



AGH

Katedra Elektroniki

**Podstawy Elektroniki
dla Teleinformatyki**

Generator relaksacyjny

Ćwiczenie

6

2014 r.

1. Wstęp

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się, poprzez badania symulacyjne, z działaniem generatorów relaksacyjnych. Badane są dwa rodzaje generatorów relaksacyjnych:

- Generatory wykorzystujące wzmacniacz operacyjny z pętlą dodatniego sprzężenia zwrotnego oraz zjawisko ładowania i rozładowania kondensatora,
- Generatory wykorzystujące popularny układ scalony typu 555 pracujący w konfiguracji monostabilnej i astabilnej.

2. Konspekt

Monostabilny generator relaksacyjny ze wzmacniaczem operacyjnym. Generator relaksacyjny z dwoma progami komparacji. Scalony uniwersalny generator relaksacyjny 555. Generator sterowany napięciem VCO.

3. Generator relaksacyjny ze wzmacniaczem operacyjnym

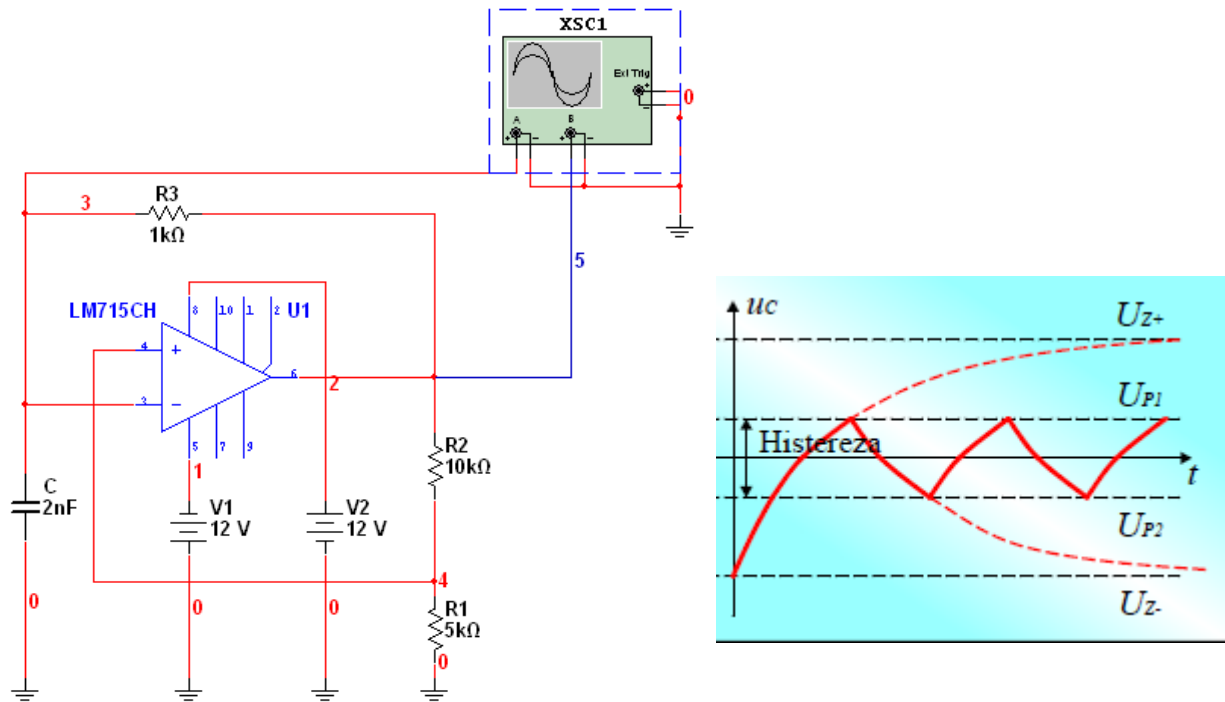
Zbuduj generator według rysunku 1. Jest to generator relaksacyjny astabilny składający się ze wzmacniacza operacyjnego, którego wejście odwracające sterowane jest napięciem z kondensatora C, natomiast na jego wejście nieodwracające podawany jest sygnał z dzielnika napięciowego R_1 , R_2 zasilanego napięciem wyjściowym wzmacniacza.

Kiedy układ włączony jest po raz pierwszy, kondensator jest w stanie rozładowania i na wejście odwracające wzmacniacza podawane jest napięcie 0 V. Na wyjściu wzmacniacza pojawia się maksymalny sygnał wyjściowy dodatni U_{Z+} , a następnie kondensator zaczyna się ładować poprzez rezystor R_3 . Kiedy napięcie na wejściu odwracającym wzmacniacza zrówna się z napięciem na wejściu nieodwracającym wzmacniacza, napięcie na wyjściu wzmacniacza przełączy się na poziom maksymalnego sygnału wyjściowego ujemnego U_{Z-} . W tym momencie kondensator zaczyna się rozładowywać od napięcia $U_{P1} = U_{Z+} \frac{R_1}{R_1 + R_2}$ do napięcia

$U_{P2} = U_{Z-} \frac{R_1}{R_1 + R_2}$. Kiedy napięcie na kondensatorze osiągnie poziom U_{P2} , napięcie na wyjściu

wzmacniacza operacyjnego przełącza się z powrotem do poziomu U_{Z+} i cały proces ładowania i rozładowania kondensatora powtarza się. Na wyjściu układu jest generowany przebieg prostokątny.





Rys. 1. Generator relaksacyjny ze wzmacniaczem operacyjnym

3.1. Zaobserwuj na oscyloskopie przebiegi zmian napięcia u_C na kondensatorze C oraz na wyjściu wzmacniacza operacyjnego u_{wy} (zamieść je w sprawozdaniu).

3.2. W miejsce rezystora R_1 wstaw potencjometr P_1 , którego rezystancja może zmieniać się w zakresie do 40 kΩ i zbadaj wpływ zmian rezystancji potencjometru na przebieg u_C oraz zmierz częstotliwość f sygnału wyjściowego. Do pomiaru częstotliwości wykorzystaj miernik częstotliwości dołączony do wyjścia obwodu (*Measurement: Frequency, Coupling: AC, Sensitivity: 3 mV, Trigger level: 1V*), oscyloskop lub analizę stanów przejściowych.

Sformułuj wniosek, zilustruj go przykładowym przebiegiem. Zanotuj w tabeli 1 wartości zmian napięcia u_C oraz częstotliwości f .

Tabela 1. Generator relaksacyjny ze wzmacniaczem operacyjnym (zmiany R_1)

Wartość R_1 [Ω]	Wartość R_2 [Ω]	u_C [V]	f [Hz]
5k	10k		
	10k		
	10k		
	10k		

3.3. W miejsce rezystora R_3 wstaw potencjometr P_3 , którego rezystancja może zmieniać się w zakresie do $20\text{ k}\Omega$ i zbadaj wpływ zmian rezystancji potencjometru na częstotliwość f generowanego przebiegu. Zachowaj następujące wartości rezystorów $R_1=5\text{ k}\Omega$ i $R_2=10\text{ k}\Omega$. Sformułuj wniosek, zilustruj go przykładowym przebiegiem. Zanotuj w tabeli 2 wartości częstotliwości sygnału wyjściowego f . Do pomiaru częstotliwości wykorzystaj miernik częstotliwości dołączony do wyjścia obwodu (*Measurement: Frequency, Coupling: AC, Sensitivity: 3 mV, Trigger level: 1V*), oscyloskop lub analizę stanów przejściowych.

Tabela 2. Generator relaksacyjny ze wzmacniaczem operacyjnym (zmiany R_3)

Wartość R_3 [Ω]	Wartość C [F]	Częstotliwość sygnału wyjściowego f [Hz]
1k	2n	
	2n	
	2n	
	2n	

3.4. Zmieniaj wartość pojemności C w zakresie od 2 nF do 20 nF i zbadaj wpływ zmian pojemności na częstotliwość f generowanego przebiegu. Zachowaj następujące wartości rezystorów $R_1=5\text{ k}\Omega$, i $R_2=10\text{ k}\Omega$, $R_3=1\text{ k}\Omega$. Sformułuj wniosek, zilustruj go przykładowym przebiegiem. Zanotuj w tabeli 3 wartości częstotliwości sygnału wyjściowego f dla różnych wartości C . Do pomiaru częstotliwości wykorzystaj miernik częstotliwości dołączony do wyjścia obwodu (*Measurement: Frequency, Coupling: AC, Sensitivity: 3 mV, Trigger level: 1V*), oscyloskop lub analizę stanów przejściowych.

Tabela 3. Generator relaksacyjny ze wzmacniaczem operacyjnym (zmiany C)

Wartość C [F]	Częstotliwość sygnału wyjściowego f [Hz]
2n	
20n	

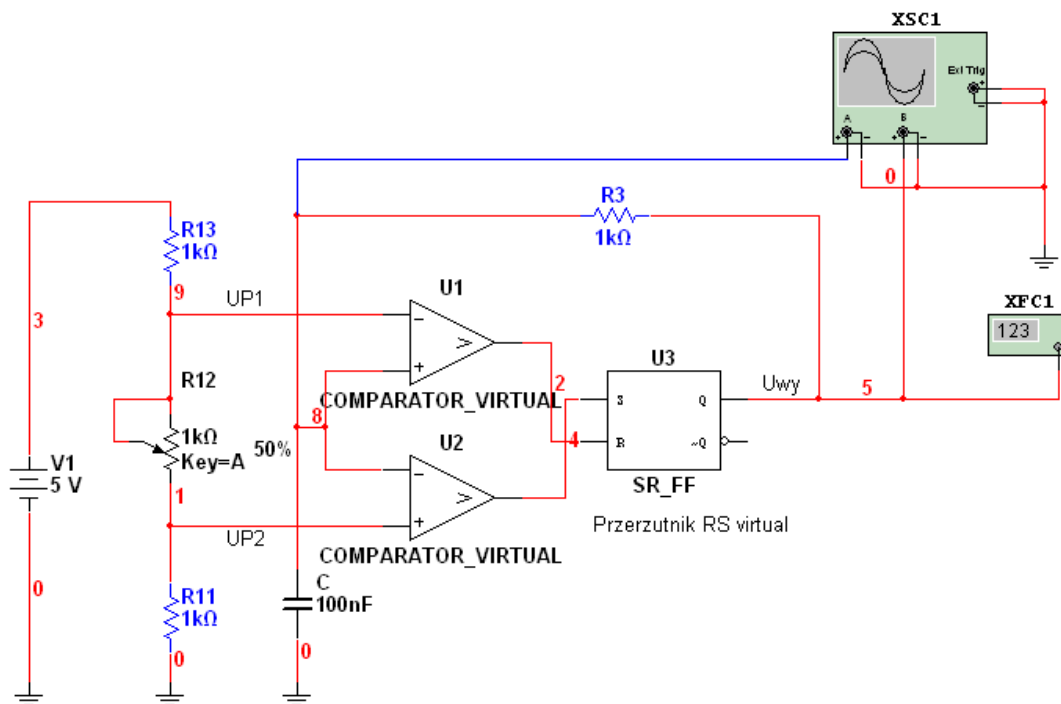
3.5. Sformułuj wniosek końcowy – wartości których elementów obwodu wpływają na częstotliwość generowanego sygnału wyjściowego.



4. Generator relaksacyjny z dwoma progami komparacji

Zbuduj generator relaksacyjny z dwoma progami komparacji według rysunku 2. Układ zawiera dwa komparatory, przerzutnik RS oraz obwód RC. Progi napięć wyzwalających zmianę stanu wyjścia komparatorów są ustawiane za pomocą dzielnika napięcia złożonego z elementów R11, R12 i R13. Zmiana rezystancji potencjometru R12 wpływa na oba progi przełączania komparatorów.

Zastosuj komparatory wirtualne (*Analog, Analog Virtual, Comparator Virtual*) oraz przerzutnik RS (*Misc. Digital, TIL, SR_FF*). Przerzutnik RS (*Misc Digital, TIL, SR_FF*) posiada dwa wejścia S (Set) oraz R (Reset) a także dwa wyjścia Q oraz $\sim Q$ (nie Q). Przerzutnik jest urządzeniem dwustanowym i na jego wyjściu Q może pojawić się sygnał wysoki (1) lub niski (0) w zależności od kombinacji sygnałów wejściowych. Między innymi, gdy na wejściu S (set) pojawia się sygnał wysoki (1) a na wejściu R niski (0) na wyjściu Q zostanie zapamiętany stan wysoki (1), natomiast gdy na wejściu S (set) pojawia się sygnał niski (0) a na wejściu R wysoki (1) wyjście Q zostanie przełączone w stan niski (0).



Rys. 2 Przestrajany generator z dwoma progami komparacji

4.1. Zaobserwuj na oscyloskopie przebiegi zmian napięcia na kondensatorze C oraz na wyjściu układu. Dołącz do wyjścia układu częstotściomierz (*Measurement: Frequency, Coupling: AC, Sensitivity: 3 mV, Trigger level: 1V*). Obserwuj zmianę kształtu przebiegu oraz częstotliwości podczas regulacji progów wyzwalania komparatorów (regulacja potencjometrem R_{12}).

4.2. Dołącz multimetry pozwalające zmierzyć napięcia progowe wyzwalające oba komparatory w węzłach 9 i 1. Uzupełnij tabelę 4. Zwróć uwagę, jak zmienia się poziom napięć progowych komparatorów podczas regulacji potencjometrem R_{12} .

Tabela 4. Przeszrajany generator z dwoma progami komparacji

Wartość R_{12} [Ω]	Wartość U_{P1} [V]	Wartość U_{P2} [V]	$U_{P1}-U_{P2}$	Częstotliwość f [Hz]

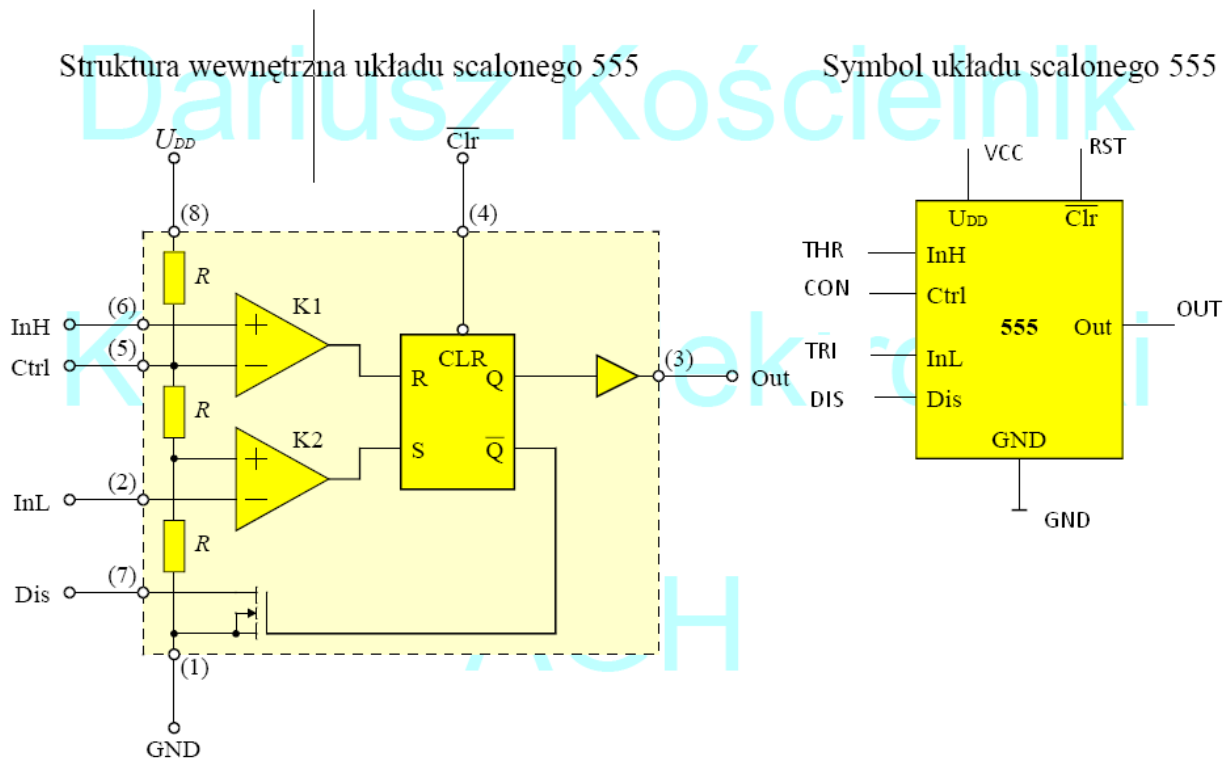
Zaobserwuj na oscyloskopie i załącz w sprawozdaniu przebieg napięcia na kondensatorze i na wyjściu przerzutnika. Wskaż, które elementy obwodu elektrycznego mają bezpośredni wpływ na częstotliwość generowanego sygnału.

5. Generator wykorzystujący scalony uniwersalny układ typu 555

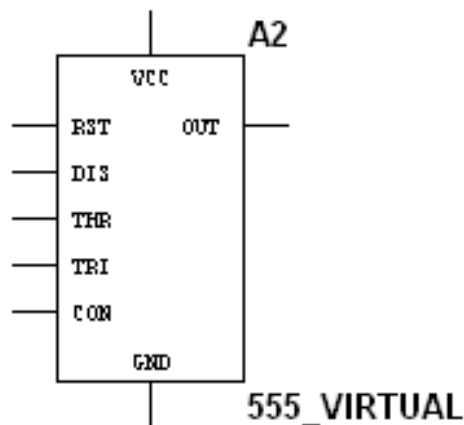
Główną częścią układu jest uniwersalny układ 555, zawierający m.in. dwa komparatory, przerzutnik, tranzystor oraz obwód dzielnika napięciowego umożliwiającego ustawienia odpowiednich progów komparatorów. Do zbudowania generatora relaksacyjnego konieczne jest dołączenie zewnętrznego układu RC oraz napięć zasilających. W zależności od wartości i konfiguracji elementów zewnętrznych możemy zbudować generator astabilny lub monostabilny.

Układ 555 znajduje się w bibliotece *Mixed, Mixed Virtual, 555 Virtual*. Rysunek 3 przedstawia schemat wewnętrzny układu 555, rysunek 4 symbol układu 555 z biblioteki programu MultiSim.





Rys. 3. Schemat wewnętrzny układu 555

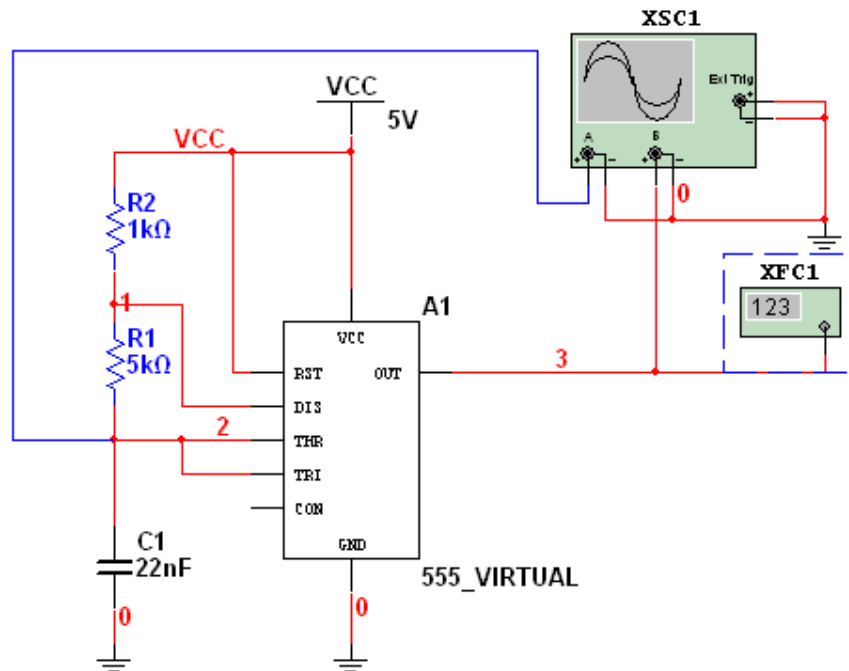


Rys. 4. Układ wyprowadzeń z modelu 555 w programie MultiSim

5.1. Zbuduj generator astabilny na bazie układu 555 według rysunku 5. Zauważ, że w konfiguracji generatora astabilnego wejście TRI (Trigger) układu 555 jest połączone z wejściem THR (Threshold). W układzie takim na wyjściu następuje cały czas przełączanie ze stanu wysokiego na stan niski – układ nie zatrzymuje się w żadnym stanie stabilnym – pracuje cały

czas w trybie astabilnym. Wejście DIS (Discharge) jest połączone z węzłem 1 dzielnika napięciowego R_1 i R_2 . W czasie jednego cyklu drgań kondensator C_1 ładuje się poprzez rezystory R_1 i R_2 , ale rozładowuje tylko za pośrednictwem rezystora R_1 .

Zaobserwuj na oscyloskopie przebiegi zmian napięcia na kondensatorze C oraz na wyjściu układu. Dołącz do wyjścia układu częstotściomierz (*Measurement: Frequency, Coupling: AC, Sensitivity: 3 mV, Trigger level: 1V*) i zmierz częstotliwość sygnału generowanego.



Rys. 5. Generator astabilny z układem 555.

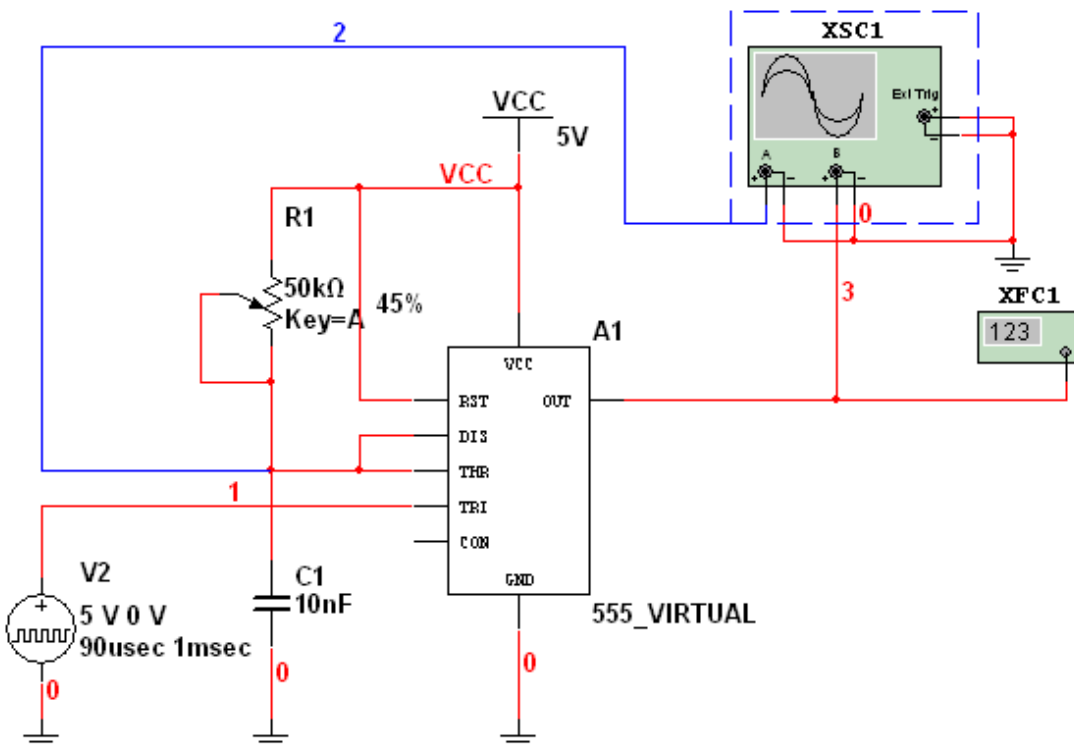
Zaobserwuj na oscyloskopie przebiegi zmian napięcia na kondensatorze C_1 oraz na wyjściu układu. Dołącz do wyjścia układu częstotściomierz (*Measurement: Frequency, Coupling: AC, Sensitivity: 3 mV, Trigger level: 1V*) i zmierz częstotliwość sygnału wyjściowego f . Dobierz nową wartość rezystancji R_1 , tak aby częstotliwość sygnału generowanego na wyjściu układu: a) zmalała dwukrotnie, b) zwiększyła się dwukrotnie. Wyniki zanotuj w tabeli 5

Tabela 5. Generator astabilny z układem 555.

C_1 [F]	R_1 [Ω]	f [Hz]
22n	5k	
22n		
22n		

5.2. Zbuduj generator monostabilny na bazie układu 555 według rysunku 6. Generator monostabilny generuje impuls po podaniu na wejście TRI - Trigger ujemnego impulsu wyzwalającego po czym powraca do stanu początkowego i oczekuje na kolejny impuls wyzwalający.

Zaobserwuj na oscyloskopie przebiegi zmian napięcia na kondensatorze C1 oraz na wyjściu układu. Dołącz do wyjścia układu częstotściomierz (*Measurement: Frequency, Coupling: AC, Sensitivity: 3 mV, Trigger level: 1V*) i zmierz częstotliwość sygnału generowanego oraz szerokość impulsu wyjściowego generatora.



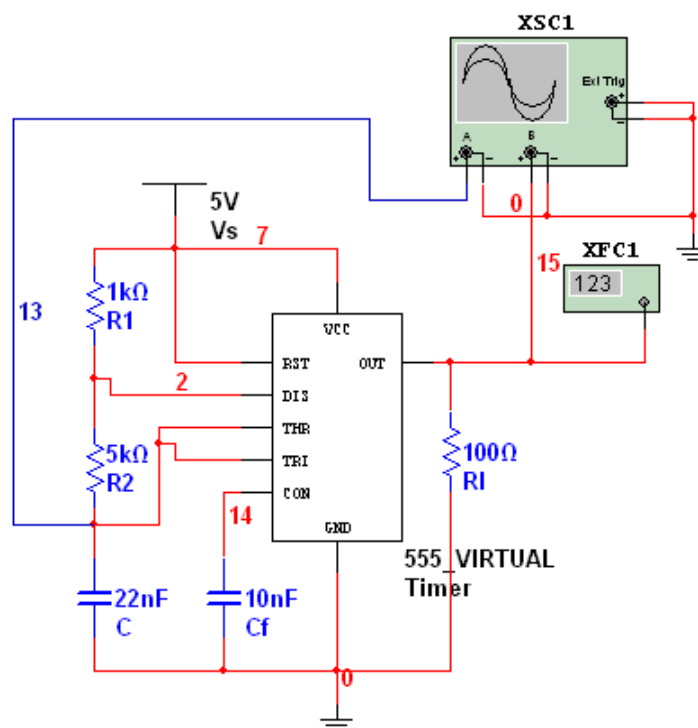
Rys. 6. Generator monostabilny z układem 555.

Zmień nastawę potencjometru R1 i zaobserwuj jak wpływa ta zmiana na przebieg sygnału wyjściowego. Wyniki zanotuj w tabeli 6. W sprawozdaniu zamieść przebiegi wyjściowe dla dwóch różnych nastaw potencjometru oraz wyjaśnij przyczynę zmian.

Tabela 6. Generator monostabilny z układem 555.

C_1 [F]	R_1 [Ω]	f [Hz]	Szerokość impulsu wyjściowego [s]
10n			
10n			
10n			

5.3. Program MultiSim zapewnia narzędzie do automatycznego projektowania generatorów astabilnych i monostabilnych z zastosowaniem układu 555. Wejść do menu *Tools>Circuit Wizards> 555 Timer Wizard*, określ żądane parametry układu: napięcie zasilania 5V, praca astabilna, pozostałe wartości możesz zostawić bez zmian lub ustawić własne. Wybierz klawisz *Build Circuit*. Dołącz oscyloskop oraz częstotściomierz (rys. 7). Zanotuj częstotliwość przebiegu.

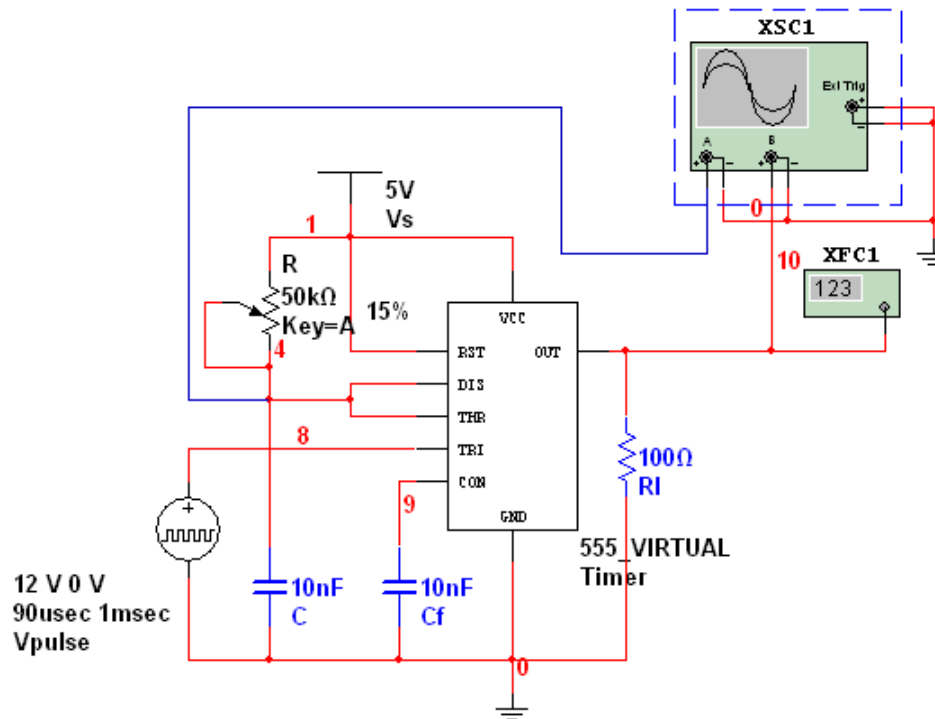


Rys. 7 Zastosowanie układu 555 - generator astabilny utworzony za pomocą aplikacji Circuit Wizards

Sprawdź, czy układ generuje założony przebieg. Przerysuj go do sprawozdania.

5.4. Zbuduj generator monostabilny używając narzędzia Circuit Wizards. W tym celu wejść do menu *Tools>Circuit Wizards> 555 Timer Wizard*, określ żądane parametry układu: napięcie

zasilania 5 V, praca monostabilna, pozostałe wartości możesz zostawić bez zmian lub ustawić własne. Wybierz klawisz *Build Circuit*. Dołącz oscyloskop oraz częstotściomierz.

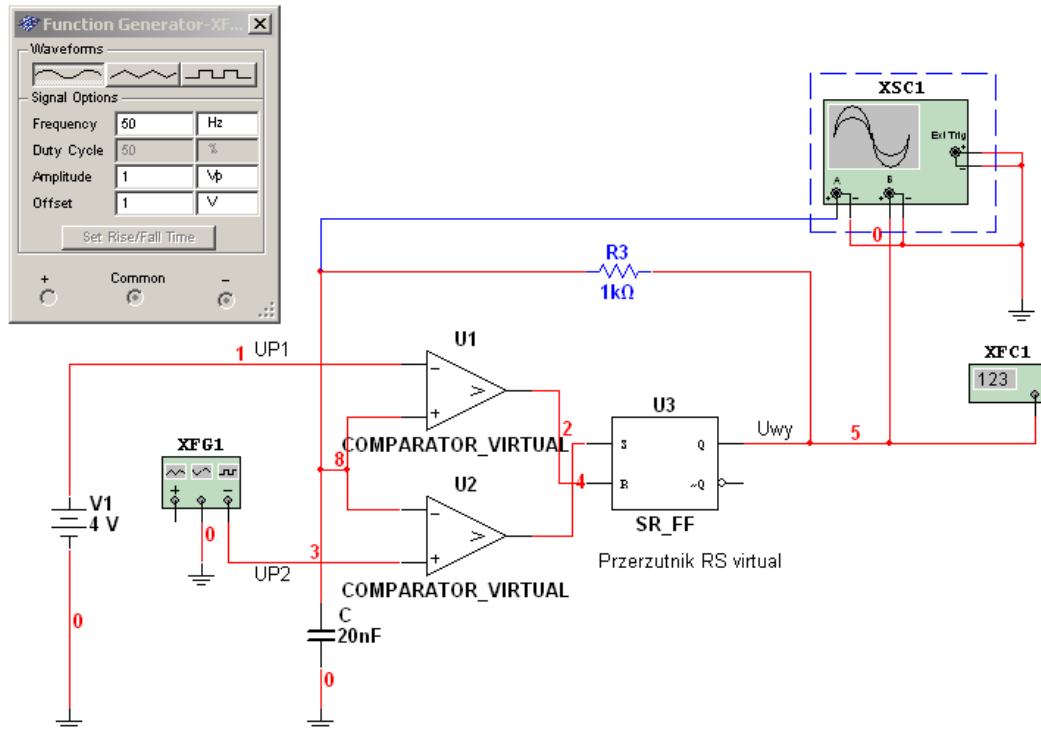


Rys. 9 Zastosowanie układu 555 - generator monostabilny

Sprawdź, czy układ generuje założony przebieg. Przerysuj go do sprawozdania.

6. Generator sterowany napięciem VCO (Voltage Controlled Oscillator)

Zbuduj układ generatora sterowanego napięciem VCO (Voltage Controlled Oscillator) zgodnie z rys. 10. Jest to typ generatora, w którym częstotliwość oscylacji wyjściowych zmienia się wraz ze zmianą amplitudy sygnału wejściowego. Można go zbudować na bazie generatora astabilnego z dwoma komparatorami (rys. 2). Na wejście nieodwracające dolnego komparatora podaj sygnał sinusoidalny z generatora, który określa zmienny dolny próg przełączania UP1. Na wejście odwracające górnego komparatora wprowadzamy napięcie stałe, które ustala górny próg przełączania UP2.



Rys. 10. Generator relaksacyjny przestrajany napięciem VCO

Zaobserwuj na oscyloskopie przebiegi zmian napięcia na kondensatorze C oraz na wyjściu układu. Zauważ, że wraz ze zmianą amplitudy sygnału z generatora zmienia się częstotliwość sygnału wyjściowego układu. Zamieść w sprawozdaniu przebieg ilustrujący to zjawisko.

7. Opracowanie wyników

Sprawozdanie powinno zawierać schematy ideowe, tabele wyników, zrzuty z ekranów przebiegów kluczowych dla zagadnień poruszanych w czasie ćwiczeń laboratoryjnych oraz interpretację otrzymanych wyników symulacji.

Opracowanie:

B. Dziurdzia , J Szydwczyński,, M.Sapor, Zb. Magoński,, 15.01.2015

Updated :