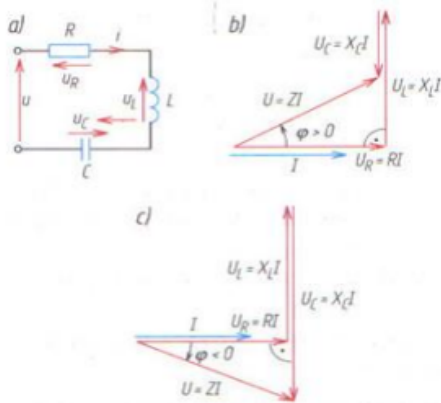


1. Dwójnik szeregowy RLC (wykład Odbiorniki RLC w obwodach sinusoidalnych slajd 21,22)

9. Dwójnik szeregowy RLC

W schematach zastępczych różnych układów elektrycznych najczęściej występują wszystkie trzy elementy pasywne. Rozpatrywany dwójnik szeregowy RLC jest włączony na napięcie sinusoidalne u , a przez elementy obwodu płynie prąd sinusoidalny. Przyjmijmy dla uproszczenia rozważań, że faza początkowa prądu w obwodzie jest równa zero, czyli: $i = I_m \sin \omega t$



W wyniku przepływu prądu sinusoidalnego na poszczególnych elementach idealnych powstaną napięcia u_R , u_L , u_C ,

Zgodnie z drugim prawem Kirchhoffa: $u = u_R + u_L + u_C$

Napięcie na elementach są następujące

$$u_R = RI_m \sin \omega t$$

$$u_L = \omega LI_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

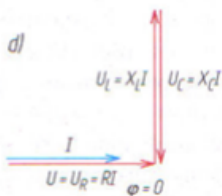
$$u_C = \frac{1}{\omega C} I_m \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

Dwójnik szeregowy RLC: a) schemat obwodu, b) wykres wektorowy dla $X_L > X_C$ c) wykres wektorowy dla $X_L < X_C$

a napięcie wypadkowe:

$$u = U_m \sin(\omega t + \varphi)$$

21



Tak jak poprzednio wyznaczamy:

amplitudę U_m wartość skuteczną U fazę początkową φ

Po podstawieniu do wzoru otrzymujemy:

$$u = RI_m \sin \omega t + \frac{1}{\omega C} I_m \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}) + \omega LI_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

Zatem możemy zapisać amplitudę napięcia:

d) wykres wektorowy dla $X_L = X_C$

$$U_m = \sqrt{U_{Rm}^2 + (U_{Lm} - U_{Cm})^2} \text{ po uwzględnieniu } U_{Rm} = RI_m, U_{Lm} = X_L I_m, U_{Cm} = 1/\omega C I_m = X_C I_m$$

otrzymamy wartości skuteczne: $U = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} I$ oznaczmy: $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

Wielkość Z nazywamy modulem impedancji lub po prostu impedancją dwójnika szeregowego RLC, a wielkość $X = X_L - X_C$ nazywamy reaktancją dwójnika RLC.

Zatem $U = ZI$ nazywamy prawem Ohma dla wartości skutecznych dwójnika szeregowego RLC.

Reaktancja X jest dodatnia jeśli $X_L > X_C$ (indukcyjny charakter obwodu), ujemna jeśli $X_L < X_C$ (pojemnościowy charakter obwodu) lub równa zero jeśli $X_L = X_C$ (rezystancyjny charakter obwodu).

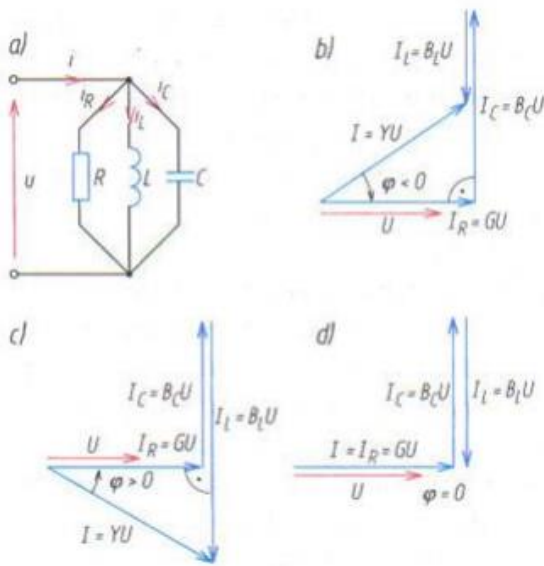
W dwójniku szeregowym RLC napięcie wypadkowe może wyprzedzać prąd, może się opóźniać w fazie względem prądu i może pozostawać w fazie z prądem. W pierwszych dwóch przypadkach otrzymujemy trójkąty napięć, w ostatnim przypadku powstaje w obwodzie zjawisko rezonansu napięć.

22

2. Dwójnik równoległy RLC (wykład Odbiorniki RLC w obwodach sinusoidalnych slajd 23,24)

10. Dwójnik równoległy RLC

Przeanalizujemy dwójnik RLC, którego elementy idealne są połączone równolegle. Przyjmiemy dla uproszczenia rozważań, że faza początkowa napięcia w obwodzie jest równa zero, czyli: $u = U_m \sin \omega t$.



Dwójnik równoległy RLC

- a) schemat obwodu
- b) wykres wektorowy dla $B_C > B_L$
- c) wykres wektorowy dla $B_C < B_L$
- d) wykres wektorowy dla $B_C = B_L$

Zgodnie z pierwszym prawem Kirchhoffa:

$$i = i_R + i_L + i_C$$

Prądy płynące w poszczególnych elementach są następujące:

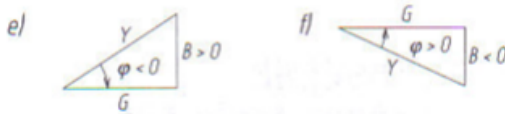
$$i_R = GU_m \sin \omega t$$

$$i_L = \frac{1}{\omega L} U_m \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

$$i_C = \omega C U_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

a prąd wypadkowy: $i = I_m \sin(\omega t + \varphi)$

23



e) trójkąt admittance dla $B_C > B_L$

f) trójkąt admittance dla $B_C < B_L$

Tak jak poprzednio wyznaczamy: amplitudę U_m , wartość skuteczną U , fazę początkową φ :

$$i = GU_m \sin \omega t + \omega C U_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{2}) - \frac{1}{\omega L} U_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

amplitudę prądu: $I_m = \sqrt{I_{Rm}^2 + (I_{Cm} - I_{Lm})^2}$ a wartość skuteczną prądu: $I = \sqrt{G^2 + (B_C - B_L)^2} U$

Oznaczmy: $Y = \sqrt{G^2 + (B_C - B_L)^2}$ Wielkość Y nazywamy modulem **admitancji** lub po prostu admitancją dwójnika równoległego RLC, a wielkość $B = B_C - B_L$ nazywamy **susceptancją** dwójnika RLC

Zatem $I = YU$ nazywamy **prawem Ohma w postaci admitancyjnej**.

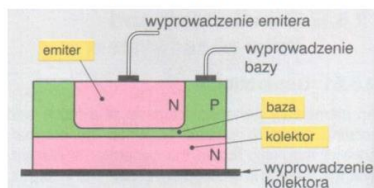
Susceptancja B jest **dodatnia** jeśli $B_C > B_L$ (**indukcyjny charakter obwodu**), **ujemna** jeśli $B_C < B_L$ (**pojemnościowy charakter obwodu**) lub **równa zero** jeśli $B_C = B_L$ (**rezystancyjny charakter obwodu**).

W dwójniku równoległym RLC napięcie wypadkowe może wyprzedzać prąd, może się opóźniać w fazie względem prądu i może pozostawać w fazie z prądem. W pierwszych dwóch przypadkach otrzymujemy **trójkąty prądów**, w ostatnim przypadku powstaje w obwodzie **zjawisko rezonansu prądów**.

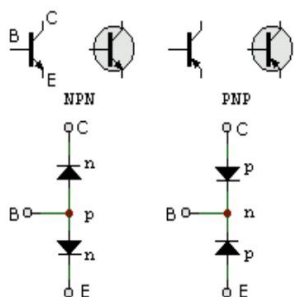
24

3. Budowa tranzystora bipolarnego, symbole, charakterystyki tranzystora. (wykład wzmacniacz na tranzystorze bipolarnym od str. 9)

2. Tranzystory bipolarne (warstwowe)



Rys. 1. Budowa tranzystora NPN.



Tranzystor warstwowy jest elementem bipolarnym o dwóch złączach p-n zlokalizowanych w monokryształe półprzewodnika w ten sposób, że powstają w nim trzy obszary (warstwy) mające kolejno przewodnictwa **p-n-p** lub **n-p-n**. Procesy zachodzące w jednym złączu oddziałują na drugie, a nośnikami ładunku elektrycznego są elektrony i dziury, o czym świadczy przymiotnik bipolarny.

Patrząc na diodowe modele zastępcze tranzystorów można stwierdzić, że tranzystor składa się z dwóch połączonych ze sobą diod o wspólnej warstwie n lub p.

Jedna z warstw jest źródłem ładunków (emituje ładunki) i dlatego nazywana jest **emiterem E**. Środkowa warstwa nazywa się **bazą B**. Jej zadaniem jest sterowanie przepływem ładunków. Ostatnia warstwa nazywa się **kolektorem C** (łac. collectus=zbieranie), gdyż zbiera ładunki.

Rys. 2. Symbole graficzne tranzystora bipolarnego i diodowe schematy zastępcze.

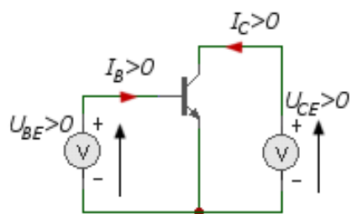
9

Występujące dwa modele tranzystorów PNP i NPN funkcjonują identycznie, różnice występują tylko w kierunkach zewnętrznych źródeł napięcia i w kierunkach przepływu prądów.

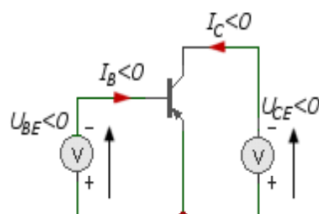
Korzystając z tego schematu można powiedzieć, że w tranzystorze złącze baza-emiter i kolektor-baza zachowują się jak diody. Aby tranzystor znajdował się w stanie normalnej pracy to muszą być spełnione następujące warunki:

- dla tranzystora npn potencjał kolektora musi być wyższy od potencjału emitera,
- dla tranzystora pnp potencjał kolektora musi być niższy od potencjału emitera,
- „dioda” baza-emiter musi być spolaryzowana w kierunku przewodzenia, a „dioda” kolektor-baza w kierunku zaporowym.

Aby te warunki były spełnione to źródła napięć zasilających muszą być podłączone jak na rys. 3 dla tranzystora npn i jak na rys. 4 dla tranzystora pnp.



Rys. 3.



Rys. 4.

Tranzystor NPN przewodzi, kiedy baza i kolektor są dodatnio spolaryzowane względem emitera. W tranzystorze PNP baza i kolektor muszą być ujemnie spolaryzowane względem emitera.

10

Tranzystor bipolarny jest sterowany prądowo prądem bazy!

Bardzo ważnym jest, aby patrząc na diodowy model zastępczy nie mylić czasami prądu kolektora z prądem przewodzenia „diody” kolektor-baza gdyż jest ona spolaryzowana zaporowo, a płynący prąd kolektora jest wynikiem działania tranzystora. Prąd kolektora I_C i prąd bazy I_B wpływające do tranzystora łączą się w jego wnętrzu i wypływają w postaci prądu emitera I_E (patrz na rys. 6).

W tranzystorach bipolarnych warstwy emitera i kolektora są silniej domieszkowane niż warstwa bazy. Jeżeli w tranzystorze NPN złącze baza-emiter jest spolaryzowane w kierunku przewodzenia, a złącze kolektor-baza w kierunku zaporowym, to w tranzystorze popłynie prąd elektronowy od emitera przez pierwsze złącze do bazy.

Ponieważ warstwa bazy jest wyjątkowo cienka elektrony przepływają przez bazę i docierają do drugiego złącza. Tam są przyciągane przez dodatnio spolaryzowaną elektrodę kolektora. Złącze baza-emiter przewodzi elektrony i nie tworzy dla nich warstwy zaporowej.

W tranzystorach mała zmiana prądu bazy powoduje duże zmiany prądu kolektora. Występuje zjawisko wzmocnienia prądu.

Przyjęło się w sposób określony oznaczać napięcia na tranzystorze. Napięcie na elektrodach tranzystora mierzone względem masy oznaczane jest indeksem w postaci pojedynczej dużej litery C, B lub E i tak na przykład U_C oznacza napięcie na kolektorze.

Napięcie między dwoma elektrodami oznacza się podwójnym indeksem, np. dla napięcia między bazą, a emiterem będzie to U_{BE} .

Na rys. 5 przedstawiony jest tranzystor pracujący w układzie wzmacniacza. Złącze **kolektor-baza jest spolaryzowane zaporowo** (bateria E_C), natomiast złącze **baza-emiter w kierunku przewodzenia** (bateria E_B).

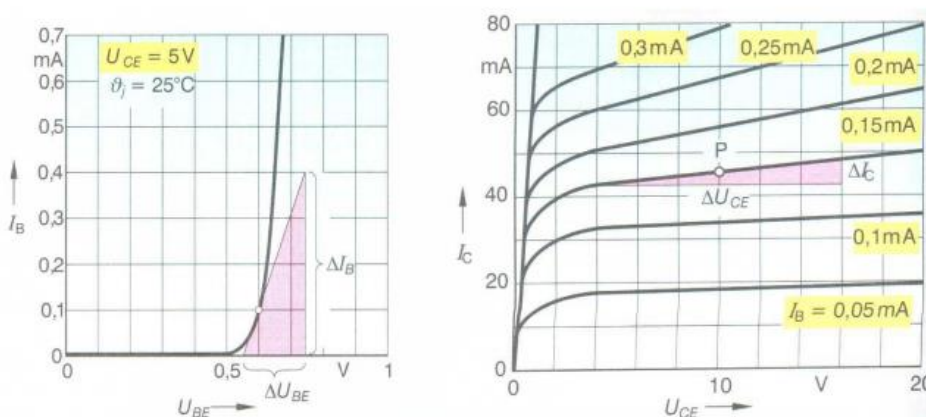
11

Statyczne charakterystyki tranzystora

Właściwości tranzystora można opisać na podstawie jego charakterystyk statycznych. Dla każdego z trzech układów pracy tranzystora podaje się zwykle dwie charakterystyki: wejściową i wyjściową. Charakterystyki statyczne przedstawiają zależności między prądami: emitera I_E , bazy I_B , kolektora I_C i napięciami: baza-emiter U_{BE} , kolektor-emiter U_{CE} i kolektor-baza U_{CB} .

Typowy przebieg charakterystyk wejściowych $I_B=f(U_{BE})$ przy $U_{CE}=\text{const}$ oraz charakterystyk wyjściowych $I_C=f(U_{CE})$ przy $I_B=\text{const}$ tranzystora p-n-p pracującego w układzie WE przedstawione są na rysunku poniżej:

15



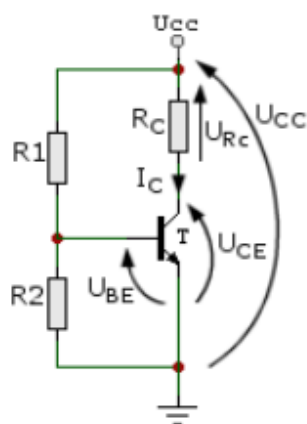
Rys. 8. Charakterystyki tranzystora: charakterystyka wejściowa i charakterystyka wyjściowa

Na charakterystyce wyjściowej wyraźnie widać, że wartość prądu kolektora zależy od prądu bazy, podwyższenie różnicy potencjałów między kolektor-emiter nieznacznie tylko wpływa na wzrost wartości prądu.

16

4. Układy zasilania wzmacniacza: a) Potencjometryczny i b) ze sprzężeniem kolektorowym
(wykład Wzmacniacz na tranzystorze bipolarnym od strony 23
a)

Układ z potencjometrycznym zasilaniem bazy



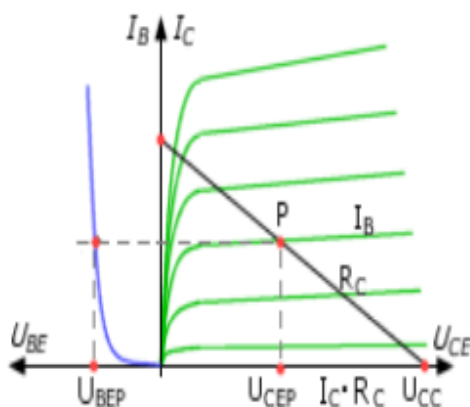
Aby tranzystor przewodził to złącze baza-emiter musi być spolaryzowane w kierunku przewodzenia, a napięcie baza-emiter U_{BE} musi mieć odpowiednią wartość (przyjmuje się najczęściej ok. 0,6V do 0,7V).

Najprostszym sposobem polaryzacji bazy, jaki można by zastosować jest ustalenie napięcia U_{BE} przy pomocy dzielnika napięciowego $R1$ i $R2$ tak jak to jest pokazane na rys.13. Jest to jednak najgorszy sposób rozwiązania układu polaryzacji tranzystora.

Rys. 13. Układ potencjometrycznego zasilania bazy.

Stosując II-gie prawo Kirchhoffa, Prawo Ohma oraz korzystając ze wzoru na dzielnik napięcia można przedstawiony układ opisać następującymi równaniami:

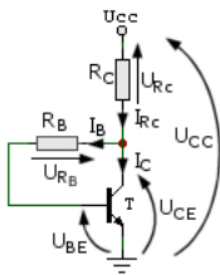
$$U_{CC} = U_{RC} + U_{CE} = I_C \cdot R_C + U_{CE} \quad U_{BE} = U_{CC} \cdot (R_2 / (R_1 + R_2))$$



Pierwsze z tych równań wyznacza prostą obciążenia, która wyznacza punkt pracy (I_C oraz U_{CE}), drugie może posłużyć do wyliczenia wartości $R1$ i $R2$. Dla założonego punktu pracy, czyli prądu I_C oraz napięcia U_{CE} z charakterystyk tranzystora można określić prąd bazy I_B i napięcie baza-emiter U_{BE} , co jest pokazane na rys. 14, a następnie można wyliczyć rezystancje $R1$ oraz $R2$.

b)

Układ ze sprzężeniem kolektorowym



Układ przedstawiony na rys. 17 jest zmodyfikowanym układem z wymuszonym prądem bazy. Modyfikacja polega na tym, że rezystor R_B jest podłączony do kolektora, a nie do zasilania U_{CC} .

Układ ten charakteryzuje się lepszą stałością punktu pracy niż dwa wcześniej zaprezentowane. Charakterystycznym jest również dla niego to, że nie dopuszcza do tego, aby tranzystor wszedł w stan nasycenia nawet przy bardzo dużej wartości β . Dzieje się tak dzięki zastosowaniu ujemnego sprzężenia zwrotnego, realizowanego przez włączenie rezystora R_B między kolektor i bazę - stąd też jego nazwa "układ ze sprzężeniem kolektorowym".

Rys. 17.

26

Podobnie jak dla poprzednich układów stosując II-gie prawo Kirchhoffa, Prawo Ohma oraz tym razem również I prawo Kirchhoffa można przedstawiony układ opisać następującymi równaniami

$$\begin{aligned} I_{RC} &= I_C + I_B & U_{CC} &= U_{RC} + U_{CE} & U_{CC} &= I_{RC} \cdot R_C + U_{CE} = (I_C + I_B) \cdot R_C + U_{CE} \\ U_{CE} &= U_{RB} + U_{BE} = I_B \cdot R_B + U_{BE} \end{aligned}$$

Korzystając z tych równań oraz pamiętając o zależności $I_C = \beta \cdot I_B$ (przy pominięciu I_{C0}) i stosując kilka przekształceń i uproszczeń można wyprowadzić wzór na prąd kolektora I_C płynący w tym układzie.

$$I_C = (U_{CC} - U_{BE}) / (R_C + R_B / \beta)$$

Z otrzymanego wzoru widać, że zależność prądu kolektora od zmian napięcia U_{BE} jest podobna jak dla układu z wymuszonym prądem bazy, natomiast wpływ β na prąd kolektora I_C jest znacznie mniejszy niż w poprzednich układach, gdyż I_C nie jest dla tego układu proporcjonalny do I_B .







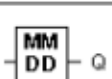
Jednak najbardziej istotną zaletą tego układu jest to, że nie dopuszcza do tego aby tranzystor wszedł w stan nasycenia nawet przy bardzo dużej wartości β . Jeżeli zastosujemy w układzie tranzystor o współczynniku β większym niż przewidywany to prąd kolektora I_C "będzie chciał" wzrosnąć (gdyż $I_C = \beta \cdot I_B$), co spowoduje wzrost spadku napięcia na R_C , a to z kolei pociągnie za sobą zmniejszenie napięcia na kolektorze U_{CE} , co da zmniejszenie prądu bazy, czyli zmniejszenie prądu kolektora.

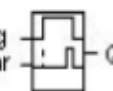

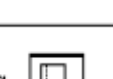


Jak widać układ sam "przeciwdziała" wzrostowi prądu kolektora i wejściu tranzystora w stan nasycenia. Tak właśnie działa ujemne sprzężenie zwrotne. Układ ze sprzężeniem kolektorowym jest mniej wrażliwy na zmiany β i U_{BE} niż układ z wymuszonym prądem bazy.

27

5. Funkcje specjalne w LOGO: symbole graficzne i przebiegi czasowe.(opóźnione wyłączenie, podtrzymane opóźnione załączenie, AND z pamięcią. (wykład z LOGO i materiały na laby)

Funkcje specjalne:

Oznaczenie w LOGO!	Nazwa funkcji specjalnej	REM
	Przełącznik czasowy wyzwalany zboczem Strona 137.	REM
	Asynchroniczny generator impulsów Strona 140.	REM
	Generator losowy Strona 141.	
	Sterownik oświetlenia schodowego Strona 143.	REM
	Przełącznik wielofunkcyjny Strona 146.	REM
	Timer tygodniowy Strona 149.	
	Timer roczny Strona 154.	

Oznaczenie w LOGO!	Nazwa funkcji specjalnej	REM
Funkcje czasowe		
	Opóźnione włączenie Strona 125.	REM
	Opóźnione wyłączenie Strona 129.	REM
	Opóźnione włącz/wyłącz Strona 131.	REM
	Opóźnienie z podtrzymaniem Strona 133.	REM
	Przełącznik czasowy z wyjściem impulsowym Strona 135.	REM

11

Opóźnione wyłączenie

Wykres czasowy

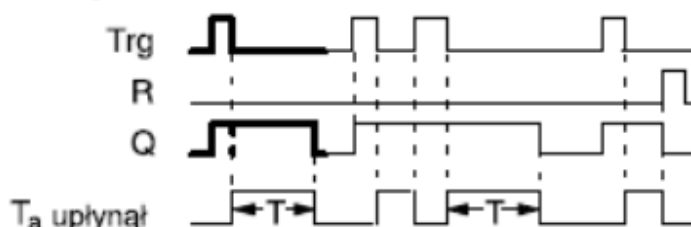
Wyjście bloku przyjmuje stan 0 po upływie zadanego czasu.

Pojawienie się poziomu wysokiego na wejściu Trg (zmiana stanu z 0 na 1) powoduje wzbudzenie wyjścia Q (stan wyjścia hi).

Zmiana stanu na wejściu Trg z 1 na 0 powoduje rozpoczęcie odliczania czasu T_a , przy czym wyjście pozostaje wzbudzone. W momencie, kiedy T_a osiągnie zadaną wartość T ($T_a=T$), wyjście ulega wyzerowaniu.

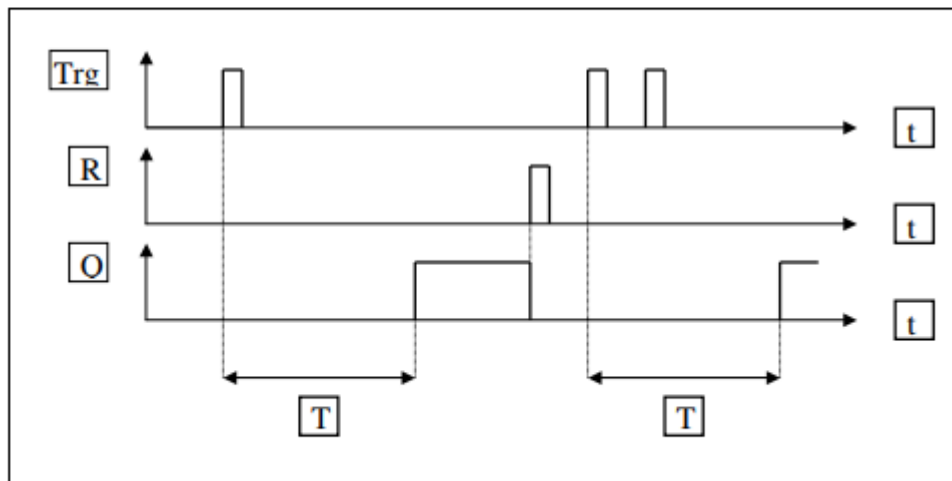
Każde zbocze opadające na wejściu Trg powoduje rozpoczęcie odliczania od początku.

Wejście zerujące R służy do zerowania wyjścia oraz czasu T_a przed jego upływem.



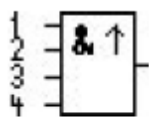
Podtrzymane opóźnienie załączenia

Narastające zbocze impulsu wyzwalającego Trg uruchamia odliczanie czasu T, po upływie którego, wyjście Q zostaje ustawione w stan wysoki i pozostaje w tym stanie dopóki nie wystąpi sygnał kasujący R. Jeśli w czasie T wystąpi następny impuls Trg to nie wywoła on żadnego efektu (czas T nie zostanie naliczany od początku).

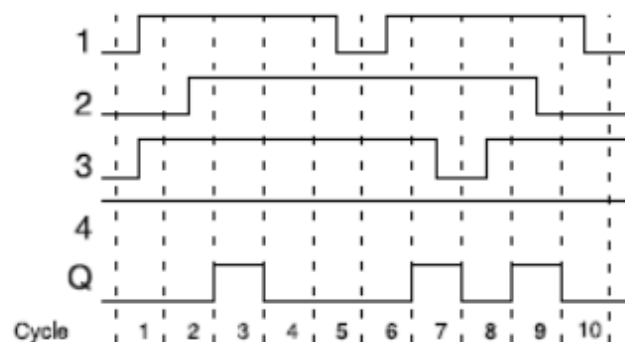


AND z pamięcią stanu (zbocze)

Wykres czasowy sygnałów w bloku AND z pamięcią stanu:



Oznaczenie w LOGO!



Wyjście bloku AND z pamięcią stanu przyjmuje stan 1, jeśli stany na wszystkich wejściach mają wartość 1 i przynajmniej jedno wejście w poprzednim cyklu miało stan 0.