

Импулсни схеми с ТТЛ интегрални схеми

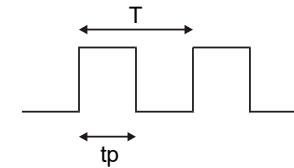
Чакащи мултивибратори



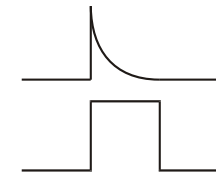
1. Общи сведения

Мултивибраторите са схеми или устройства за получаване на правоъгълни импулси. Те могат да работят в три режима:

- автогенераторен. След включване на захранването мултивибраторите започват самостоятелно да генерират периодични правоъгълни импулси. Периодът T и продължителността t_p на генерираните импулси зависят от параметрите на мултивибратора.



- чакащ. В този режим мултивибраторите генерират импулс с определена продължителност t_p , зависеща от параметрите на схемата, само при подаване на входен, пусков сигнал. Чакащите мултивибратори се наричат още моновибратори.



- режим на синхронизация и деление на честота. Честотата на изходните сигнали е кратна на честотата на входните сигнали.

$$f_o = \frac{f_i}{n} \Rightarrow n = 1 - \text{синхронизация}$$

$n \neq 1$ – деление на честотата.

1. Общи сведения

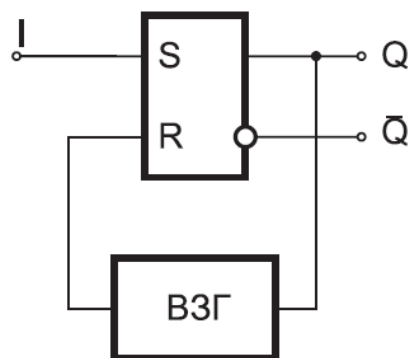
Автогенериращите мултивибратори имат две временно устойчиви състояния; чакащите – едно устойчиво и едно временно устойчиво състояние.

Тригер	Две устойчиви състояния
Автогенериращ мултивибратор	Две временно устойчиви състояния
Чакащ мултивибратор	Едно устойчиво и едно временно устойчиво състояние

В устойчивото състояние (УС) схемите стоят произволно дълго време. Временно устойчиво състояние (ВУС) – само определено време схемата стои в това състояние. Чакащите мултивибратори стоят в УС, при пускащ импулс преминават във ВУС за време, определено от параметрите на схемата, след което се връщат в УС и отново чакат пусков импулс.

1. Чакащи мултивибратори с ТТЛ елементи

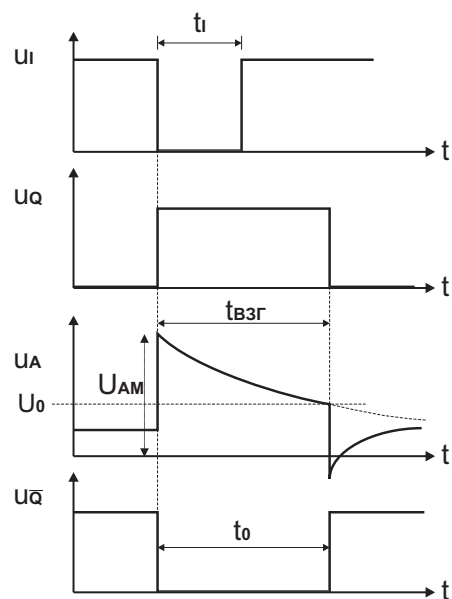
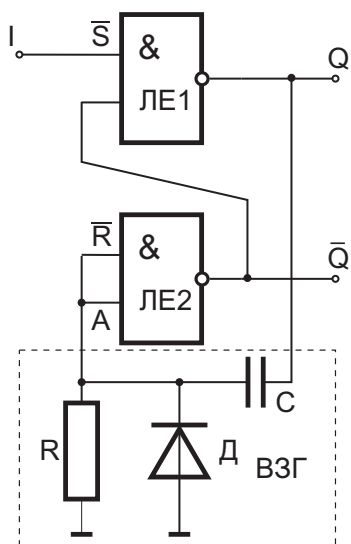
1. 1. Чакащ мултивибратор с диференцираща времезадаваща верига (ВЗГ)



Чакащите мултивибратори най-често представляват комбинация на асинхронен тригер S-R и времезадаваща група (ВЗГ) във веригата на обратната връзка.

1. Чакащи мултивибратори с ТТЛ елементи

1. 1. Чакащ мултивибратор с диференцираща времезадаваща верига (ВЗГ)



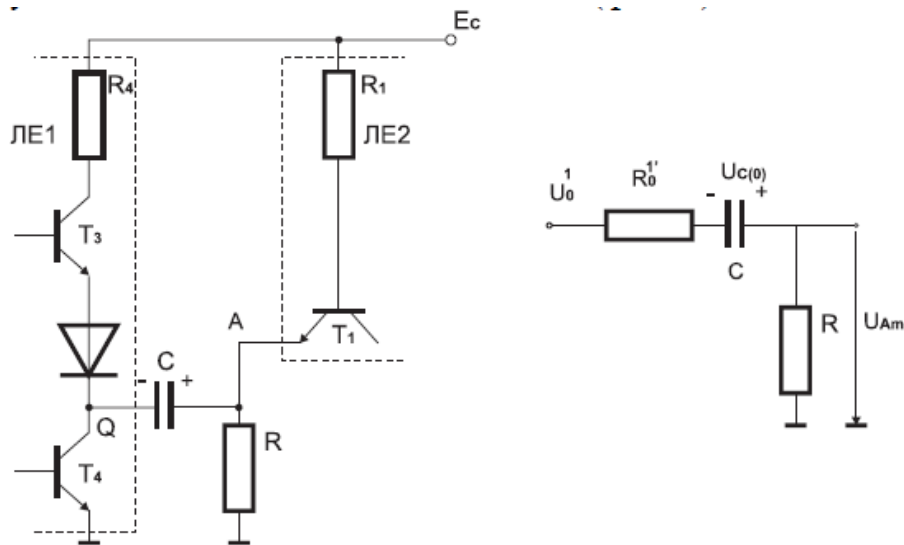
Входният импулс I “стартира” устройството. След време, определено от параметрите на ВЗГ информацията от изхода на тригера се връща към установяващия му вход R и мултивибраторът приема първоначалното си състояние. Очевидно е, че дължината на входния импулс трябва да бъде по-малка от времето на задържане на ВЗГ. Принципните схеми на чакащите мултивибратори се различават главно по реализацията на ВЗГ.

В изходно състояние $I = 1$, $Q = 0$, $\overline{Q} = 1$, $U_A \leq 0,8 \text{ V}$ (при правилен избор на съпротивлението R), кондензаторът е почти напълно разреден. При $I = 0$ тригерът се задейства и $Q = 1$, $\overline{Q} = 0$ и u_A със скок се изменя до ниво, надвишаващо минималната стойност на логическата единица. Със зареждането на кондензатора C напрежението u_A спада експоненциално и при $u_A = U_0$ схемата се преобръща (ако $t_I < t_{B3T}$).

1. Чакащи мултивибратори с ТТЛ елементи

1.1. Чакащ мултивибратор с диференцираща времезадаваща верига (ВЗГ)

Оценката за продължителността на изходния импулс може да бъде получена от анализа на следната схема



$$U_C(0) = \frac{E_C - U_{BE_{T1}}}{R_1 + R} R - U_{CE_{T4SAT}} \approx \frac{E_C - U_{BE_{T1}}}{R_1 + R} R \leq 0,8 V$$

$$(1) \quad U_{Am} = \frac{U_0^1 + U_C(0)}{R + R_0^1} R, \text{ където } R_0^1 \approx 150 \Omega \text{ е}$$

изходното съпротивление на ЛЕ1 при логическа 1 на изхода и наситен транзистор Т3.

$$u_A(t) = \frac{U_0^1 + U_C(0)}{R + R_0^1} R \cdot e^{-\frac{t}{(R + R_0^1)C}}$$

$$(1A) \quad t_0 = (R + R_0^1) \cdot C \ln \frac{[U_0^1 + U_C(0)] \cdot R}{(R + R_0^1) U_0} \approx (R + R_0^1) \cdot C \ln \frac{3,9R}{1,3(R + R_0^1)}$$

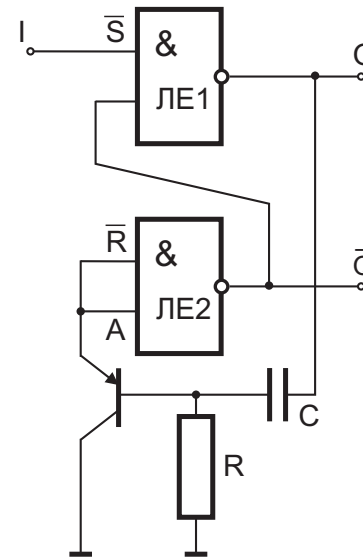
$$u_A(t_0) = U_0$$

Приблизителната оценка в (1А) е получена при $U_0^1 = 3,7 \text{ V}$; $U_C(0) = 0,2 \text{ V}$; $U_O = 1,3 \text{ V}$. Препоръчва се $100 \Omega \leq R \leq 500 \Omega$. Горната граница се определя от изискването да не се превишава нивото на логическата нула ($0,8 \text{ V}$). Минималната стойност на R се определя от изискването изходният транзистор на ЛЕ1 да не се претовари.

Предимство на разгледаната схема е простотата ѝ. Съществен недостатък - малък диапазон на регулиране на дължината на изходния импулс, тъй като капацитетът на кондензатора C не трябва да превишава стойност, при която задържането в активната област на предавателната характеристика на логическия елемент надвишава $100 - 200 \text{ ns}$.

1. Чакащи мултивибратори с ТТЛ елементи

1. 1. Чакащ мултивибратор с диференцираща времезадаваща верига (ВЗГ)

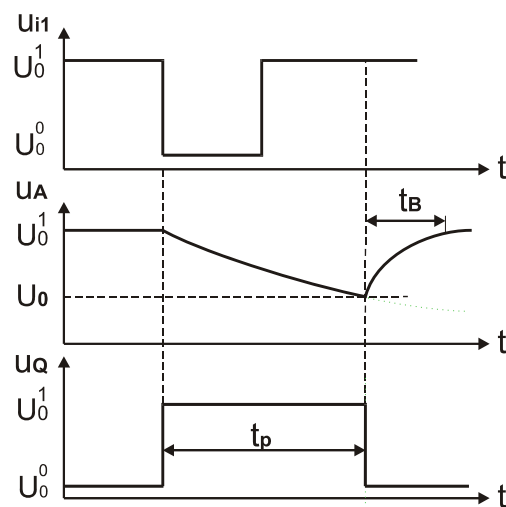
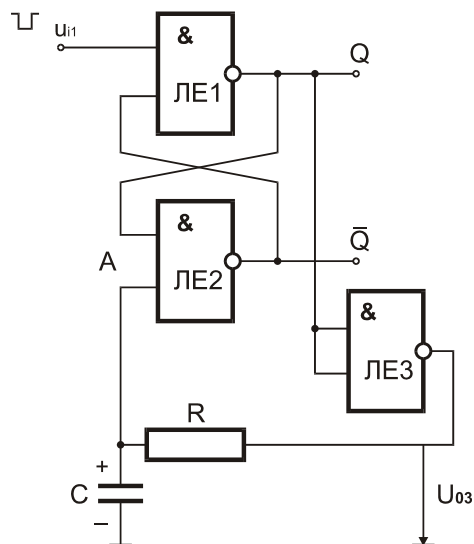


За избягване на този недостатък като съгласуващ елемент се включва емитерен повторител (фиг. 4). Отбележете, че в този случай като активно съпротивление за ВЗГ се явява голямото входно съпротивление на емитерния повторител, построен с транзистора T , а съпротивлението, поддържащо ниско входно ниво за ЛЕ2 в изходно състояние, е ниското изходно съпротивление на емитерния повторител. В този случай

$$(2) \quad 100 \Omega \leq R \leq 50 \text{ k}\Omega$$

при типични $\beta \geq 100$. В случая R определя режима на работа на транзистора T .

1.2 Чакащ мултивибратор с интегрираща ВЗГ



При $I = 1$, $Q = 0$, $\bar{Q} = 1$, кондензаторът е зареден до ниво U_{03}^1 . При постъпване на сигнал $I = 0$ елементът ЛЕЗ се превключва и започва разряд на кондензатора С през резистора R и транзистора Т4 на ЛЕЗ. При $u_A = U_0$, ЛЕ2 се превключва и тригерът възстановява първоначалното си състояние. Кондензаторът възстановява напрежението си през R и изходното съпротивление на ЛЕЗ, който е в състояние логическа единица. Оценката за продължителността на импулса и времето за възстановяване могат лесно да бъдат получени:



1. Чакащи мултивибратори с ТТЛ елементи

1. 2 Чакащ мултивибратор с интегрираща ВЗГ

$$(3) \quad t_O = RC \ln \frac{U_{O3}^1}{U_O} \approx RC$$

$$(4) \quad t_B \approx (3 \div 5) RC$$

Разширяване на диапазона на изменение на t_O може да стане както в предходната схема чрез включване на емитерен повторител. Като недостатък на разглежданата схема може да се посочи голямото време за възстановяване.

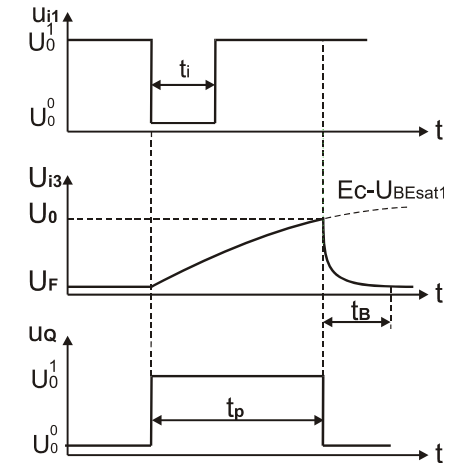
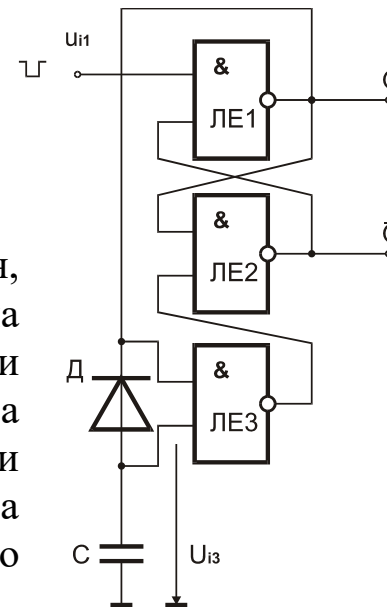
Стойността на резистора е в следните граници

$$(5) \quad 100 \, \Omega \leq R \leq 250 \, \Omega.$$

1. Чакащи мултивибратори с ТТЛ елементи

1.3 Чакащ мултивибратор с кондензатор във входа на логическия елемент (с времезадаваща верига, управлявана от входния ток на ЛЕ)

При 1 на входа на ЧМ диодът D е отпушен, кондензаторът е зареден до $U_{C0} = U_F$. При подаване на 0 на входа, диодът се запушва, но кондензаторът задържа нивото си и на изхода на ЛЕ₃ има 1. Кондензаторът започва да се зарежда от входния ток на ЛЕ₃, като се стреми към $E_C - U_{BEsat1}$. При $u_C = U_0$ ЛЕ₃ се превключва и тригерът възстановява първоначалното си състояние. При това кондензаторът бързо се разрежда през отпушения диод и изхода на елемента ЛЕ₁.

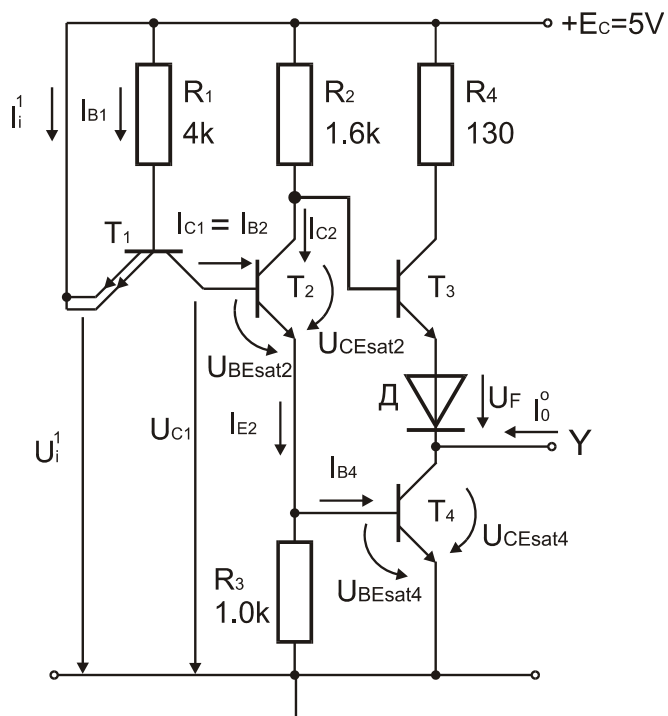


t_B - време на възстановяване – малко.

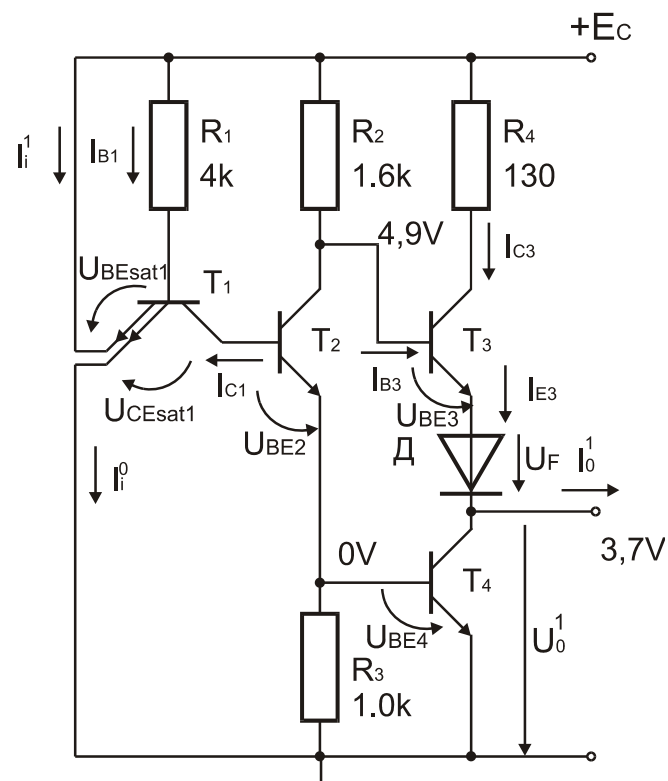
$$t_p = R_1 \cdot C \ln \frac{E_C - U_{BEsat1} - U_F}{E_C - U_{BEsat1} - U_0} \quad (R_1 = 4 \text{ k})$$

$$t_B \approx 3 \cdot C \cdot (r_F + R_0^0)$$

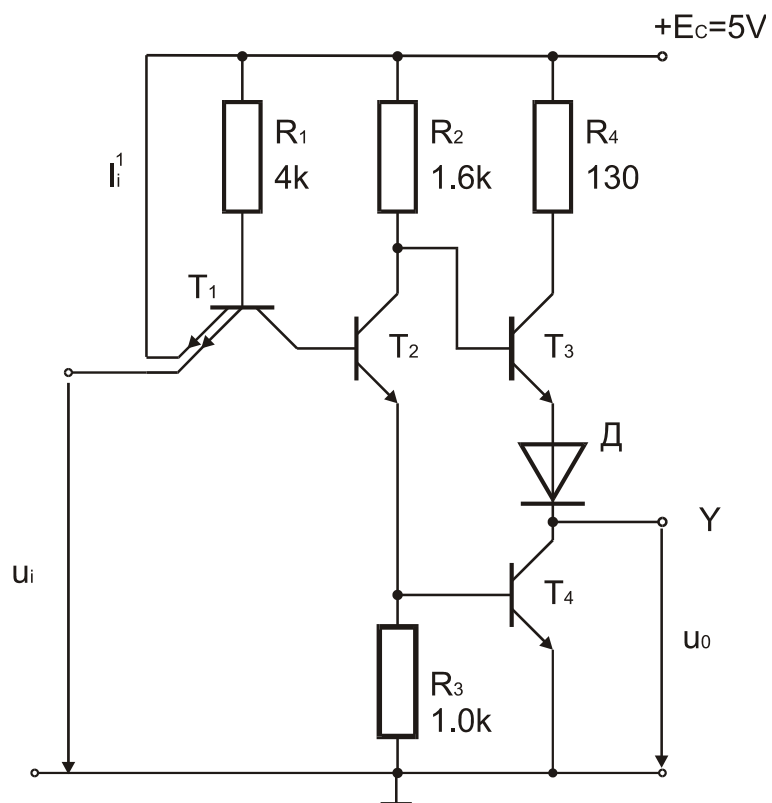
От схемата се вижда, че само чрез кондензатора може да се регулира t_p



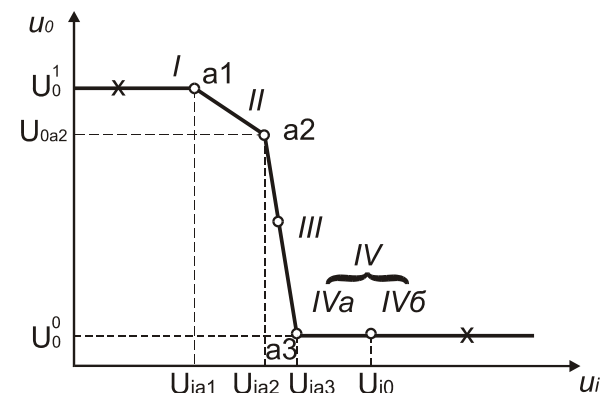
T_1 – инверсен активен режим
 T_2, T_4 – наситено състояние
 T_3 – запушен
 D – запушен



T_1 – наситен режим
 T_3 – активен режим
 T_2, T_4 – запушени
 D – отпушен



$$\begin{aligned}
 U_o^1 &= 3,7 \text{ V} \\
 U_{oa2} &= 2,7 \text{ V} \\
 U_o^0 &= 0,2 \text{ V} \\
 U_{ia1} &= 0,55 \text{ V} \\
 U_{ia2} &= 1,2 \text{ V} \\
 U_{ia3} &= U_o = 1,3 \text{ V} \\
 U_{i0} &= 1,4 \div 1,5 \text{ V}
 \end{aligned}$$



4. Статични нива

