

GENERATORY VCO i FUNKCJI (wkładki DN151A, DN151B)

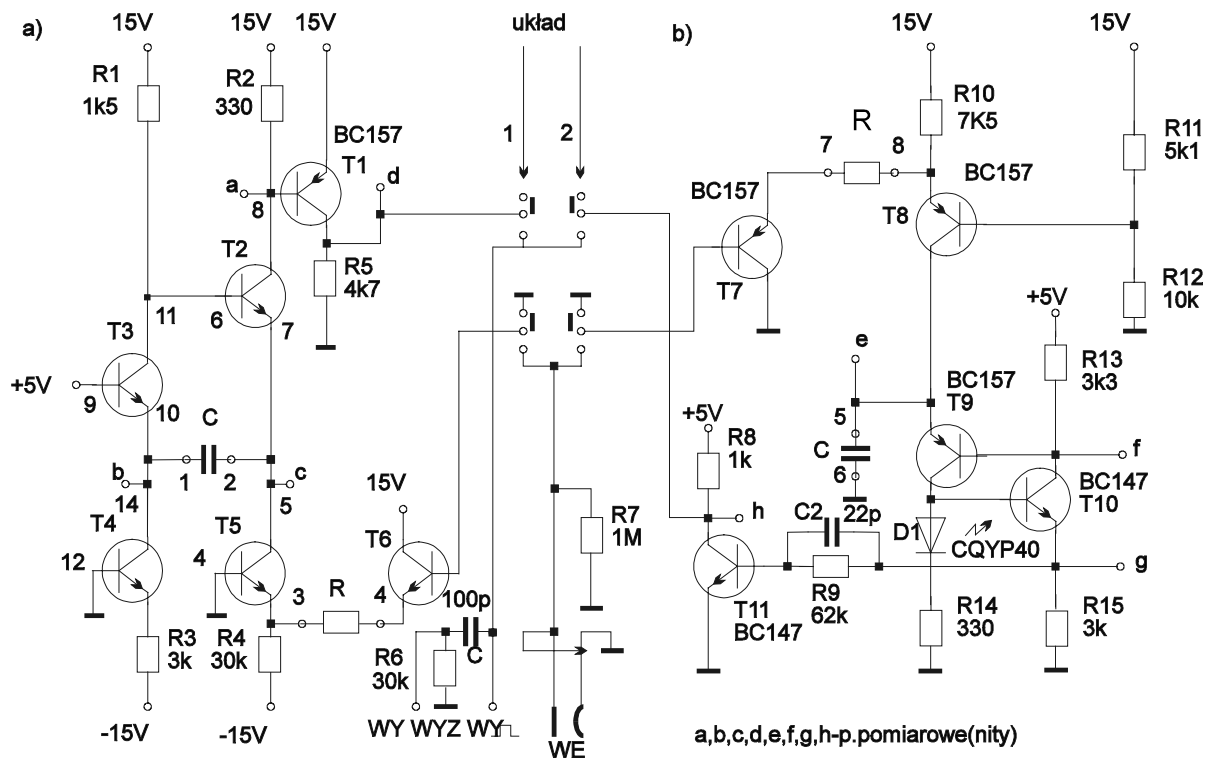
1. Wstęp

Ćwiczenie składa się z dwóch części. Pierwsza z nich polega na badaniu prostego generatora VCO, częściowo zaprojektowanego przez ćwiczących według zadanych założeń. W drugiej części badane są układy kształtujące funkcyjne diodowo-odcinkowe, z których jeden jest projektowany w czasie ćwiczenia.

2. Opis techniczny układów badanych

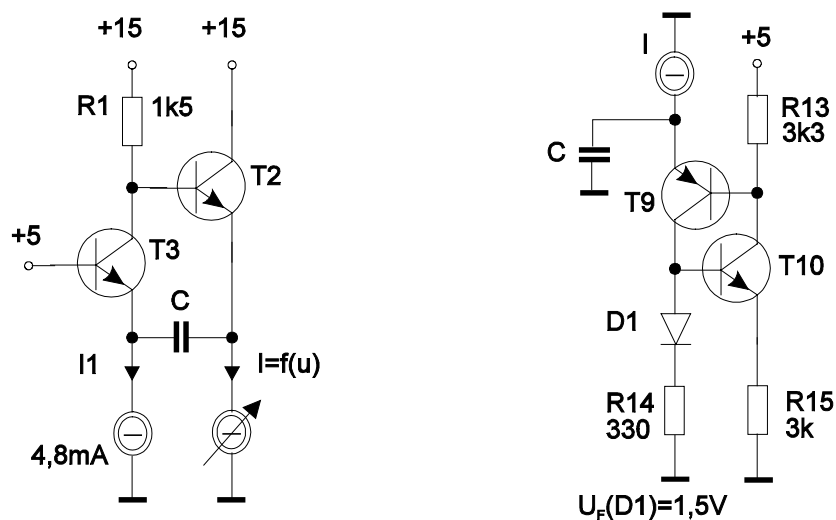
2.1. Wkładka projektowych generatorów VCO DN151A

Na płycie drukowanej wkładki DN151A znajdują się dwa układy prostych generatorów VCO (rys. 1 a i b). Pierwszy z nich jest astabilnym przerzutnikiem z emiterowym sprzężeniem pojemnościowym (tzw. układ Bowesa), zaś drugi - astabilnym przerzutnikiem z tranzystorami przeciwstawnymi pnp-npn. Uprozczone schematy ideowe tych przerzutników przedstawiono na rys. 2. Oba przerzutniki wyposażone są w stopień kształtujący wzmacniający impulsy prostokątne (R_2 , T_1 , R_5 w układzie Bo-



Rys. 1. Schemat ideowy wkładki DN151A

wesa i R_9 , C_2 , T_{11} , R_8 w układzie pnp-npn) oraz stopień wejściowy, dzięki któremu możliwe jest przestrajanie układów napięciem sterującym (T_6 , R oraz T_7 , R). Elementy R i C w obu układach są wmontowane do wkładki przez wykonującego ćwiczenie po uprzednim zaprojektowaniu układu. W zależności od położenia przełącznika "układ", na wyjścia dołączany jest układ 1 lub 2.

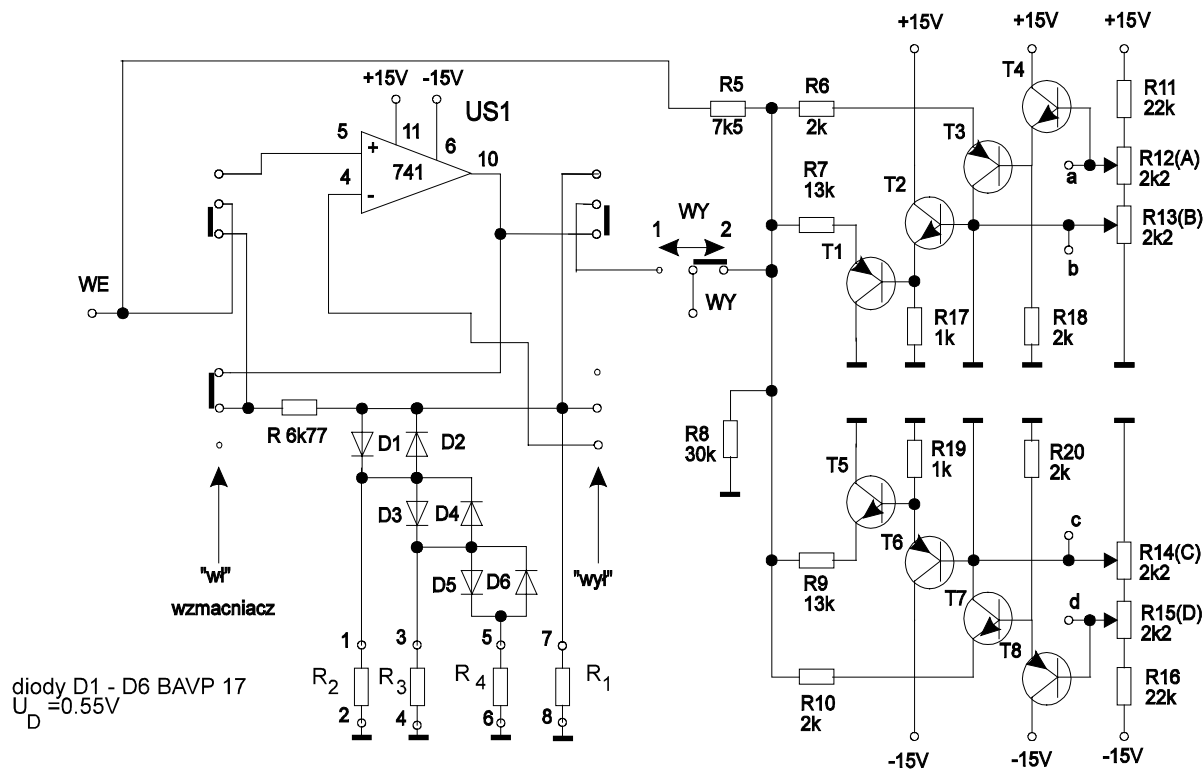


□

Rys. 2. Uproszczone schematy generatorów VCO z rys 1.

2.2. Układy kształtujące funkcyjne (wkładka DN151C)

Wkładka DN151C zawiera dwa układy kształtujące funkcyjne (rys.3). Pierwszy z nich (diodowy-trójcinkowy, diody $D_1 - D_6$) jest układem projektowanym. Za pomocą tego układu można aproksymować zarówno funkcje wypukłe jak i wklęsłe, bowiem może być on wykorzystany bądź jako zwykły dzielnik nieliniowy, bądź też jako nieliniowy układ sprzęgający w obwodzie ujemnego sprzężenia zwrotnego wzmacniacza operacyjnego (przełącznik rodzaju pracy w pozycji "wzmacniacz włączony"). Drugi układ jest dwusekwencyjnym modelem układu kształtowania napięcia sinusoidalnego w generatorze funkcyjnym 8038 Intersil (w rzeczywistości siedmiosekwencyjnego). Rolę diod kluczujących pełnią w tym układzie tranzystory (pnp dla połówek dodatnich i npn dla ujemnych), których progowe napięcia przewodzenia zdeterminowane są przez wtórniki napięciowe (T_2 , T_4 , T_6 , T_8 w układzie na rysunku 3).



Rys. 3. Schemat ideowy płytki DN151C.

3. Wykaz aparatury pomocniczej

Do wykonania ćwiczenia potrzebne są następujące przyrządy pomocnicze :

□

- regulowane źródło napięcia stałego SA1321
- generator sygnału modulującego SN3122
- przełącznik DC SA4011 lub SA4022
- przełącznik DC SA4011 lub SA4022
- automatyczny miernik zniekształceń nieliniowych PMZ-11 lub analizator HP35660A)
- kabel do pomiaru napięcia w p.p na płytkach drukowanych

4. Obserwacje i pomiary

4.1. Badanie prostych układów generatorów VCO

1. Dla obu znajdujących się we wkładce DN151A układów obliczyć wartości R i C tak, aby uzyskać jedną, dowolną kombinację trzech parametrów podanych w poniższej tabelicy.

Częstotliwość początkowa f_0 [kHz]			Względny zakres przestrajania (w górę) f_{max}/f_0					Zakres zmian napięcia sterowania ΔU [V]		
0.5	1	2	2x	5x	10x	12x	2.5	5	7.5	10

2. Obliczyć maksymalny zakres przestrajania zaprojektowanego generatora VCO.

Wskazówki: W procesie projektowania i wyznacznia zakresu przestrajania generatora DN151a pomocne będzie wypełnienie tabeli projektowej

wielkość	wzór	wartość
f_0 [kHz]	_____	
f_{max}/f_0	_____	
ΔU [V]	_____	
Napięcie ΔU_C [V], o które przeladowywana jest pojemność C		6.8 [V]
Prąd I_4 [mA] tranzystora T_4 , którym ładowany jest kondensator C		4.8 [mA]
Prąd I_5 [mA] tranzystora T_5 , którym rozładowywany jest C (zależy od napięcia wejściowego U i rezystora R)		_____
Częstotliwość drgań f [kHz] (wzór)		_____
Wartość maksymalna I_{5MAX} [mA] prądu I_5 obliczona dla $R = \infty$ (lub $U=0$)	_____	
wartość I_{5max} [mA] (przyjąć) dla której generator będzie generował drgania o częstotliwości f_{max}	$I_{5max} = 0.9I_{5MAX}$	
wartość I_{5min} [mA] dla której generator będzie generował drgania o częstotliwości $f_{min} = f_0$ (obliczyć na podstawie wyznaczonego wzoru na f i przyjętej wartości f_{max}/f_0)		
Rezystancja R [k Ω] (obliczyć na podstawie otrzymanego stosunku I_{5max}/I_{5min} oraz przyjętej wartości ΔU)		
Pojemność C [nF] obliczona na podstawie wzoru na f dla przyjętej wartości f_0 i obliczonej wartości prądu I_{5min}		
Minimalne napięcie U_{MIN} [V] przestrajające generator	_____	
Maksymalna częstotliwość drgań f_{MAX} [kHz]	_____	
Maksymalne napięcie U_{MAX} [V] przestrajające generator		
Minimalna częstotliwość drgań f_{MIN} [kHz]	_____	

W procesie projektowania i wyznaczania zakresu przestrajania generatora DN151b pomocne będzie wypełnienie tabeli projektowej

wielkość	wzór	wartość
f_0 [kHz]	_____	
f_{max}/f_0	_____	
ΔU [V]	_____	
Napięcie ΔU_C [V], o które przeladowywana jest pojemność C		2.4 [V]
Napięcie U_8 [V] emitera tranzystora T_8		
Prąd I_8 [mA] tranzystora T_8 , którym ładowany jest C (zależy od napięcia wejściowego U i rezystora R)		_____
Częstotliwość drgań f [kHz] (wzór)		_____

Wartość maksymalna I_{8MAX} [mA] prądu I_8 obliczona dla $R = \infty$	_____	
Wartość I_{8max} [mA] (przyjąć) dla której generator będzie generował drgania o częstotliwości f_{max}	$I_{8max} = 0.9I_{8MAX}$	
wartość I_{8min} [mA] dla której generator będzie generował drgania o częstotliwości $f_{min} = f_0$ (obliczyć na podstawie wyznaczonego wzoru na f i przyjętej wartości f_{max}/f_0)		
Rezystancja R [k Ω] obliczona na podstawie otrzymanego stosunku I_{8max}/I_{8min} oraz przyjętej wartości ΔU		
Pojemność C [nF] obliczona na podstawie wzoru na f dla przyjętej wartości f_0 i obliczonej wartości prądu I_{8min}		
Minimalne napięcie U_{MIN} [V] przestrajające generatora	_____	
Minimalna częstotliwość drgań f_{MIN} [kHz]	_____	
Maksymalne napięcie U_{MAX} [V] przestrajające generatora		
Maksymalna częstotliwość drgań f_{MAX} [kHz].	_____	

Po wymontowaniu obliczonych elementów zmierzyć i wykreślić charakterystykę przestrajania wybranego generatorów VCO. Napięcie wejściowe należy podawać z regulowanego źródła napięcia stałego (wkładka SA1321). Częstotliwość mierzyć częstotlicznikiem, kontrolując jego wskazania na oscyloskopie. Zmierzyć maksymalny zakres przestrajania układu generatora. Dokonać obserwacji i pomiarów (oscyloskopem) przebiegów w punktach pomiarowych a-h.

W sprawozdaniu umieścić tabele projektowe, zmierzone charakterystyki oraz (w tabeli) wyznaczone parametry generatorów: f_0 , f_{MAX} , f_{MIN} , U_{MAX} , U_{MIN} , K_G . Porównać uzyskane wyniki z obliczeniami oraz skomentować to porównanie. Uwzględnić rzeczywiste wartości użytych elementów RC zmierzone multimetrem METEX. W kolejnej tabeli umieścić obserwowane przebiegi oraz zmierzone wartości charakterystycznych punktów, pomiary porównać z obliczeniami.

p.p.	kształt przebiegu	charakterystyczne wielkości		
		zmierzone	obliczone - wzór	- wartość
a		$U_1 = \dots$ $U_2 = \dots$ $t_1 = \dots$	$U_1 = 15V - U_{BET1} - U_{CET2}$ $U_2 = \dots$ $t_1 = \dots$	$U_1 = 14.1V$ $U_2 = \dots$ $t_1 = \dots$
:				
h				

4.2. Badanie generatorów funkcyjnych

1. Obliczyć lub wyznaczyć graficznie wartości rezystorów R_1 , R_2 , R_3 , R_4 oraz wartości napięć progowych U_a , U_b , U_c , U_d tak, aby oba układy kształtujące zawarte we wkładce DN151C mogły być

wykorzystane do formowania przebiegu sinusoidalnego z trójkątnego o amplitudzie równej 5V. Chętni mogą zaprojektować układ diodowy tak, aby aproksymował on funkcję inną niż $\sin(U_{we})$, np: układniczą $1-\exp(-U_{we}/U_0)$.

Wskazówka: W celu wyznaczenia wartości rezystorów R_1-R_4 należy: a) wyznaczyć nachylenia odcinków charakterystyki przejściowej układu kształtującego dla kolejnych zakresów napięcia wyjściowego, b) wyznaczyć wartości kątów $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ dla których funkcja $\sin \alpha$ przyjmuje wartości odpowiednio 1/4, 1/2 i 3/4, c) wyznaczyć nachylenia projektowanej charakterystyki przejściowej, przyjmując napięcia U_D diod D_1-D_6 równe 0.55V d) porównać nachylenia charakterystyk projektowanej i układu kształtującego oraz wyznaczyć wartości rezystorów R_1-R_4 . Napięcia U_a, U_b, U_c, U_d wyznaczyć metodą graficzną, korzystając z dołączonego wykresu funkcji sinus.

2. Po wmontowaniu elementów o obliczonych wartościach oraz ustawieniu obliczonych poziomów napięciowych U_a, U_b, U_c, U_d (napięcia mierzy się woltomierzem w punktach pomiarowych a, b, c, d), wkładkę DN151C połączyć z wkładką DN151B - aby uzyskać generator funkcyjny przestrajany napięciem. Następnie wykonać następujące eksperymenty :

2.1. Zmierzyć współczynnik zawartości harmonicznych h w wyjściowych przebiegach sinusoidalnych, oglądając je jednocześnie na ekranie. Pomiary wykonać dla różnych częstotliwości.

2.2. Powtórzyć pomiary dla układu drugiego (output 2) po ewentualnej wizualnej korekcie poziomów U_a, U_b, U_c, U_d (zmierzyć zawartość harmonicznych dla przebiegu maksymalnie odkształconego i możliwie najbardziej zbliżonego do sinusoidy).

2.3. Obejrzeć kształt napięcia na wyjściu układu pierwszego (output 1) po włączeniu układu kształtującego w pętlę sprzężenia zwrotnego wzmacniacza operacyjnego. Uzyskany przebieg przerysować do protokołu.

W sprawozdaniu umieścić obliczenia układu kształtującego, obserwowane przebiegi oraz odpowiedzi na następujące zagadnienia: a) porównać uzyskane przebiegi z idealnymi i skomentować to porównanie; b) podać ewentualne przyczyny zależności współczynnika h od częstotliwości w badanym układzie; c) wyjaśnić kształt napięcia wejściowego uzyskany w ostatnim eksperymencie.

4.3. Obserwacja pracy generatora funkcyjnego jako układu modulatora częstotliwości

Na wejście generatora sinusoidalnego przestrajanego napięciem, złożonego z wkładek badanych DN151B i DN151C, należy podać sygnał modulujący z generatora SN3122. Po właściwym połączeniu obwodów wyzwalań (generator SN3122 powinien być wyzwalamy z DN151B, zaś oscyloskop - impulsami wyzwalamy z SN3122), obejrzeć na ekranie przebiegi: modulujący i zmodulowany.

