

Instrukcja do ćwiczenia na platformie **CircuitLab** „Badanie szeregowego filtra rezonansowego RLC”

1 Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z charakterystykami amplitudowymi i fazowymi szeregowego obwodu rezonansowego RLC. Badanie charakterystyk wykonuje się za pomocą symulatora *Simulation Program With Integrated Circuit Emphasis* (SPICE) na platformie CircuitLab (www.circuitlab.com.)

2 Wymagania

Znajomość podstaw obwodów prądu zmiennego, filtra RLC, i analizy danych doświadczalnych. Dostęp do komputera i łącza internetowego.

3 Dostęp do platformy CircuitLab

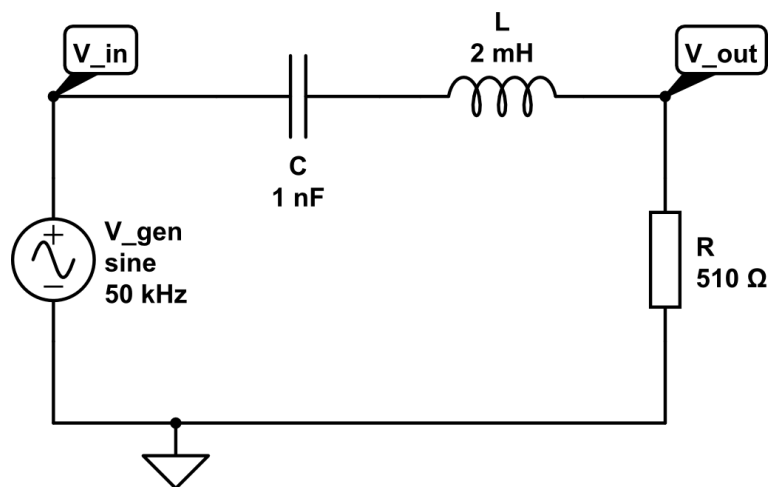
1. W przeglądarce internetowej otwórz stronę platformy: www.circuitlab.com.
2. Zaloguj się na konto użytkownika **pfe2020**
Password: pfe1234
3. W workbench'u użytkownika utwórz nowy projekt o nazwie <inicjaly><nr_albumu>
(np.: xx123456)

4 Wykonanie ćwiczenia

4.1 Budowa układu

W panelu *Built* swojego projektu wykonaj następujące polecenia:

1. Zmontuj układ pomiarowy z komponentów dostępnych w menu *Select* wg schematu z rysunku 1
2. Klikając prawym przyciskiem myszy na każdy z komponentów w trybie *Edit parameters*, ustaw jego parametry:
 - pojemność kondensatora: 1nF
 - indukcyjność cewki: 2mH



Rysunek 1: Schemat układu RLC

- rezystancja opornika: 510Ω
- sygnał sinusoidalny o częstotliwości 50 kHz

4.2 Badanie działania idealnego układu elektronicznego

Po zmontowaniu i skonfigurowaniu układu elektronicznego, przejdź do panelu *Simulate* i wykonaj podstawową analizę działania idealnego układu elektronicznego:

1. Zaobserwuj przykładowy przebieg czasowy dla napięcia wejściowego i wyjściowego.
Wskazówka: Symulacja przebiegu czasowego jest dostępna w zakładce **Time Domain**. W celu wykreślenia zależności napięcia od czasu wybierz opcję **Add expression** i zdefiniuj wyrażenie funkcję pomiarową: $V(x)$, gdzie x to nazwa węzła pomiarowego, np. V_{in} . Aby uruchomić symulację, kliknij przycisk **Run Time Domain Simulation**. Długość okna czasowego oraz częstość próbkowania sygnału dostosuj tak, aby zaobserwować 1-4 pełne i niezniekształcone okresy sygnału sinusoidalnego.
2. Przeprowadź analizę działania układu w funkcji częstotliwości sygnału i zbadaj jego charakterystykę amplitudową i fazową. Wykreśl zależności: $U_{in}(f)$, $U_{out}(f)$, $T(f) = \frac{U_{out}(f)}{U_{in}(f)}$ oraz $\phi(f)$. Na podstawie wykresów, określ częstotliwość rezonansową układu i jego pasmo przenoszenia.
Wskazówka: Analiza częstotliwościowa jest dostępna w zakładce **Frequency Domain**. Jako “wejscie” podaj nazwę generator zdefiniowa-

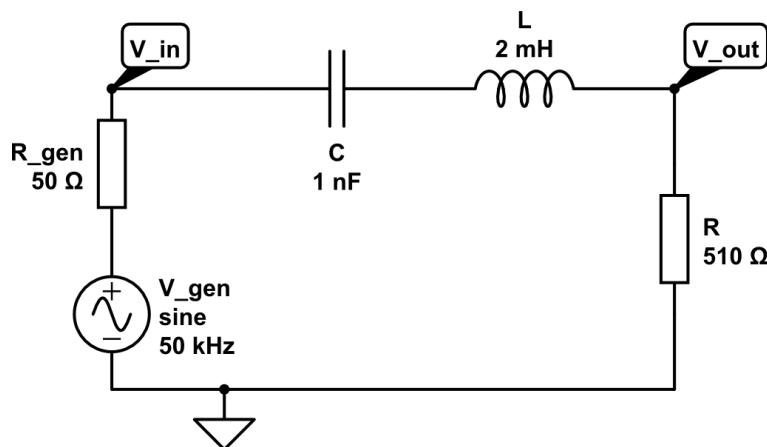
nego w procesie budowy układu. Następnie określ przedział badanych częstotliwości (np. 10k–1M) i liczbę punktów na dekadę (np. 100). Aby wykreślić zależność przesunięcia fazowego od częstotliwości, zdefiniuj funkcję: $PHDEG(V(V_{out}))$. Aby uruchomić symulację, kliknij przycisk **Run Frequency-Domain Simulation**. Modyfikacje graficzne wykresów są dostępne w menu **Advanced Graphing**

3. Wróć do panelu **Built** i zmień opór opornika na 51Ω . Następnie w panelu **Simulate** wykonaj ponownie analizę z punktu 2., określ częstotliwość rezonansową i szerokość pasma przenoszenia. Porównaj wyniki dla obu oporników.

4.3 Urzeczywistnianie układu elektronicznego

Idealny układ elektroniczny, jak ten badany w poprzednim punkcie, nie uwzględnia efektów związanych z impedancją generatora funkcyjnego oraz impedancją pasozytniczą rzeczywistych elementów elektronicznych układu. Celem tej części ćwiczenia jest zaobserwowanie, jak na działanie układu wpływa uwzględnienie rzeczywistych impedancji układu.

1. Zmodyfikuj układ elektroniczny zgodnie z rysunkiem 2, uwzględniając w nim impedancję wewnętrzną generatora równą 50Ω . Zaobserwuj, jak



Rysunek 2: Schemat układu RLC z uwzględnieniem impedancji generatora.

ta modyfikacja wpływa na działanie układu w funkcji częstotliwości.

2. Uwzględnij impedancje pasozytnicze elementów układu:
 - cewki: 10Ω

- kondensatora: 46Ω

Zaobserwuj, jak ta modyfikacja wpływa na działanie układu w funkcji częstotliwości i porównaj to z działaniem układu idealnego.

Wskazówka: Rezystancje pasożytniczą (R_ESR) można ustawić w menu *Edit parameters* każdego elementu.

4.4 *Inne wersje układu

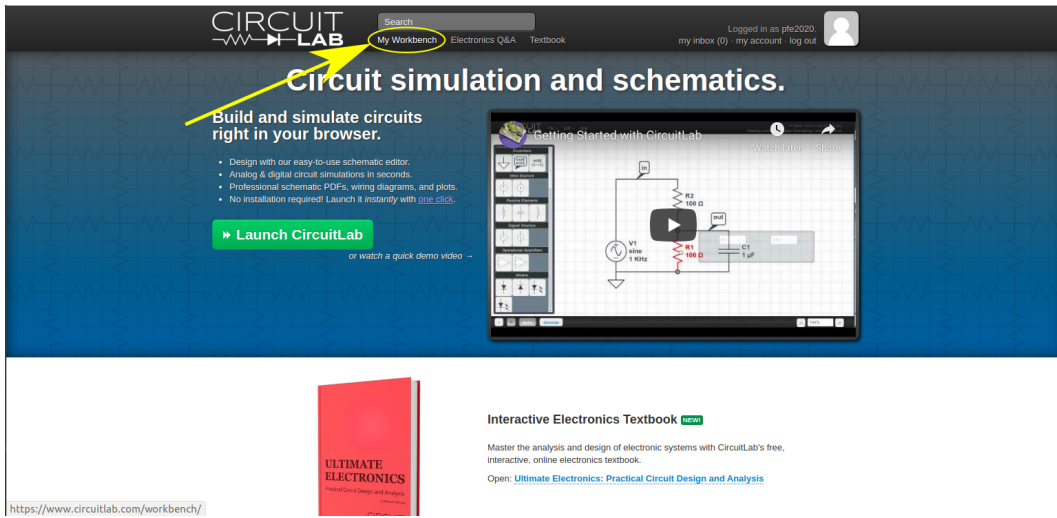
W tej części ćwiczenia wykonaj dodatkowe modyfikacje (już rzeczywistego) układu elektronicznego.

1. Przebuduj układ, zastępując kondensator C dwoma jednakowymi kondensatorami C połączonymi raz szeregowo, raz równolegle (pozostawić opornik 50Ω). W każdym przypadku wyznacz wartość częstotliwości rezonansowej.
2. Przebuduj układ, wykorzystując jeden kondensator C i dwie indukcyjności L, połączone raz szeregowo, raz równolegle (pozostawić opornik 50Ω). W każdym przypadku wyznacz wartość częstotliwości rezonansowej. Co można powiedzieć o wypadkowej indukcyjności w połączeniu szeregowym i równoległym?

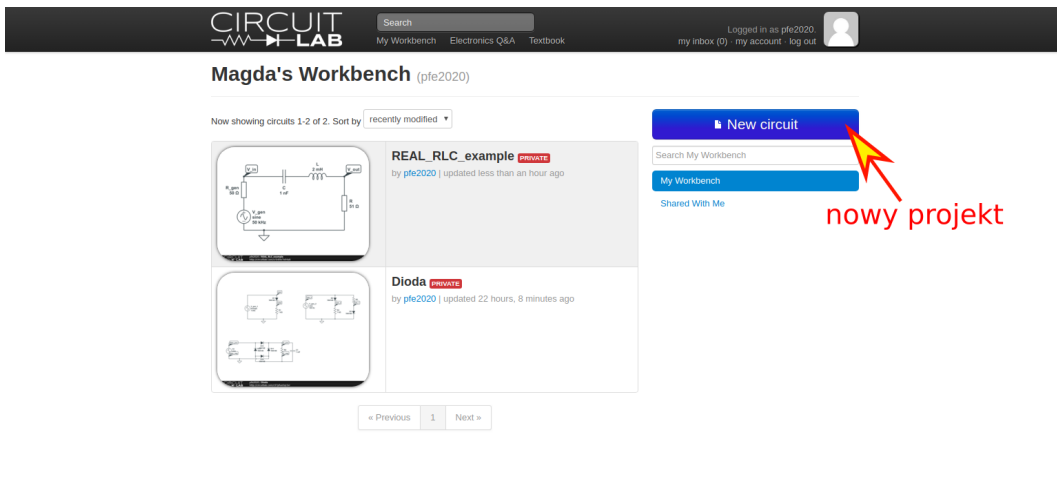
Miłej zabawy!

Dodatkowe informacje

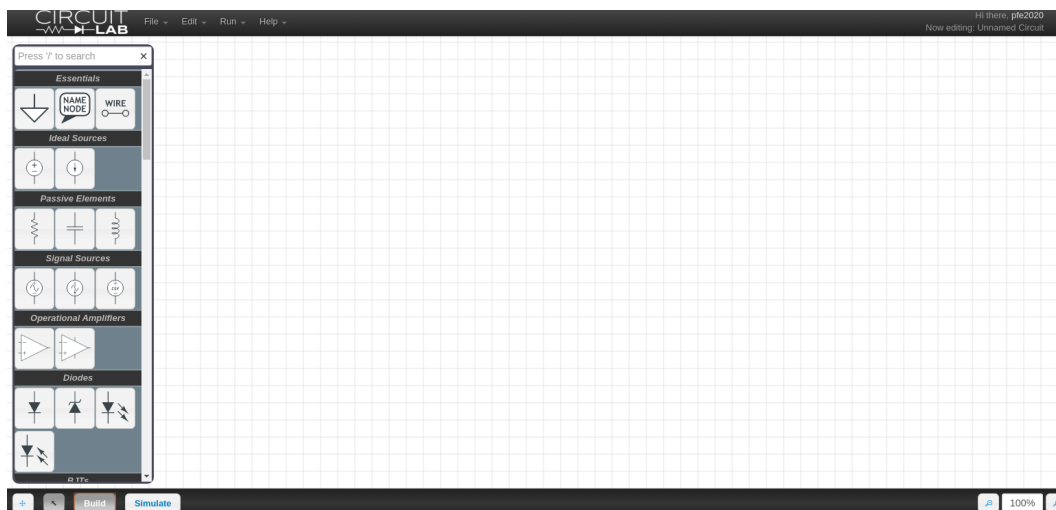
- Pokazowy, rzeczywisty układ RLC jest dostępny po zalogowaniu w projekcie: REAL_RLC_example
Proszę go nie modyfikować.
- Przydatna może okazać się dokumentacja platformy: <https://www.circuitlab.com/docs/>
- Kilka zrzutów z ekranu pomocnych w nawigacji:



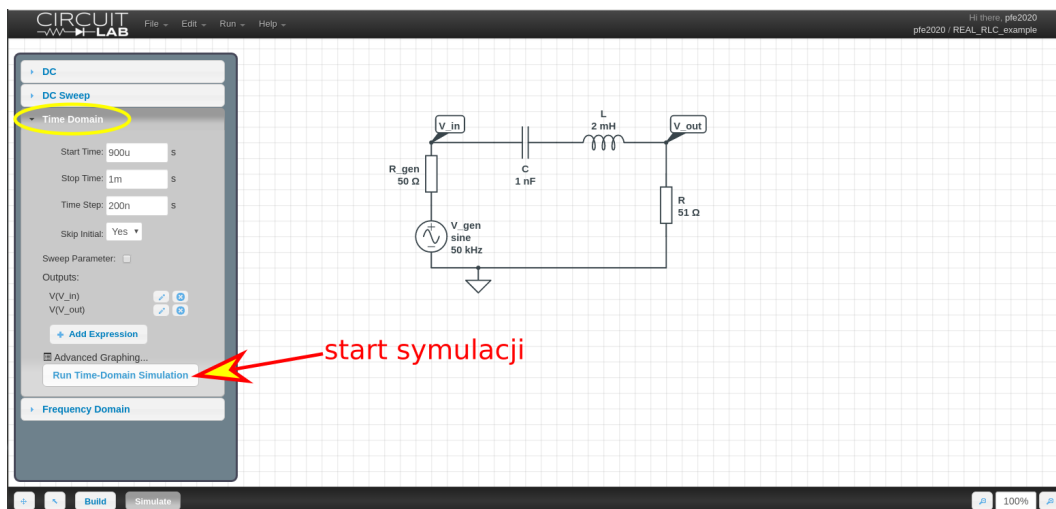
Rysunek 3: Panel startowy.



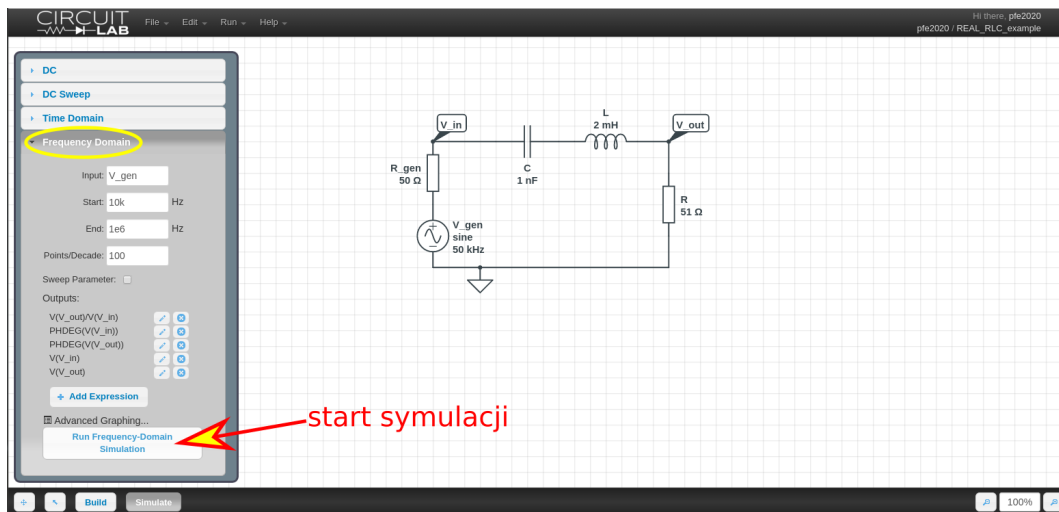
Rysunek 4: Workbench.



Rysunek 5: Panel Build - gotowy do montowania nowego układu elektronicznego.



Rysunek 6: Panel **Simulate** – analiza przebiegów czasowych.



Rysunek 7: Panel **Simulate** – analiza w funkcji częstotliwości.