

1. Wyjaśnić pojęcia: multiwibrator monostabilny, astabilny, bistabilny

Multiwibrator – układ elektroniczny, zrealizowany w oparciu o przełączniki elektromechaniczne, lampy (w tym neonówki), tranzystory, diody tunelowe bądź inne elementy przełączające, posiadający dwa lub więcej stanów równowagi trwałej bądź nietrwałej.

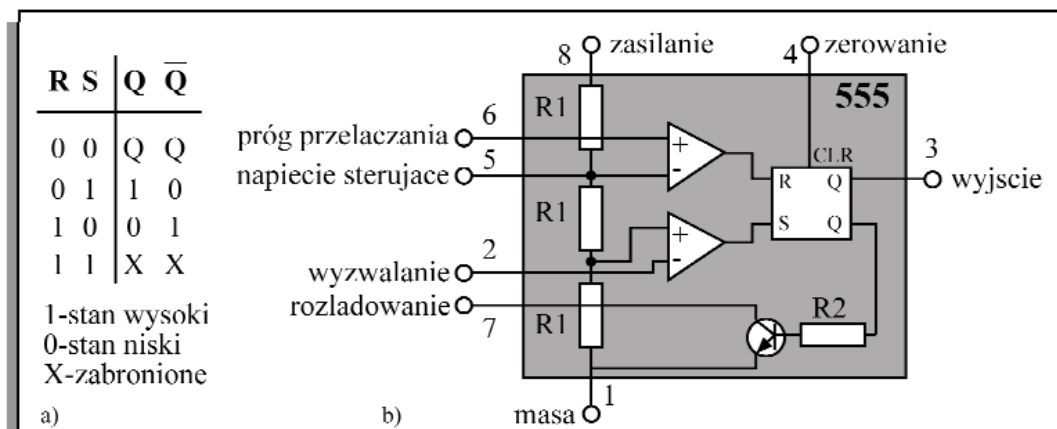
multiwibrator monostabilny (przerzutnik monostabilny, uniwibrator), multiwibrator o 2 stanach: stabilnym i kwazistabilnym; przełączanie ze stanu stabilnego do kwazistabilnego zachodzi pod wpływem zewn. impulsu wyzwalającego, zaś powrót — samoczynnie; stosowany w technice cyfrowej.

multiwibrator astabilny (przerzutnik astabilny), multiwibrator o 2 stanach kwazistabilnych; przełączanie między stanami odbywa się samoczynnie; stosowany gł. jako generator taktujący (zegarowy).

multiwibrator bistabilny (przerzutnik bistabilny), multiwibrator o 2 stanach stabilnych; przełączanie między stanami odbywa się pod wpływem zewn. impulsu wyzwalającego; stosowany gł. jako pamięć (1-bitowa komórka pamięci).

2. Struktura wewnętrzna układu 555

Budowa wewnętrzna układu przedstawiona jest na poniższym schemacie:



Rys. 2. Struktura wewnętrzna układu 555

W strukturze układu znajdują się dwa komparatory, przerzutnik RS, dzielnik napięcia w stosunku 0:1:3 oraz układ (tranzystor i rezystor) służący do rozładowywania zewnętrznego układu RC decydującego o czasie trwania impulsu. Układ charakteryzuje się dużą obciążalnością +/- 200mA. Oznacza to, że zarówno w stanie wysokim jak i niskim prąd wyjściowy może mieć wartość równą 200mA. Umożliwia to bezpośrednie sterowanie np. przekaźnikiem lub urządzeniem wykonawczym o niewielkiej mocy. Zastosowanie elementów zewnętrznych o dużej stałości parametrów zapewnia uzyskanie stabilnych czasów (niezależnych od temperatury i zmian napięcia zasilania). Czas trwania impulsu może być ustawiany w bardzo szerokim zakresie od μs do kilkudziesięciu minut.

3. Parametry układu 555

Parametry dopuszczalne układu NE555

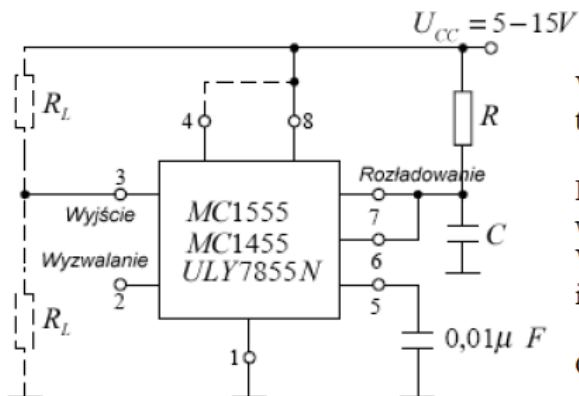
Maksymalne napięcie zasilania:	+18 VDC
Maksymalna moc rozpraszana:	600mW
Maksymalny prąd na wyjściu:	100mA
Dopuszczalny zakres temperatury otoczenia:	0...70°C*
Maksymalna temperatura lutowania (10 sek.):	300°C

*) Istnieją wersje 555 przystosowane do pracy w zakresie -55 ... +125°C

Parametry charakterystyczne NE555

Napięcie zasilania	4,5 ... 16V (*)
Prąd zasilania (stan niski na wyjściu) przy 5V	3mA
Prąd zasilania (stan niski na wyjściu) przy 15V	10 mA
Napięcie wyjścia w stanie niskim przy prądzie wpływającym 10 mA (15V)	0,1V
Napięcie wyjścia w stanie niskim przy prądzie wpływającym 100 mA (15V)	2V
Napięcie wyjścia w stanie niskim przy prądzie wpływającym 200 mA (15V)	2,5V
Napięcie wyjścia w stanie wys. przy prądzie wpływającym 100 mA (15V)	13,5V
Napięcie wyjścia w stanie wys. przy prądzie wpływającym 200 mA (15V)	12,5V

4. Schemat aplikacyjny oraz zasada działania układu monostabilnego opartego na 555



W stanie stabilnym C jest rozładowany przez tranzystor T w układzie 555.

Po podaniu krótkiego, ujemnego impulsu wyzwalającego, przerzutnik RS zmienia stan, na WY pojawia się wysoki poziom napięcia (H) i tranzystor T zostaje odcięty.

C zaczyna się ładować ze stałą czasową RC.

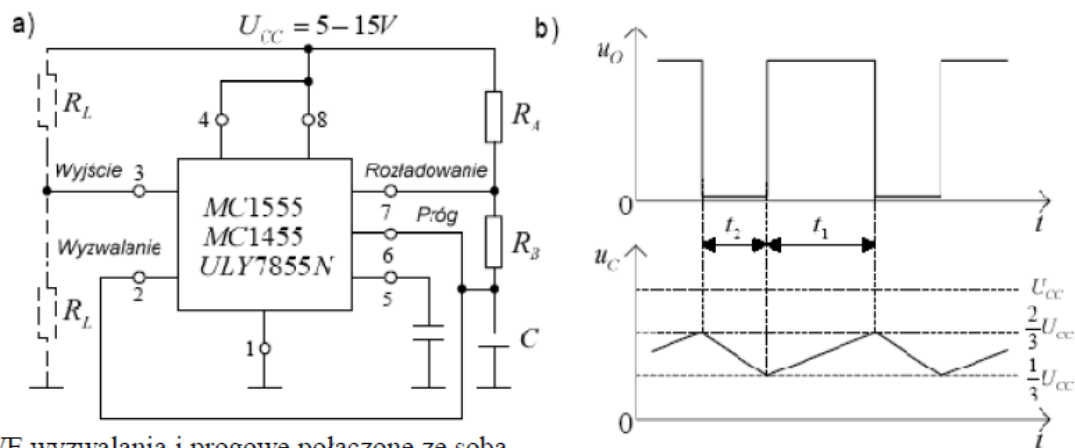
Gdy napięcie na C przekroczy $\frac{2}{3}U_{CC}$ na wyj z K1 pojawia się stan wysoki napięcia (H) i przerzutnik RS zostaje wyzerowany.

T nasycy się, C rozładowuje, układ powraca do stanu stabilnego.

Czas trwania impulsu WY:

$$T = 1,1 RC$$

5. Schemat aplikacyjny oraz zasada działania układu astabilnego opartego na 555



WE wyzwalania i progowe połączone ze sobą.

C ładuje się prądem z R_A i R_B , rozładowuje przez prąd z R_B i tranzystor T z układu 555.

Samoczynnie układ przełącza się w chwili przekroczenia przez napięcie u_C poziomu $\frac{2}{3} U_{CC}$ przy ładowaniu C i $\frac{1}{3} U_{CC}$ przy rozładowaniu C

Częstotliwość drgań:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,693(R_A + 2R_B)C}$$

Współczynnik wypełnienia impulsów WY:

$$D = \frac{t_2}{T} = \frac{R_B}{R_A + R_B}$$

6. Zależność czasu trwania impulsu od wartości elementów

Czas trwania impulsu wyjściowego wyraża się wzorem:

$$t = \ln(3) \cdot R \cdot C = 1.0986 \cdot R \cdot C \approx 1.1 \cdot R \cdot C$$

R – w omach (wielokrotności $1\text{k}\Omega = 1000\Omega$, $1\text{M}\Omega = 1000\text{k}\Omega = 1.000.000\Omega$)

C – w faradach (podwielokrotności $1\mu\text{F} = 0,000001\text{ F} = 10^{(-6)}\text{F}$, $1\text{nF} = 0,000000001\text{ F} = 10^{(-9)}\text{F}$)

Układ działa następująco: Impuls (stan wysoki-stan niski-stan wysoki) podany na wejście TR (nóżka 2) ustawia wewnętrzny przerzutnik dwustanowy w układzie 555, co powoduje ustawienie na wyjściu stanu wysokiego (w przybliżeniu $U_{cc} - 1.4\text{V}$) i wyłączenie tranzystora rozładowującego (podłączonego do nóżki 7 układu 555). Kondensator zaczyna się ładować przez rezystor R, napięcie na nim zaczyna narastać wg wzoru:

$$U_c = U_7 + (U_{cc} - U_7) \cdot (1 - e^{-\frac{t}{R \cdot C}})$$

U_7 – napięcie na nasyconym tranzystorze rozładowującym (80mV do 1V – zależy to od prądu płynącego przez R przy włączonym tranzystorze rozładowującym).

Ponieważ zwykle napięcie zasilania U_{cc} jest dużo większe niż napięcie U_7 nasycenia tranzystora rozładowującego podłączonego do końcówki 7 układu, to napięcie U_7 pomija się we wzorze i upraszcza się on do postaci:

$$U_c = U_{cc} \cdot (1 - e^{-\frac{t}{R \cdot C}})$$

Gdy napięcie na kondensatorze osiągnie poziom zadziałania komparatora kasującego podłączonego do wejścia THR, to nastąpi ustawienie na wyjściu stanu niskiego oraz włączenie tranzystora rozładowującego kondensator.

Czas impulsu wyznacza się z porównania napięcia ładującego się kondensatora z poziomem odniesienia komparatora (to napięcie jest równe na końcówce 5 (Cv) układu):

$$U_5 = U_{cc} \cdot (1 - e^{-\frac{t}{R \cdot C}})$$

Po przekształceniu czas trwania impulsu wyraża się wzorem:

$$t = R \cdot C \cdot \ln\left(\frac{U_{cc}}{U_{cc} - U_5}\right)$$

Jeżeli końcówka 5 nie jest do niczego podłączona lub jest do niej podłączony kondensator filtrujący (najczęściej 10 nF), wówczas napięcie U_5 jest ustalone wewnętrznym [dzielnikiem napięcia](#) na poziomie $U_5 = (2/3) \cdot U_{cc}$ i wzór upraszcza się do postaci:

$$t = R \cdot C \cdot \ln\left(\frac{U_{cc}}{U_{cc} - U_5}\right) = R \cdot C \cdot \ln\left(\frac{U_{cc}}{U_{cc} - \frac{2}{3} \cdot U_{cc}}\right) = R \cdot C \cdot \ln(3)$$

Ze względu na czasy opóźnień pomiędzy impulsem wyzwalającym a zmianą sygnału na wyjściu, czasy narastania i opadania sygnału na wyjściu oraz wpływ pojemności montażowych powodujących spore odchyłki C przy małych jego wartościach (rzeczywista wartość C to suma pojemności kondensatora i pojemności montażowej) sensowne minimalne czasy impulsów wyjściowych nie powinny schodzić niżej niż $10\ \mu\text{s}$.

Zalecane wartości rezystancji R powinny być wybierane z zakresu $1\text{k}\Omega$ do $1\text{M}\Omega$, a pojemności z zakresu $1\ \text{nF}$ do $100\ \mu\text{F}$. W przypadku układów o podwyższonej stabilności należy stosować kondensatory o niskim współczynniku temperaturowym pojemności (dla większych pojemności kondensatory tantalowe). Wartości rezystorów należy wybierać z dostępnych [szeregów wartości](#) tych elementów lub zastosować szeregowe połączenie rezystora nastawnego i rezystora stałego (minimum $1\text{k}\Omega$) ustalającego zakres regulacji czasu impulsu.

W trybie pracy monostabilnej napięcie sterujące na nóżce 5 może się zmieniać w zakresie 45% do 90% napięcia zasilania, co pozwala na zmianę czasu trwania impulsu bez zmiany parametrów elementów R i C . Kondensator o pojemności 10nF do $100\ \text{nF}$ włączony pomiędzy końcówkę 5 (C_v) a masę zwiększa odporność układu na zakłócenia i przypadkowe wyzwolenia.

Uwaga: Przy sterowaniu czasem trwania impulsu przy pomocy napięcia podawanego na końcówkę 5 (C_v) układu 555, zmienia się także poziom odniesienia dla komparatora wyzwalającego podłączonego do końcówki 2. Poziom odniesienia wejścia wyzwalania wynosi połowę napięcia U_5 .