań osiąga wartość $\sqrt{2}$ mniejszą/większą od wartości maksymalnej/minimalnej,

$$B = (f_2 - f_1) = \Delta f / Q, \quad (3)$$

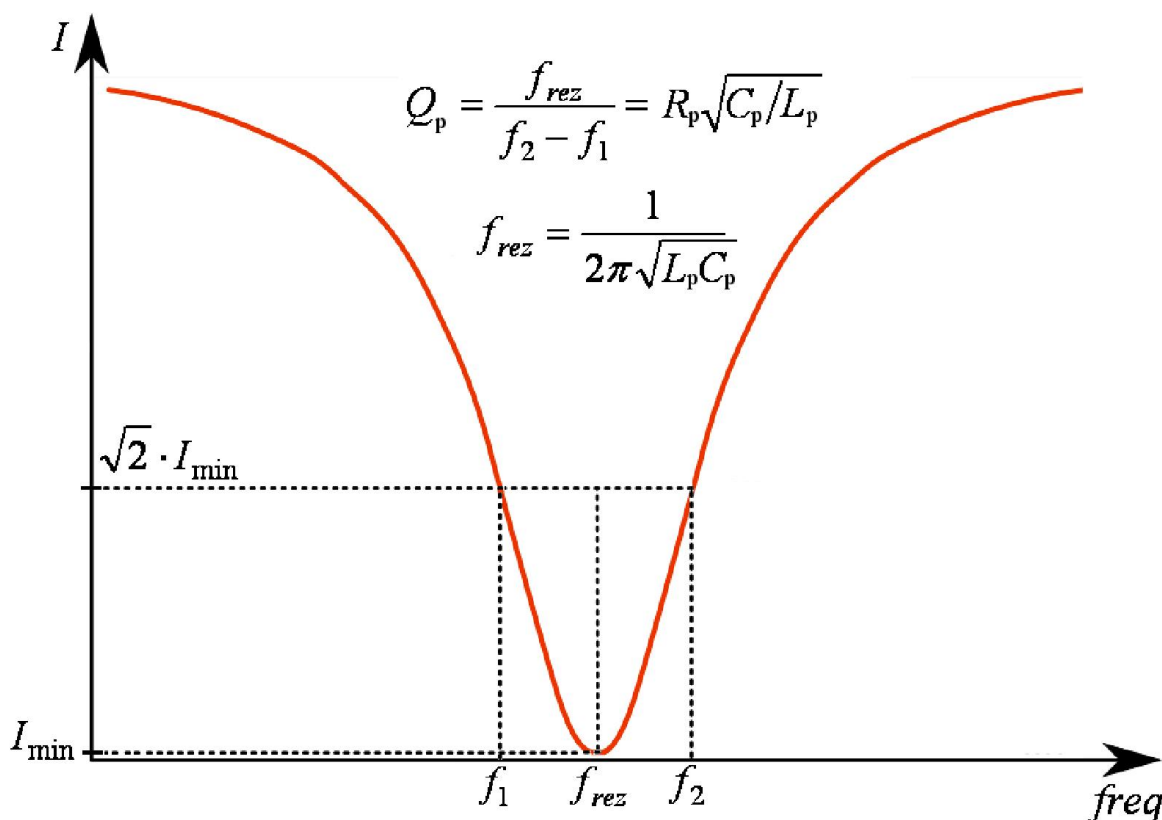
gdzie Q – dobroć układu. Dobroć układu rezonansowego jest miarą jakości układu rezonansowego i opisuje stosunek energii pomnożony przez 2π , dostarczonej do układu, do energii traconej. W obwodach rezonansowych dobroć układu można wyznaczyć z następujących zależności,

$$\text{Dla obwodu szeregowego} - Q_s = \frac{f_{rez}}{f_2 - f_1} = \frac{1}{R_s} \sqrt{\frac{L_s}{C_s}}, \quad (4)$$

$$\text{Dla obwodu równoległego} - Q_p = \frac{f_{rez}}{f_2 - f_1} = R_p \sqrt{\frac{L_p}{C_p}}. \quad (5)$$



Rys. 2 Charakterystyka rezonansowa prądu szeregowego obwodu RLC



Rys. 3 Charakterystyka rezonansowa prądu równoległego obwodu RLC

a) Obwód Szeregowy

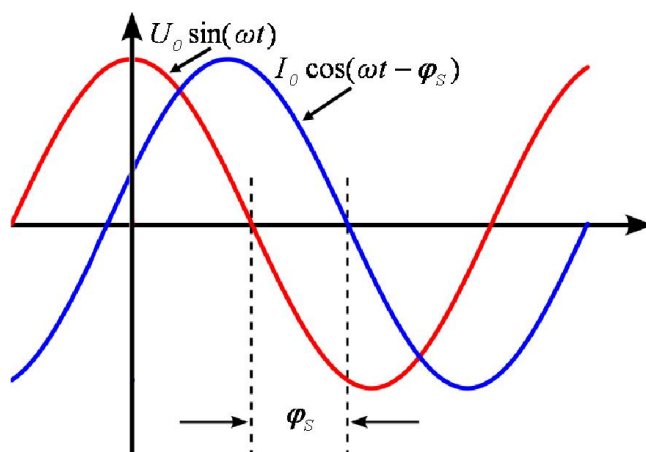
Z rozwiązania równanie różniczkowego (1) wynika, że prąd I można opisać następującą zależnością,

$$i(t) = I_0 \cos(\omega t - \varphi_s) = \frac{U_0}{|Z_s|} \cos(\omega t - \varphi_s), \quad (6)$$

gdzie I_0 – amplituda prądu, Z_s – impedancja elektryczna szeregowego obwodu RLC, φ_s – kąt fazowy pomiędzy napięciem a prądem dla szeregowego układu RLC. Impedancja elektryczna jest szerszym pojęciem oporu elektrycznego, którego miarą jest tak zwany moduł impedancji (równoważność oporu jaką stawiał by rezystor), który można zapisać w poniższej postaci,

$$|Z| = \frac{U_0}{I_0} = \sqrt{R_s^2 + \left(\omega L_s - \frac{1}{\omega C_s} \right)^2}. \quad (7)$$

Moduł impedancji elektrycznej obwodu RLC był w radioelektronice określony pojęciem „zawada”, jako słowo blisko znaczne oporowi. Warto zauważyć, że moduł impedancji nie jest stały i jest zależny od częstości ω (a więc także częstotliwości) źródła pobudzającego. Kąt fazowy opisuje o ile prąd wyprzedza (lub się opóźnia) napięcie elektryczne. Przesunięcie fazowe wprowadzają tak zwane elementy reaktancyjne czyli cewka i kondensator. Elementy reaktancyjne charakteryzują się pewną dozą bezwładności. Charakteryzuje się to tym, że pojawiające się napięcie na danym elemencie powoduje przepływ prądu z pewnym opóźnieniem, a nie natychmiast jak ma to miejsce dla przepływu prądu przez rezystor.



Rys. 4 Przykład wykresu napięcia pobudzającego obwodu RLC i prądu z przesunięciem fazowym

Przesunięcie fazy w szeregowym obwodzie RLC opisuje następująca zależność,

$$\varphi_s = -\arctan\left(\frac{\omega L_s - \frac{I}{\omega C_s}}{R_s}\right). \quad (8)$$

Rezonans w obwodzie szeregowym zachodzi wtedy gdy prąd osiąga wartość maksymalną (patrz rys. 2), a więc kiedy moduł impedancji z kolei osiąga minimum, co jest spełnione przy warunku,

$$\begin{aligned} |Z| = |Z|_{\min} \rightarrow \omega L_s = \frac{I}{\omega C_s} \rightarrow \varphi_s = 0 \rightarrow \\ f_{\text{rez}} = 1 / (2\pi \sqrt{L_s C_s}) \end{aligned} \quad (9)$$

b) Obwód Równoległy

Przy omawianiu rezonansu równoległego raczej niż pojęciem impedancji elektrycznej posługuje się admitancją elektryczną oznaczaną literą Y . Admitancja jest równa odwrotności impedancji, a moduł admitancji dla obwodu równoległego opisany jest zależnością,

$$|Y| = \frac{I}{|Z|} = \frac{I_0}{U_0} = \sqrt{\frac{1}{R_p^2} + \left(\omega C_p - \frac{1}{\omega L_p}\right)^2}. \quad (10)$$

Przesunięcie fazowe φ_p , występujące między prądem a napięciem, opisuje zależność,

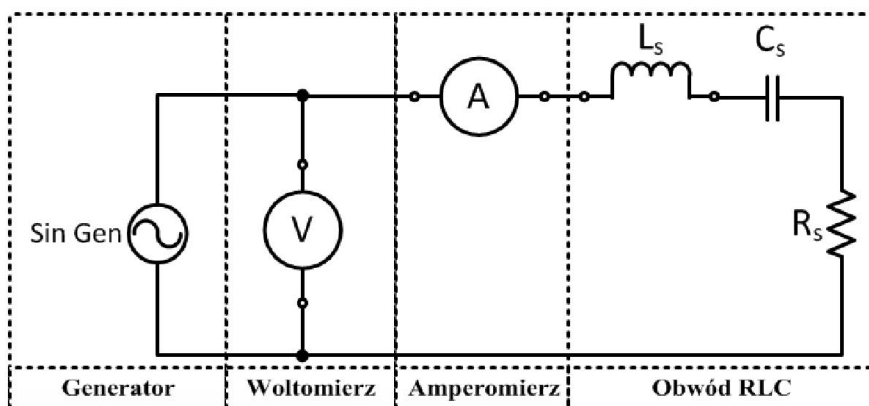
$$\varphi_p = -\arctan\left(R_p \left[\omega C_p - \frac{1}{\omega L_p}\right]\right) \quad (11)$$

Rezonans w obwodzie równoległym zachodzi wtedy gdy prąd osiąga wartość minimum, a więc gdy moduł impedancji dąży do maksimum, co jest spełnione wtedy gdy,

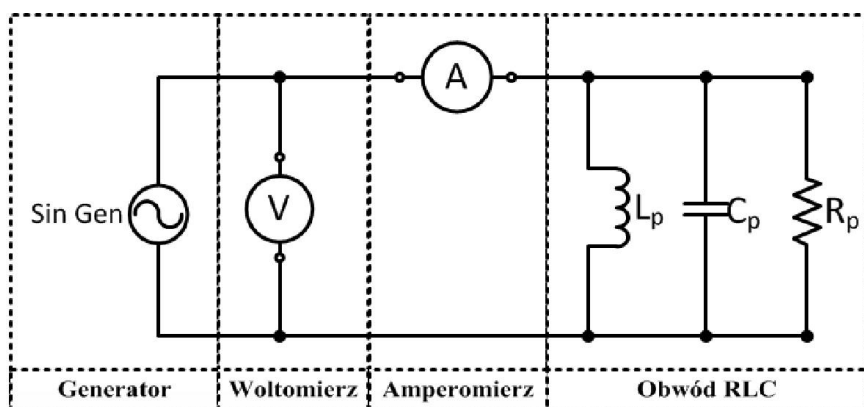
$$\begin{aligned} |Z| = |Z|_{max} \rightarrow \omega L_p &= \frac{1}{\omega C_p} \rightarrow \varphi_p = 0 \rightarrow \\ f_{rez} &= 1 / (2\pi \sqrt{L_p C_p}) \end{aligned} \quad (12)$$

3. Eksperyment

Eksperyment ma na celu wyznaczyć charakterystyki prądu i modułu impedancji szeregowego i równoległego obwodu RLC, z których następnie będą wyznaczone parametry obwodu rezonansowego, częstotliwość rezonansowa i dobroć. Do przeprowadzenia eksperymentu potrzebny jest generator napięcia sinusoidalnego, woltomierz, amperomierz i obwód RLC. Na rys. 5 i rys. 6 przedstawiono schemat i sposób połączenia zestawu eksperymentalnego do badania obwodu RLC szeregowego i równoległego. Jak widać prąd przepływający przez obwód RLC będzie mierzony poprzez amperomierz. Do wyznaczenia impedancji układu potrzebny jest jeszcze pomiar napięcia, który zostanie wykonany za pomocą woltomierza. Eksperyment będzie więc polegał na rejestracji wskazań woltomierza i amperomierza co pewien zadany krok częstotliwości sygnału wymuszającego z generatora.



Rys. 5 Schemat badanego szeregowego obwodu elektrycznego RLC



Rys. 6 Schemat badanego równoległego obwodu elektrycznego RLC

Dane z multimetrów będą zapisywane w laptopie, w którym wykonana będzie także analiza danych.

4. Wirtualne Ćwiczenie

Wirtualne ćwiczenie „Drgania Relaksacyjne” jest symulacją doświadczenia badania zjawiska drgań relaksacyjnych w obwodzie elektrycznym przedstawionym i omówionym w punktach 2 i 3.

4.1. Panel Użytkownika

4.1.1. Okno Główne

Na rys. 7 przedstawiono widok okna głównego programu, na którym widać interfejs użytkownika wraz z wirtualną aparaturą pomiarową.



Rys. 7 Widok ekranu interfejsu użytkownika

Elementy interfejsu użytkownika zostały opisane w poniższych punktach 1-9.

1. Menu

Menu składa się z sześciu przycisków za pomocą, których możesz zrealizować następujące operacje,

- „Zakończ” – kończy działanie programu,
- „Info” – otwiera powitalne okno informacyjne na temat projektu efizyka,
- „Help” – otwiera okno pomocy (omówione w punkcie 4.1.2),
- „Wyciągnij/Schowaj Aparaturę” – umożliwia na automatyczne wyciągnięcie aparatury do eksperymentu z magazynku,
- „Podłącz/Rozłącz Aparaturę” – powoduje automatyczne połączenie/rozłączenie aparatury pomiarowej,
- „Włącz/Wyłącz Aparaturę” – powoduje automatycznie włączenie/wyłączenie aparatury pomiarowej.

2. Generator Sygnałowy

Generator sygnałowy jest symulacją działania laboratoryjnego generatora napięcia sinusoidalnego. Włącznik „Power” włącza generator, o czym symbolizuje czerwona dioda. Za

pomocą pokrętki oraz strzałek można dokonać nastaw generatora, amplitudy napięcia w zakresie 0-10V i częstotliwości do 1MHz. Wyboru parametru do ustawienia dokonujemy przyciskami „Freq” do ustawiania częstotliwości i „Amp” do nastaw amplitudy. Aby napięcie było widoczne na wyjściu generatora należy wcisnąć przycisk „Out On/Off”, o czym symbolizować będzie zielona dioda. Przycisk BNC symbolizuje wyjście sygnałowe generatora, a przycisk USB wejście/wyjście interfejsu USB, za pomocą, którego można zaprogramować nastawy generatora z zewnętrznego komputera.

3. Obwód RLC

Przedstawia wirtualny obwód do badania drgań harmonicznym w obwodzie RLC szeregowym lub równoległym (w zależności jaki obwód został wyciągnięty z magazynku) z rys. 5 oraz rys. 6. Obwód składa się z płyty PCB z elementami RLC umieszczonej na obudowie z wejściami/wyjściami elektrycznymi. Wejście BNC symuluje doprowadzenie sygnału z generatora sinusoidalnego. Wyprowadzenia I+, I- oraz V+, V-, stanowią wyprowadzenia potencjału dodatnie i ujemnego odpowiednio na amperomierz oraz woltomierz. Z obwodem RLC jest dołączony panel wyboru wartości parametrów RLC, który jest widoczny nad płytą z obwodem.

4. Magazynek

Symuluje schowek, w którym znajduje się aparatura pomiarowa. W celu umieszczenia danego przyrządu pomiarowego na stole laboratoryjnym należy, otworzyć magazynek za pomocą przycisku wskazanego przez rączkę, oraz kliknąć na zdjęcie przedstawiające dany przyrząd.

5. Amperomierz

Symuluje działanie multimetru cyfrowego. Przycisk „Power” służy do włączenia/wyłączenia multimetru, a pokrętło do wyboru trybu działania multimetru, który w ćwiczeniu należy ustawić w pozycję pomiaru prądu stałego. Wyprowadzenia „A”, „COM”, „V/Ω” symulują doprowadzenia elektryczne multimetru kolejno, amperomierza, masy oraz woltomierza/omomierza.

6. Woltomierz

Symuluje działanie multimetru cyfrowego. Przycisk „Power” służy do włączenia/wyłączenia multimetru, a pokrętło do wyboru trybu działania multimetru, który w ćwiczeniu należy ustawić

w pozycję pomiaru napięcia stałego. Wyprowadzenia „A”, „COM”, „V/Ω” symulują doprowadzenia elektryczne multimetru kolejno, amperomierza, masy oraz woltomierza/omomierza.

7. Laptop

Symuluje działanie laptopa jako części układu pomiarowego, którego zadaniem jest akwizycja danych. W celu włączenia laptopa należy wcisnąć przycisk zasilania, i następnie wybrać z pulpitu laptopa program akwizycji danych. Przycisk „Menu” z pulpitu laptopa umożliwia powrót do menu głównego laptopa bez skasowania bieżących danych, które są dostępne po ponownym wybraniu programu akwizycji danych. Obok laptopa znajduje się menu akwizycji/przeglądania danych pomiarowych i raportowania. W skład menu wchodzi następujące przyciski,

- „Start/Stop,, – włącza/wstrzymuje automatyczny cykl pomiarowy, przycisk jest dostępny po dokonaniu nastaw automatycznego pomiaru przyciskiem „Pomiary Auto,, ,
- „Pomiary Auto,, – umożliwia dokonanie nastaw do automatycznego cyklu pomiarowego, przycisk jest dostępny jeżeli jest podłączony przewód USB,
- „Zapisz Pomiar,, – dodaje aktualne wskazania amperomierza i woltomierza do zebranych punktów pomiarowych wyświetlanych na laptopie,
- „Pomiary” – otwiera okno przeglądania/kasowania danych pomiarowych (okno opisane w punkcie 4.1.3),
- „Raport” - otwiera okno generowania raportu/sprawozdania z wykonywanego ćwiczenia wirtualnego (okno opisane w punkcie 4.1.4),
- „Notatnik,, – otwiera okno z wirtualnym notatnikiem, w którym można umieszczać własne notatki, które są dostępne przez cały cykl wykonywania ćwiczenia, w tym także podczas generowania raportu.

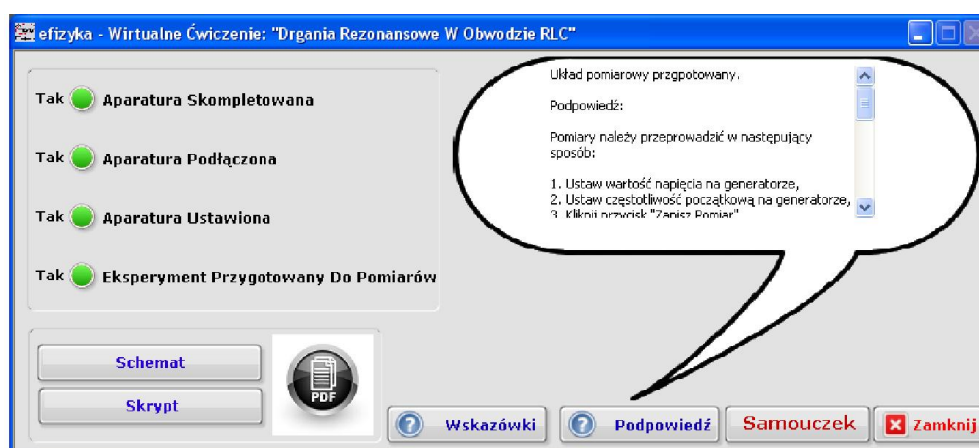
4.1.2. Help

Okno pomocy umożliwia uzyskanie informacji na temat wykonywanego wirtualnego eksperymentu w tym, uzyskania podpowiedzi co do kroków postępowania w trakcie wykonywania eksperymentu, podejrzenie aktualnego stanu eksperymentu, uruchomienie programu samouczka oraz otwarcie instrukcji dołączonej do ćwiczenia. Program pomocy działa

równoległe do programu głównego, co oznacza, że okno to działa równoległe do okna pomocy. W pomocy dostępne są następujące obiekty,

- Cztery diody – informują o aktualnym stanie przygotowania aparatury pomiarowej,
- Przycisk „Skrypt” – otwiera dokument PDF¹ z instrukcją do ćwiczenia,
- Przycisk „Przeglądanie i usuwanie pomiarów” – otwiera dokument PDF z opisem metody przeglądania i usuwania danych pomiarowych,
- Przycisk „Samouczek” – uruchamia interaktywny tryb samouczka w programie głównym, który przeprowadza użytkownika przez wszystkie etapy wykonywania ćwiczenia,
- Przycisk „Podpowiedź” – wyświetla bieżącą podpowiedź dla użytkownika, która jest zależna od stanu diod (na ich podstawie dobierana jest odpowiednia podpowiedź),
- Przycisk „Wskazówki” – wyświetla wskazówki dotyczące obsługi programu wirtualnego ćwiczenia, jak zacząć i co robić.

Rys. 8 przedstawia widok okna pomocy.

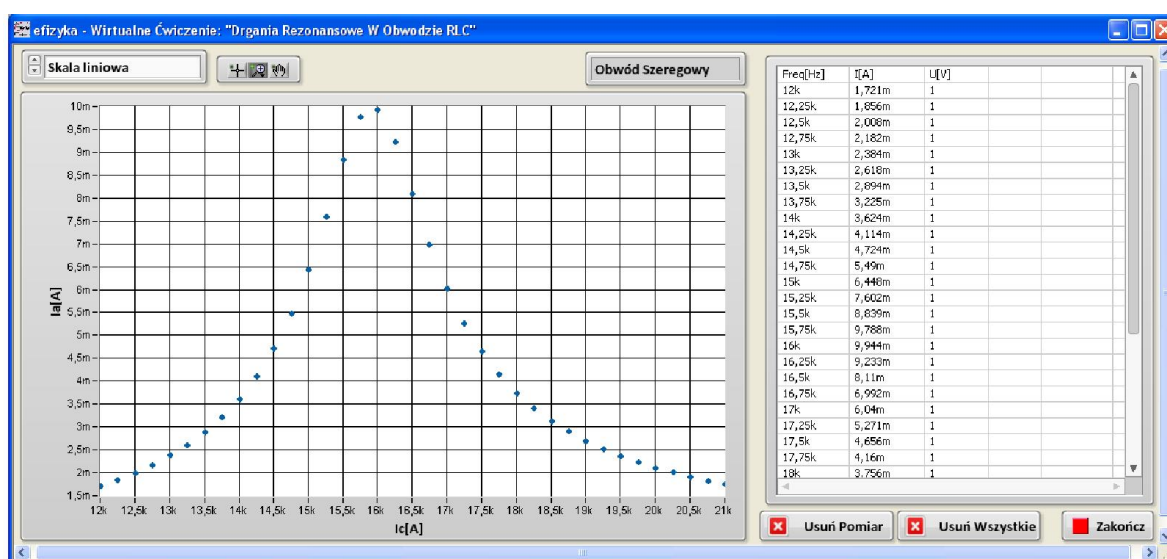


Rys. 8 Widok okna panelu programu pomocy

¹ W systemie operacyjnym musi być zainstalowana przeglądarka dokumentów PDF

4.1.3. Okno Przeglądania Danych Pomiarowych

Okno umożliwia przejrzenie wyników pomiarowych na większym wykresie oraz w postaci tabelaryzowanej. Można w nim skasować dowolny punkt pomiarowy lub całości poprzez zaznaczenie niechcianego punktu z tablicy pomiarów i wciśnięcie przycisku „Usuń Pomiar” lub w celu skasowania wszystkich poprzez przycisk „Usuń wszystkie”. Za pomocą przybornika widocznego nad oknem wykresu można wykonać zbliżenie/zwężenie zakresu danych pomiarowych widocznych na wykresie.



Rys. 9 Widok okna panelu przeglądania danych pomiarowych

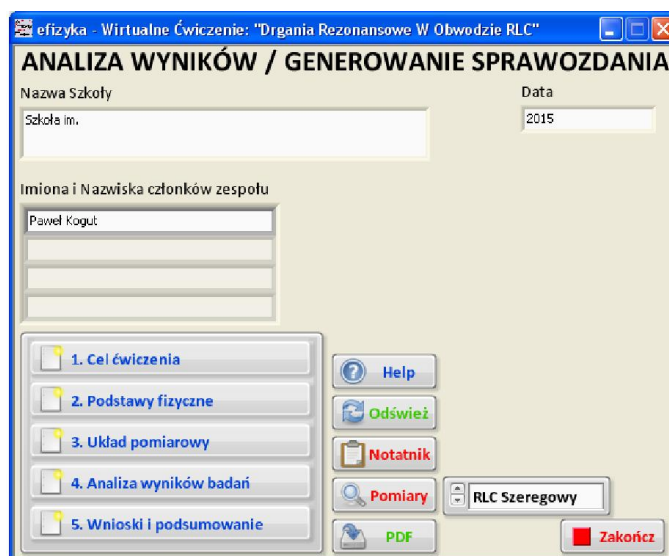
4.1.4. Okno Generowania Raportu

Program generowania raportu ma na celu na stworzenie sprawozdania z wykonanego ćwiczenia wirtualnego, które może być wydrukowane w postaci pliku PDF. Na panelu widoczne są pola do uzupełnienia z nazwą szkoły, daty oraz imion członków zespołu dane ćwiczenie, które należy wypełnić. Raport składa się z rozdziałów, które należy wypełnić, do czego służy pole wyboru składające się z przycisków za nazwami danego rozdziału. Po wciśnięciu przycisku danego rozdziału otworzy się okno z polami tekstowymi do uzupełnienia sprawozdania. W celu poprawnego wypełnienia pól tekstowych i analizy danych kieruj się podpowiedziami, które są automatycznie generowane przy pierwszym otwarciu okna analizy i generowania sprawozdania. Analiza danych jest wykonywana automatycznie po naciśnięciu odpowiednich przycisków, które umożliwiają na dopasowanie odpowiednich krzywych do danych pomiarowych, lub ręcznie

poprzez przeliczenie/wyznaczenie pewnych parametrów i wstawienie wyników w odpowiednie pola. Po wypełnieniu wszystkich pól sprawozdania i wykonaniu analizy danych sprawozdanie można wygenerować wybierając przycisk „PDF”, który otworzy okno systemu Windows do zapisu pliku sprawozdania w formacie PDF. Z widoku okna analizy dostępne są także następujące przyciski,

- Notatnik – umożliwia otwarcie okna notatnika, w celu wykorzystania zanotowanych uwag w trakcie wykonywania ćwiczenia,
- Help – otwiera okienko pomocy (pomocy do raportowania) z podpowiedziami,
- Pomiary – umożliwia wybranie serii danego eksperymentu i otwarcie okna programu przeglądania i kasowania danych pomiarowych,
- Odśwież – kasuje zawartość wypełnionych pól tekstowych uzupełniając ich zawartość wartościami domyślnymi (podpowiedziami),
- Zakończ – kończy działanie programu analizy i generowania sprawozdania i powraca do wirtualnego ćwiczenia.

Zawartość wypełnionego sprawozdania jest dostępna nawet po wyjściu z okna analizy, a więc sprawozdanie można uzupełniać na bieżąco w trakcie wykonywania ćwiczenia. Skasowaniu mogą ulec, niektóre dopasowania krzywych pomiarowych. Rys. 10 przedstawia widok okna raportowania.



Rys. 10 Okno analizy wyników i generowania sprawozdania

4.2. Wykonanie ćwiczenia

W celu wykonania ćwiczenia należy dla danych wartości R, C i L dokonać pomiaru wartości prądu elektrycznego wokoło częstotliwości rezonansowej, przy ustalonym napięciu źródła pobudzającego. Przed przystąpieniem do pomiarów należy wykonać poniższe czynności,

1. Wyciągnij aparaturę – wyjmij przyrządy z magazynku ręcznie, lub automatycznie przyciskiem „Wyciągnij Aparaturę”,
2. Podłączyć aparaturę – można to zrobić ręcznie klikając na odpowiedni przycisk symbolizujący doprowadzenie danego połączenia elektrycznego lub interfejsu komunikacyjnego, lub automatycznie klikając przycisk „Podłącz Aparaturę”,
3. Włącz aparaturę – włącz zasilanie w aparaturze pomiarowej i program akwizycji danych, można to zrobić ręcznie lub automatycznie klikając przycisk „Włącz Aparaturę”,
4. Wybierz wartości elementów R, C i L – można to zrobić za pomocą menu wyboru wartości RLC.

Po podłączeniu i włączeniu aparatury można przejść do wykonywania pomiaru wartości prądu przepływającego przez obwód RLC. Ćwiczenie można wykonać postępując zgodnie z następującymi krokami,

1. Ustaw napięcie na generatorze i częstotliwość początkową,
2. Dodaj pomiar do wykresu wciskając przycisk „Dodaj Pomiar”,
3. Ustaw nową wartość częstotliwości,
4. Powtarzaj punkty 2-3 do momentu zebrania wystarczającej ilości punktów, które pokryją charakterystykę wokoło częstotliwości rezonansowej.

Punkty 2-4 można wykonać automatycznie poprzez, kliknięcie przycisku „Pomiary Auto”, ustawieniu parametrów pomiaru w otwartym okienku, zatwierdzeniu parametrów i wybraniu przycisku „Start”. Przed przystąpieniem do wykonywania ćwiczenia warto sobie wyliczyć spodziewaną częstotliwość rezonansową układu dla wybranych wartości L i C ze wzoru (9), (12) i odpowiednio dobrać zakres pomiarowy (najlepiej w granicach $\pm 20-30\%$ wokoło częstotliwości rezonansowej). Pomiary charakterystyki prądu należy wykonać zarówno dla obwodu szeregowego jak i równoległego. Należy pamiętać aby przy wyborze nowego obwodu RLC należy zmienić także program akwizycji danych na wirtualnym laptopie. Po zebraniu



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

wystarczającej liczby pomiarów należy przejść do okna generowania sprawozdania. W oknie należy uzupełnić wszystkie informacje i wygenerować raport w formie PDF (zobacz punkt 4.1.4).