

Ćw. 5 Generatory sinusoidalne LC

1. Cel ćwiczenia

Tematem ćwiczenia są podstawowe zagadnienia dotyczące generacji napięcia sinusoidalnego. Ćwiczenie składa się z dwóch części. Pierwsza z nich, mająca charakter wprowadzenia, poświęcona jest badaniom podstawowych właściwości generator Collpittsa, Clappa i Hartleya. W drugiej badane są generatory funkcyjne oparte o wzmacniacze operacyjne.

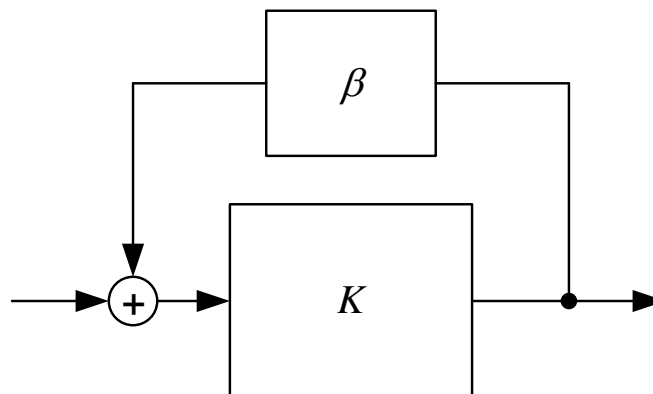
Celem ćwiczenia jest zilustrowanie jakościowych i ilościowych zależności rządzących podstawowymi układami generatorów, zwłaszcza dotyczących częstotliwości pracy i jej stałości. Drugim istotnym wątkiem jest jakościowe poznanie zjawisk występujących w układach generacji przebiegów.

2. Wymagane informacje

Warunki generacji drgań (amplitudowy i fazowy), budowa podstawowych generatorów sinusoidalnych (Collpittsa, Czappa, Hartleya), działanie układów opartych o wzmacniacz operacyjny).

3. Wprowadzenie teoretyczne

Źródłem sygnałów zmiennych dla układów elektronicznych są generatory. Aby w układzie, którego wzmacnienie wynosi K , natomiast wzmacnienie elementów w ścieżce sprzężenia zwrotnego wynosi β (Rys.1.) mogła wystąpić generacja drgań konieczne jest jednoczesne spełnienie warunków generacji: amplitudowego i fazowego.



Rys.1. Schemat układu ze sprzężeniem zwrotnym.

Warunki te przyjmują następującą postać:

- amplitudowy

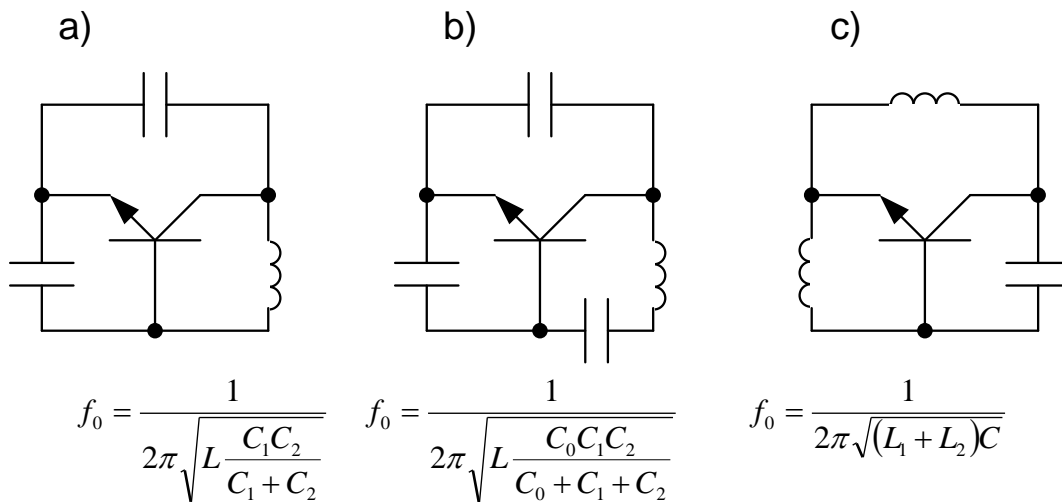
$$|K\beta| = 1 \quad \text{lub} \quad \text{Re}(K\beta) = 1$$

- fazowy

$$(\varphi_K + \varphi_\beta) = 2\pi n \quad \text{lub} \quad \text{Im}(K\beta) = 2\pi n \quad \text{gdzie } n = 0, 1, \dots$$

Oznacza to, że generowany będzie sygnał o takiej częstotliwości dla której poprzez sprzężenie zwrotne występuje odwrócenie fazy oraz nie jest ona tłumiona przez układ.

W przypadku generatorów drgań sinusoidalnych najprostsze są konstrukcje tzw. generatorów „trójkońcówkowych” opartych na tranzystorach jako elementach aktywnych z obwodami rezonansowymi, w których występuje wymiana energii pola elektrycznego na energię pola magnetycznego. Przykłady takich generatorów przedstawia Rys.2.

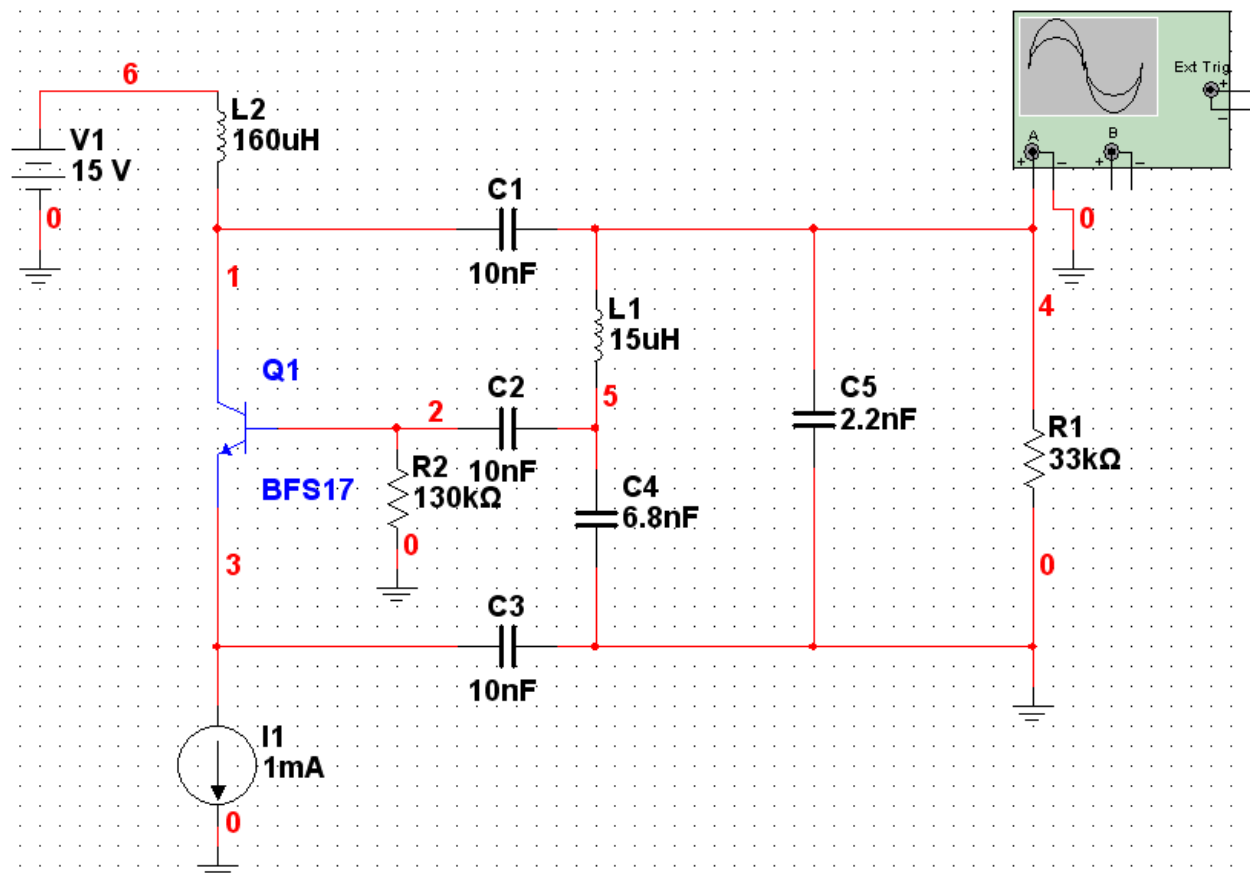


Rys.2. Obwody rezonansowe i częstotliwości drgań generatorów: a) Colpittsa, b) Clappa, c) Hartleya.

4. Wykonanie ćwiczenia

4.1. Badanie generatora Collpittsa

Rys.3 przedstawia schemat generatora Collpittsa. Tranzystor T_1 jest zasilany od strony emitera prądowo przez regulowane w pewnych granicach źródło prądowe zaś od strony kolektora napięciowo przez dławik. Tranzystor T_1 jest elementem aktywnym badanych generatorów z dzieloną pojemnością. Trzy kondensatory przy jego końcówkach służą do odseparowania obwodu rezonansowego i obwodów zasilania.



Rys.3. Schemat do badania generatora Collpittsa.

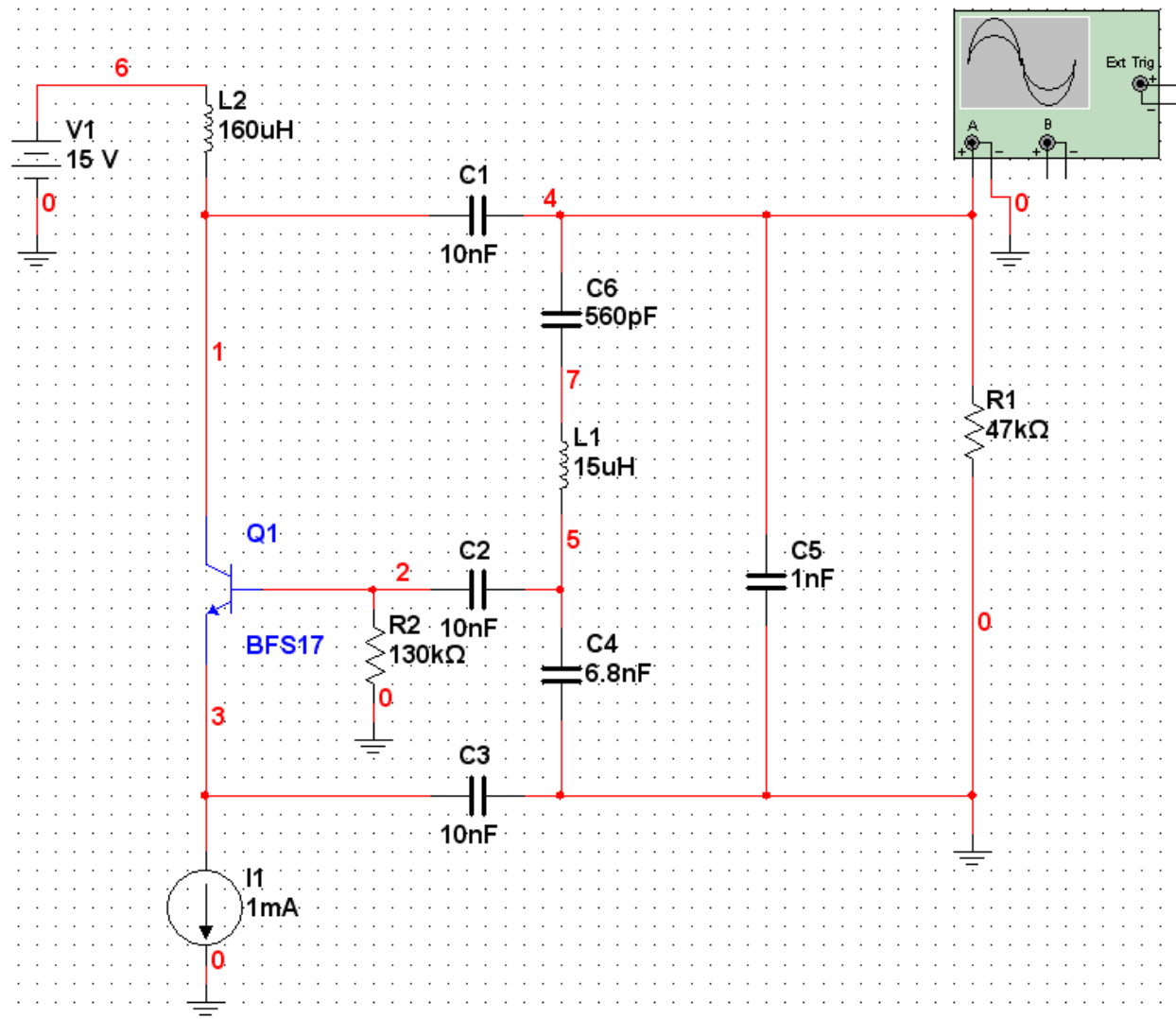
Do badania generatora należy użyć wartości elementów zawartych w poniższej tabeli (każda grupa innych).

Grupa	L1 [uH]	C5 [nF]	R1 [kΩ]
A	15	2.2	33
B	15	1	33
C	15	0.5	47
D	30	1	33

Dla zadanych wartości elementów należy zmierzyć za pomocą oscyloskopu częstotliwość generowanych drgań dla kilku wartości prądu emitera (np. 0.8mA, 1mA, 1,5mA, 2mA). W sprawozdaniu zawrzyj wniosek dotyczący stałości częstotliwości drgań generatora. Porównaj generowaną częstotliwość z obliczeniami teoretycznymi.

4.2. Badanie generatora Clappa

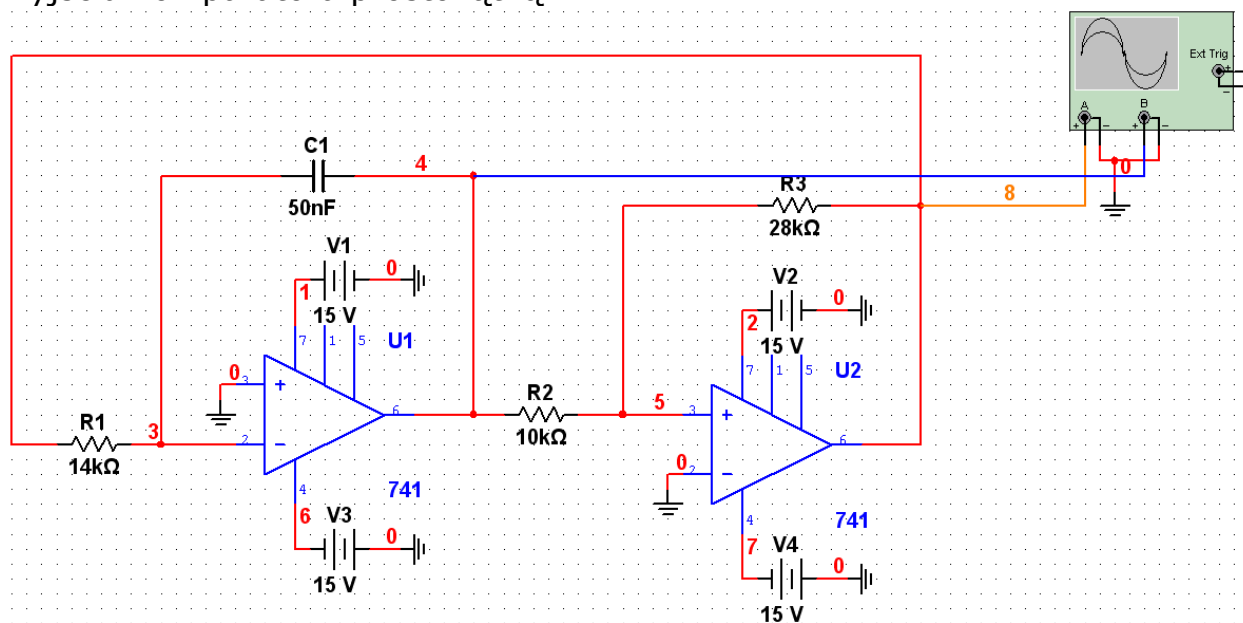
Rozbuduj wcześniejszy schemat do postaci przedstawionej na Rys.4. Dokonaj analogicznych pomiarów jak w punkcie poprzednim. W sprawozdaniu zawrzyj wniosek dotyczący stałości generowanej częstotliwości. Porównaj ją z wartością obliczoną teoretycznie. Zastanów się w jakim celu może być stosowane rozbudowanie generatora Collpittsa do generatora Clappa.



Rys.4. Schemat do badania generatora Clappa.

4.3. Badanie generatora fali prostokątnej i trójkątnej

Oprócz drgań sinusoidalnych możliwe jest również wytworzenie sygnałów o innym kształcie. Rys.5 przedstawia przykładowy generator fal o kształcie trójkąta i prostokąta oparty o dwa wzmacniacze operacyjne '741'. Pierwszy z nich pracuje jako układ całkujący drugi jako komparator. Generacja drgań odbywa się dzięki pętli sprzężenia zwrotnego. Początkowo kondensator jest ładowany, po przekroczeniu napięcia masy zmienia się stan na wyjściu komparatora i w następstwie następuje rozładowywanie kondensatora i kolejna zmiana stanu na wyjściu komparatora. W wyniku tego procesu na wyjściu integratora można obserwować falę trójkątną, a na wyjściu komparatora prostokątną.



Rys.5. Schemat do badania generatora funkcyjnego.

W powyższym układzie należy zaobserwować generację sygnałów trójkątnego i prostokątnego. Zanotować i zamieścić w sprawozdaniu częstotliwości tych sygnałów a następnie porównać je z wartością teoretyczną wynoszącą $f_0 = \frac{1}{R_1 C_1}$. Do budowy układu każda z grup powinna użyć innej wartości elementów z tabeli.

Grupa	C1 [nF]	R1 [kΩ]
A	5	140
B	25	28
C	50	14
D	250	2.8

5. **Opracowanie wyników**

W sprawozdaniu z ćwiczenia powinny się znaleźć:

- schematy badanych generatorów „trójkońcówkowych”,
- uzyskane przebiegi czasowe generowanych drgań,
- zaobserwowane częstotliwości oscylacji,
- porównanie z teoretycznymi wartościami drgań układów,
- schemat badanego generatora funkcyjnego,
- uzyskane przebiegi trójkątny i prostokątny wraz z zaobserwowaną częstotliwością oscylacji,
- porównanie z teoretyczną wartością drgań,
- wnioski.

6. **Literatura**

- [1] „Elementy i układy elektroniczne. Część 2.”, pod red. S. Kuty, Wydawnictwa AGH, Kraków 2000, Rozdział 2 „Generatory drgań sinusoidalnych” (s. 41-75)
- [1] U. Tietze, Ch. Schenk „Układy półprzewodnikowe”, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1996, Rozdział 15 „Generatory” (s. 482-511)
- [2] P. Horowitz, W. Hill „Sztuka elektroniki. Część 1.”, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1995, Rozdziały 5.12-5.19 (s. 301-324)