

Ćwiczenie nr 5

Badanie stanów nieustalonych w obwodach elektrycznych przy wymuszeniu stałym

1. Cel ćwiczenia

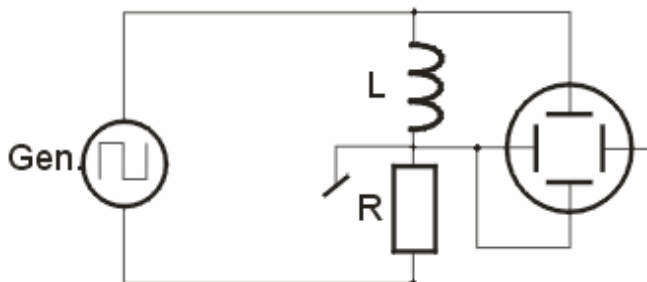
Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z zachowaniem obwodu szeregowego RC, RL, RLC o parametrach skupionych przy załączeniu i wyłączeniu napięcia stałego, poznanie metod analizy i obserwacji stanów nieustalonych oraz trajektorii fazowych na oscyloskopie.

2. Program badań

2.1. Obserwacje na oscyloskopie prądów, napięć i trajektorii fazowych w gałęzi RL

- *badanie przebiegów czasowych*

Schemat połączeń badanego układu przedstawiono na rysunku 5.1.




Rys. 5.1. Układ do obserwacji prądów, napięć i trajektorii fazowej w gałęzi RL



Powyższy układ można zrealizować przy następujących wartościach jego elementów:

- opornik dekadowy - 2 k Ω ,
- indukcyjność dekadowa - 0,7 H,
- na generatorze ustawić: generowanie przebiegu prostokątnego o częstotliwości - 70 Hz,
- na oscyloskopie przykładowo ustawić: wzmocnienie kanału 1 (osi X) - 2 V/cm, wzmocnienie kanału 2 (osi Y) - 10 mV/cm, podstawę czasu - 10 ms/cm.

Po połączeniu układu i zasileniu go z generatora, na kanale 1 oscyloskopu uzyskamy przebiegi czasowe prądu i_L , natomiast kanał 2 pokaże przebiegi czasowe napięcia cewki u_L .

- *badanie trajektorii fazowych*

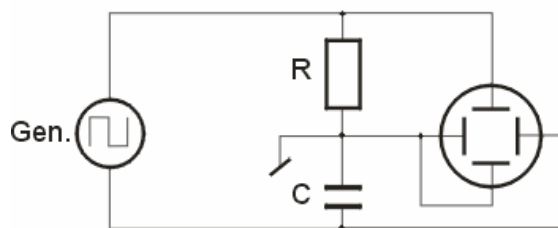
Należy wcisnąć na oscyloskopie przycisk  i z menu wybrać rodzaj pracy XY.

Na ekranie oscyloskopu uzyskamy przebieg trajektorii fazowej prądu i_L w gałęzi RL. Zaobserwowane przebiegi prądu i_L , napięcia u_L i trajektorii fazowej prądu i_L narysować wzorując się na rys. 5.4. Przebiegi można wydrukować na drukarce znajdującej się przy stanowisku wykorzystując przycisk oscyloskopu  oraz  w menu ekranu.

2.2. Obserwacje na oscyloskopie prądów, napięć i trajektorii fazowych w gałęzi RC

- *badanie przebiegów czasowych*

Schemat połączeń układu jest analogiczny do rysunku 5.1, należy tylko zastąpić indukcyjność dekadową - pojemnością dekadową, połączenia pozostają takie same.



Rys. 5.2. Układ do obserwacji prądów, napięć i trajektorii fazowych w gałęzi RC

Układ przedstawiony na rysunku 5.2 można zrealizować przy następujących parametrach jego elementów:

- opornik dekadowy - 2 kΩ,
- pojemność dekadowa - 1 μF,
- na generatorze ustawić: generowanie przebiegu prostokątnego o częstotliwości - 70 Hz,
- na oscyloskopie ustawić: wzmocnienie kanału 1 (osi X) - 2 V/cm, wzmocnienie kanału 2 (osi Y) - 5 V/cm, podstawę czasu - 10 ms/cm,

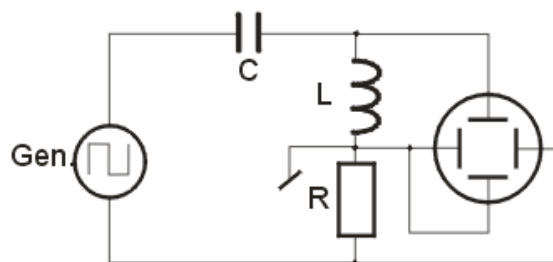
Po połączeniu układu i zasileniu go z generatora, na kanale 1 oscyloskopu uzyskamy przebiegi napięcia na kondensatorze u_C , natomiast kanał 2 pokaże nam przebiegi prądu i_C .

- *badanie trajektorii fazowych*

Należy nacisnąć na oscyloskopie przycisk Main
Delayed i z menu wybrać rodzaj pracy XY. Na ekranie oscyloskopu uzyskamy przebieg trajektorii fazowej napięcia u_C . Zaobserwowane przebiegi napięcia u_C , prądu i_C i trajektorii fazowej napięcia u_C .

2.3. Obserwacje na oscyloskopie prądów, napięć i trajektorii fazowych w gałęzi RLC

- *badanie przebiegów czasowych*



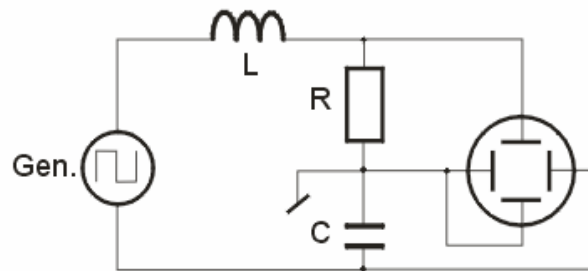
Rys. 5.3. Układ do obserwacji prądów, napięć i trajektorii fazowych na cewce w gałęzi RLC

Dla przypadku oscylacyjnego ($R < 2\sqrt{\frac{L}{C}}$) - powyższy obwód można zrealizować przy następujących parametrach elementów:

- opornik dekadowy - 900 Ω,
- indukcyjność dekadowa - 0,6 H,
- pojemność dekadowa - 0,1 μF,
- na generatorze ustawić: przebieg prostokątny o częstotliwości - 100 Hz,
- wzmocnienie kanału 1 (osi X) - 2 V/cm, wzmocnienie kanału 2 (osi Y) - 5 mV/cm, podstawa czasu - 0,5 ms/cm.

Dla przypadku aperiodycznego ($R > 2\sqrt{\frac{L}{C}}$) - obwód z rys. 5.3 można zrealizować przy następujących parametrach poszczególnych elementów:

- opornik dekadowy - 3 k Ω ,
- indukcyjność dekadowa - 0,9 H,
- pojemność dekadowa - 0,1 μ F,
- na generatorze ustawić: przebieg prostokątny o częstotliwości - 100 Hz,
- wzmocnienie kanału 1 (osi X) - 2 V/cm, wzmocnienie kanału 2 (osi Y) - 5 V/cm, podstawa czasu - 0,5 ms/cm.



Rys. 5.4. Układ do obserwacji prądów, napięć i trajektorii fazowych na kondensatorze w gałęzi RLC

- *badanie trajektorii fazowych*

Należy zaobserwować trajektorie fazowe prądu cewki i_L oraz napięcia na pojemności u_C dla obu przypadków: oscylacyjnego i aperiodycznego. Zaobserwowane przebiegi napięcia u_C , prądu i_C i trajektorii fazowej napięcia u_C , prądu i_L , napięcia u_L , trajektorii fazowej prądu i_L narysować wzorując się na rysunkach:

- dla trajektorii fazowej napięcia u_C rys. 5.7 i 5.10.
- dla trajektorii fazowej prądu i_L rys. 5.8 i 5.11.

- *obserwacja drgań własnych obwodu*

Dla przypadku oscylacyjnego ($R < 2\sqrt{\frac{L}{C}}$)

Układ badamy zgodnie ze schematem przedstawionym na rys. 5.5.

W celu obserwacji drgań własnych obwodu ustawić na generatorze przebieg prostokątny. Obserwowane przebiegi, to prąd płynący w obwodzie ($i \sim u_R$) oraz napięcie na kondensatorze. Odczytać z oscyloskopu częstość pulsacji drgań wykorzystując dostępne w oscyloskopie kursory oraz przerysować obserwowane przebiegi prądu i napięcia u_C .

3. Opracowanie wyników

1. Wykonać rysunki zaobserwowanych przebiegów naniesione na układ współrzędnych z zaznaczeniem charakterystycznych punktów przy wymuszeniu stałym. Na tym samym rysunku narysować charakterystyki teoretyczne.
2. Określić stałe czasowe obwodów RL, RC oraz stałą tłumienia α i częstotliwość własną obwodu RLC na podstawie zaobserwowanych przebiegów oraz obliczyć je bezpośrednio na podstawie wartości elementów.
3. Omówić wpływ zmian parametrów obwodu na poszczególne przebiegi.
4. Obliczyć częstotliwość rezonansową obwodu i porównać z częstotliwością otrzymaną z pomiarów.