

Generatory

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.

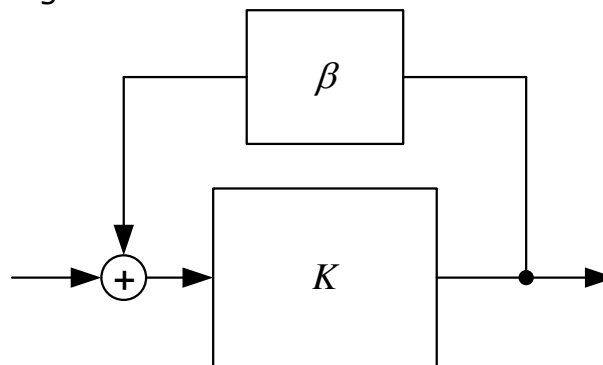
Celem ćwiczenia jest zilustrowanie jakościowych i ilościowych zależności rządzących podstawowymi układami generatorów, zwłaszcza dotyczących częstotliwości pracy i jej stałości. Drugim istotnym wątkiem jest jakościowe poznanie zjawisk występujących w układach generacji przebiegów.

2. Wymagane informacje

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

3. Wprowadzenie teoretyczne

Źródłem sygnałów zmiennych dla układów elektronicznych są generatory. Aby w układzie, którego wzmocnienie wynosi K , natomiast wzmocnienie 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

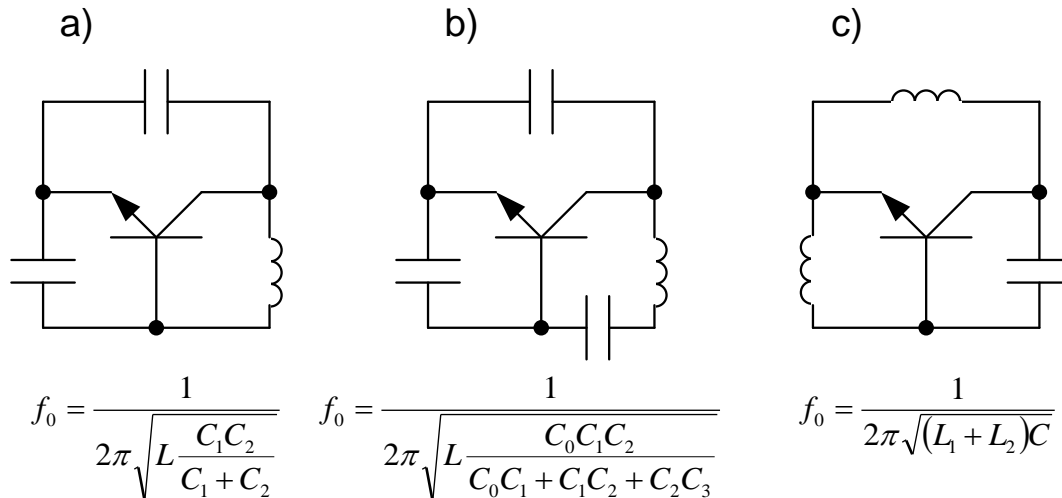
$$|K\beta| = 1 \quad \text{lub} \quad \text{Re}(K\beta) = 1$$

– 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.

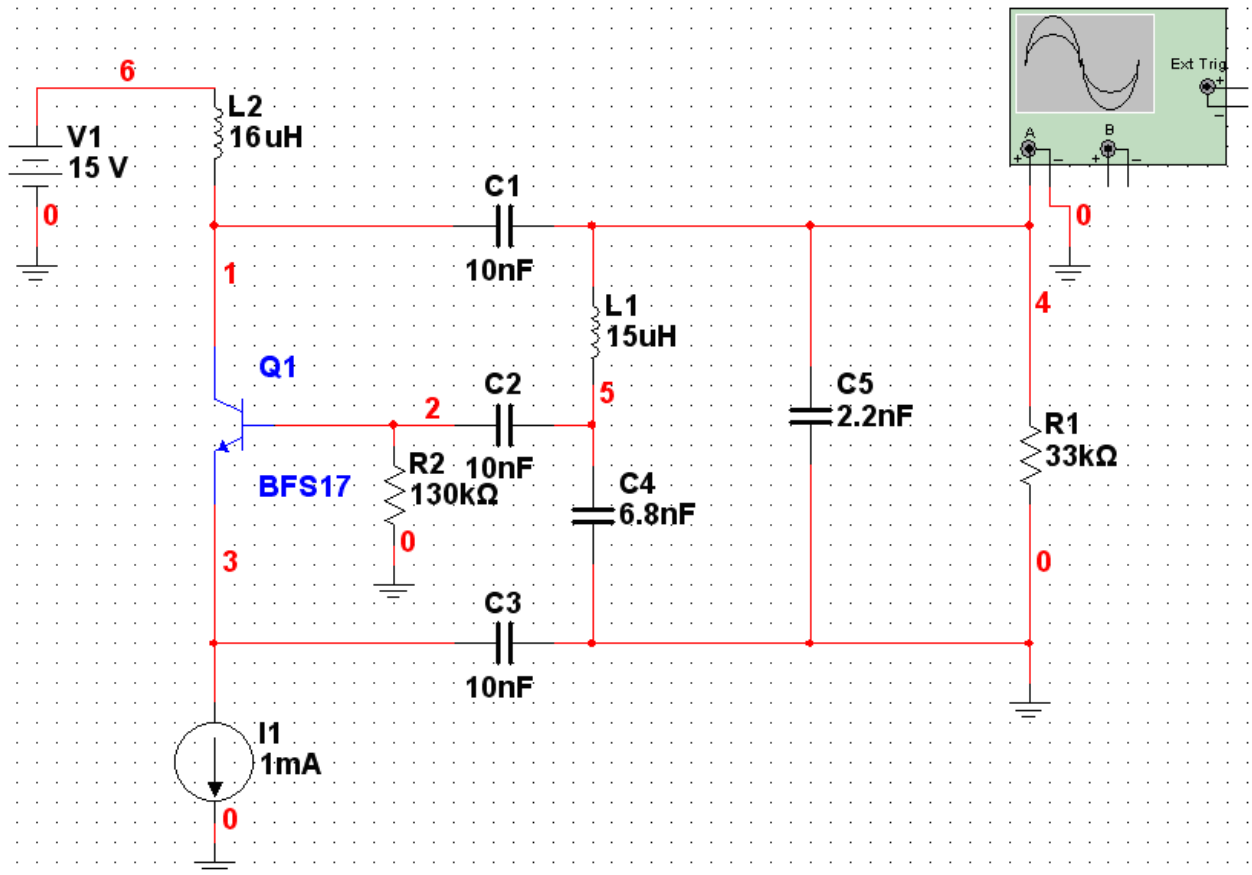


Rys.2. Obwody rezonansowe i częstotliwości drgań generatorów: a) Collpittsa, b) Clappa, c) Hartleya.

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).

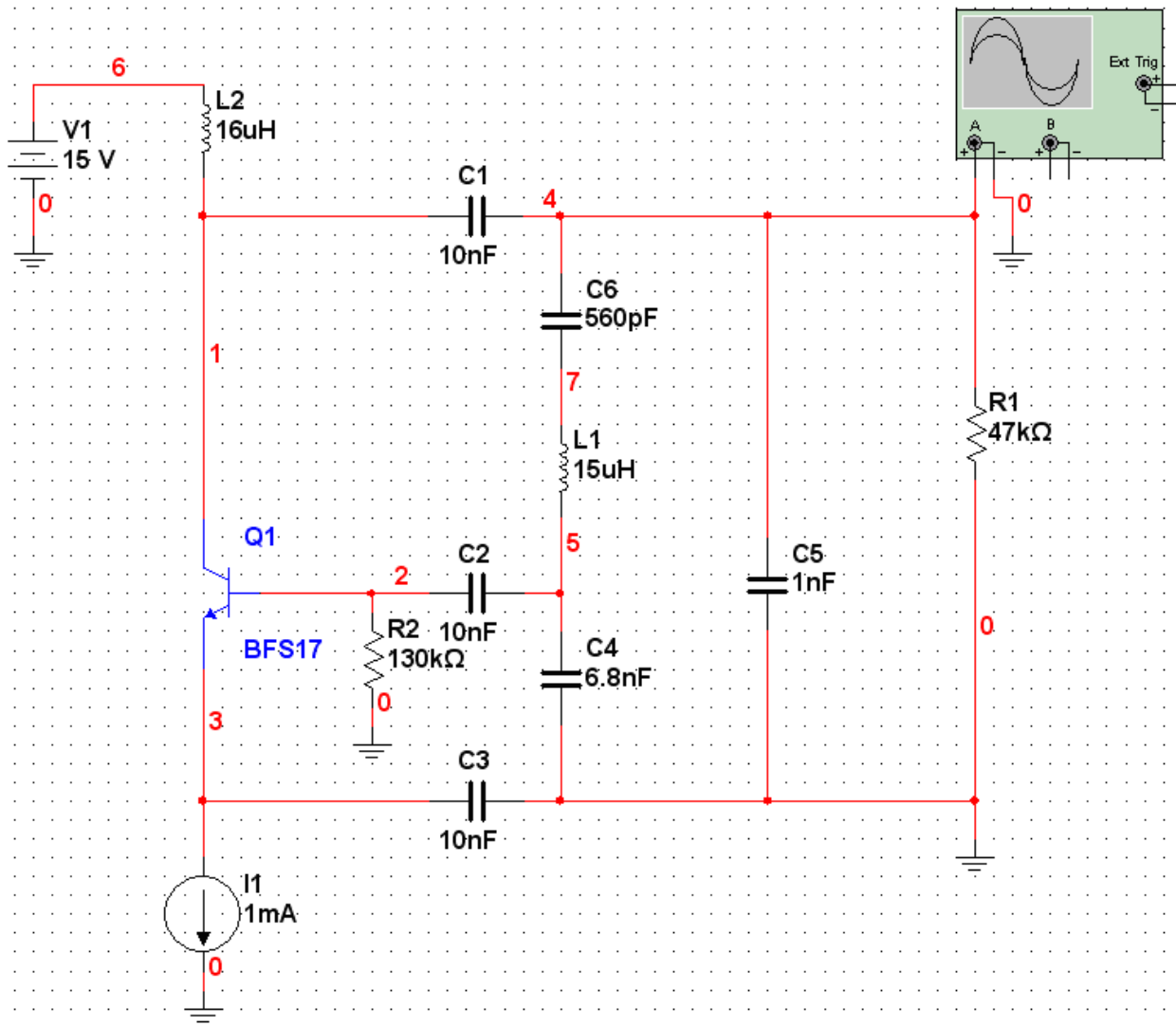
Grupa	L1 [uH]	C5 [nF]	R1 [kΩ]
A	15	2.2	33
B	15	1	33
C	15	0.5	47
D	30	1	33
E	30	0.5	47

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

4.2. Badanie generatora Clappa

Należy rozbudować wcześniejszy schemat do postaci przedstawionej na Rys.4 i dokonać analogicznych pomiarów jak w punkcie poprzednim. W sprawozdaniu należy zawrzeć wniosek dotyczący stałości generowanej częstotliwości i porównać ją z wartością obliczoną teoretycznie. Należy również

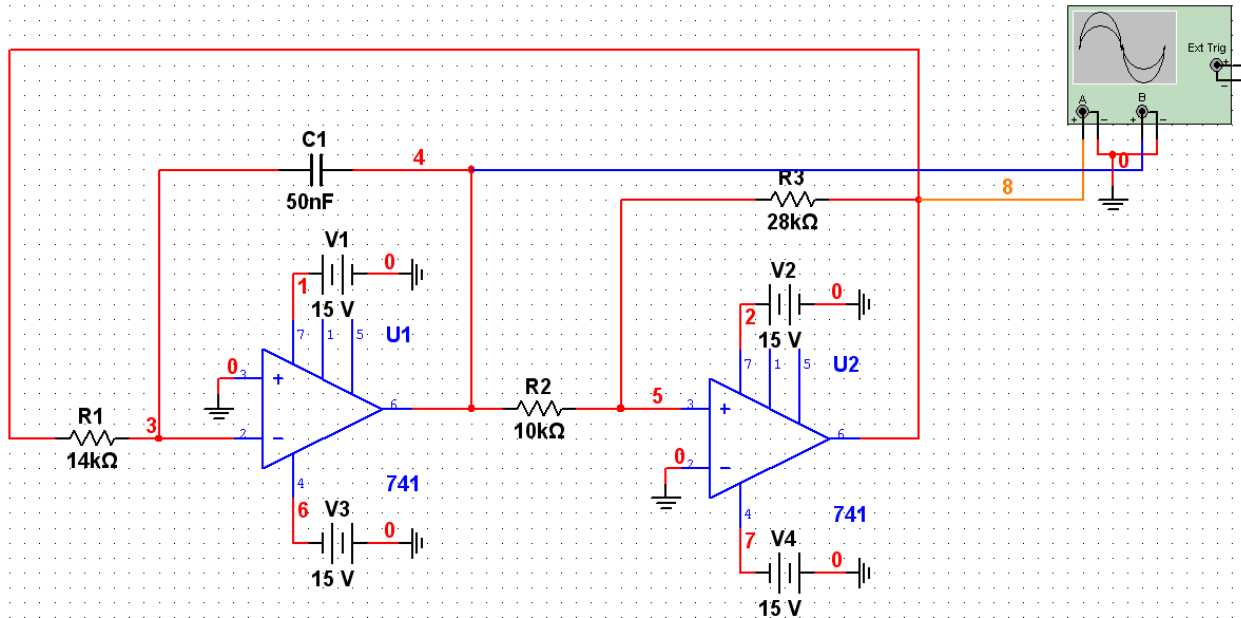
zastanowić się w jakim celu może być stosowane rozbudowanie generatora Collpittsa do generatora Clappa.



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 pierwszego napięcia przełączającego komparator zmienia się stan na wyjściu komparatora i następuje rozładowywanie kondensatora oraz kolejna zmiana stanu na wyjściu komparatora po przekroczeniu drugiego napięcia przełączającego. 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 $f_0 = \frac{1}{2R_1C_1}$. 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
E	500	1.4

5. Opracowanie wyników

W sprawozdaniu z ćwiczenia należy:

- narysować schematy badanych generatorów „trójkońcówkowych”,
- zamieścić uzyskane przebiegi czasowe generowanych drgań,
- odczytać z rysunków zaobserwowane częstotliwości oscylacji,
- porównać częstotliwości drgań z teoretycznymi wartościami drgań układów,
- narysować schemat badanego generatora funkcyjnego,
- zamieścić uzyskane przebiegi trójkątny i prostokątny wraz z zaobserwowaną częstotliwością oscylacji,
- porównać otrzymaną wartość z teoretyczną wartością drgań generatora funkcyjnego,
- wyciągnąć wnioski.

6. Literatura

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