

Импулсна и цифрова схемотехника

Импулсни и цифрови устройства

Импулсни устройства

Цифрови устройства

Импулси – общи сведения.

Импулси на ток или на напрежение се наричат токът или напрежението, които действат в течение на интервал от време, чиято продължителност е сравнима с времетраенето на преходния процес във веригата, върху която въздейства електрическият сигнал.

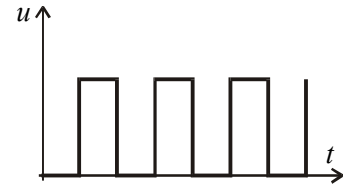
Според полярността импулсите могат да бъдат положителни или отрицателни.

В зависимост от формата биват правоъгълни, триъгълни, трапецовидни, експоненциални и др.

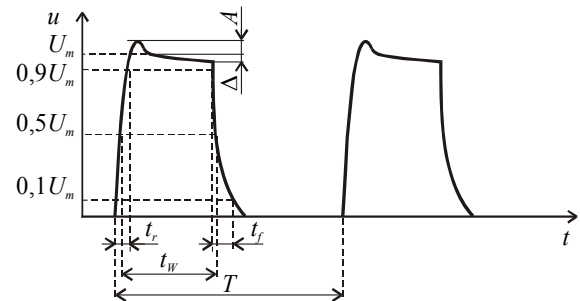
Положителни импулси с правоъгълна форма

Фронт на импулса

Преден и заден фронт



Фиг. 3.1.



Фиг. 3.2.

Основните параметри на импулсите:

- максимална стойност - U_m – най-голямата стойност на изменението на напрежението (тока) на импулса;
- продължителност на предния фронт (време за нарастване) – t_r – времето за нарастване на напрежението от стойност $0,1U_m$ до $0,9U_m$;
- продължителност на задния фронт (време за спадане) – t_f – времето за намаляване на напрежението от стойност $0,9U_m$ до $0,1U_m$;
- продължителност на импулса – t_W – времето между предния и задния фронт, измерено на ниво $0,5U_m$;
- период на повторение на импулсите – T – времето между предните (задните) фронтове на два последователни импулса;
- честота на следване на импулсите – $f = \frac{1}{T}$;
- коефициент на запълване на импулсите – $\gamma = \frac{t_W}{T}$;
- отскок – A ;
- спад на платото на правоъгълния импулс – Δ .

Параметрите на правоъгълните импулси могат да се управляват.

Когато това управление става с аналогов сигнал, то се нарича модулация.

Параметрите на правоъгълните импулси носят информация за параметрите на управляващия аналоговия сигнал.

Видове модулация:

– *амплитудно-импулсна*, при която импулсите са с постоянна честота и продължителност, а информацията за модулиращия сигнал се съдържа в тяхната амплитуда;

– *широчинно-импулсна*, при която импулсите са с постоянна честота и амплитуда, а информацията за модулиращия сигнал се съдържа в тяхната продължителност;

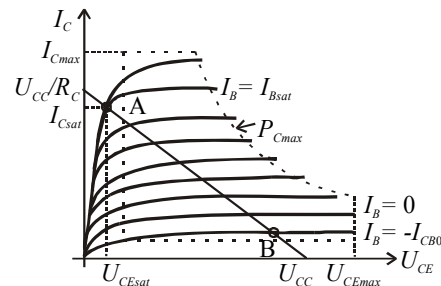
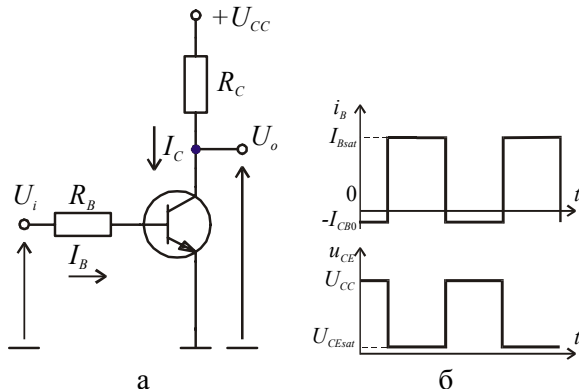
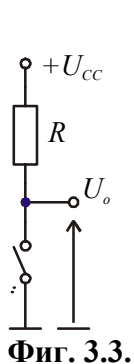
– *фазово-импулсна*, при която импулсите са с постоянна амплитуда и продължителност, а информацията за модулиращия сигнал се съдържа в тяхното фазово отместване спрямо тактовите импулси;

– *честотно-импулсна* (интервално-импулсна), при която импулсите са с постоянна амплитуда и продължителност, а информацията за модулиращия сигнал се съдържа в тяхната честота (период);

– *двуполярна честотно-импулсна*, при която импулсите са с постоянна продължителност и амплитуда, и импулс се формира при изменение на големината на модулиращия сигнал с определена предварително зададена стойност, като полярността му зависи от посоката на изменението.

Работа на биполярния транзистор в ключов режим

Състоянията на импулсните и цифровите устройства, съответстващи на затворен и отворен ключ (фиг. 3.3), се генерират от транзистори, които работят в ключов режим.



Транзисторът работи в схема на включване общ емитер режим на насищане => съответства на затворен ключ и режим на отсечка => съответства на отворен ключ

Бърздействието на ключа се определя от времето за преминаване на транзистора от едното състояние в другото.

Запушване на транзистора

$$(3.1) \quad |U_i| \geq I_{CB0} \cdot R_B.$$

Отпушване на транзистора => преминаване в наситено състояние

$$I_B > I_{Bsat}.$$

$$(3.2) \quad I_{Csat} = \frac{U_{CC} - U_{CEsat}}{R_C}, \quad I_{Bsat} = \frac{I_{Csat}}{\beta}$$

Коефициент на насищане $N > 1$:

$$(3.3) \quad N = \frac{I_B}{I_{Bsat}}, \quad 1,5 \leq N \leq 5.$$

Колекторният ток на практика не зависи от коефициента на насищане.

При по-големи стойности на N :

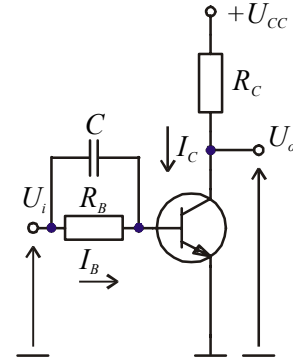
- се натрупва голямо количество неосновни токоносители в базата на транзистора, което забавя неговото отпушване.
- голям базов ток повишава температурата на емитерния преход.
-

$$(3.4) \quad I_B = \frac{N \cdot I_{Csat}}{\beta}.$$

$$(3.5) \quad U_i \geq \frac{N \cdot I_{Csat}}{\beta} R_B.$$

ускоряващ кондензатор C

$$(3.6) \quad C = \frac{\tau_\beta}{R_B}, \quad \text{където } \tau_\beta = \frac{(0,2 \div 0,27)\beta}{f_\alpha}.$$



Фиг. 3.6.

Формировател на импулси

Фронтовете на изходните импулси ще се определят от скоростта на нарастване на входния сигнал и коефициента на усилване на стъпалото в активен режим:

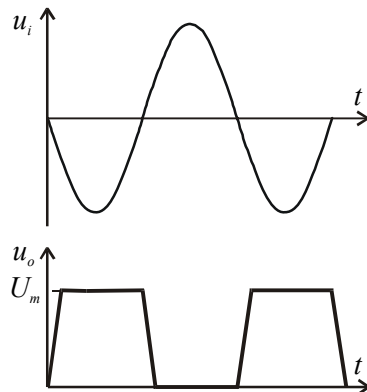
$$(3.7) \quad t_r = t_f = \frac{0,8U_m}{A_u dU/dt_{\max}},$$

където U_m е максималната стойност на изходното напрежение;

$$A_u = \beta \cdot \frac{R_C}{R_B} \quad \text{е коефициентът на усилване по}$$

напрежение на стъпалото;

dU/dt_{\max} е максималната скорост на изменение на входното напрежение.



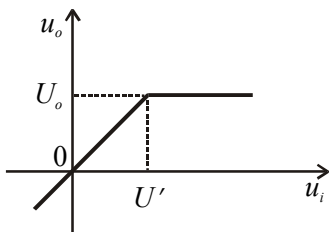
Фиг. 3.7.

Ограничители на импулси

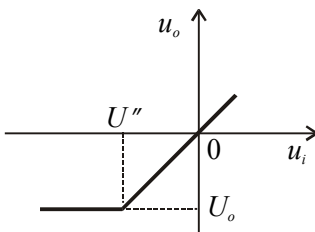
Ограничител се нарича четириполюсникът, чието изходно напрежение $u_o(t)$ остава практически неизменно, когато входното напрежение $u_i(t)$ излиза извън определени граници.

Според вида на предавателната характеристика се различават три типа ограничители:

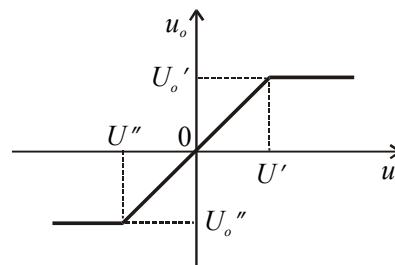
- а) $u_o = const$ за $u_i \geq U'$ – ограничител отгоре или по максимум (фиг. 3.8а);
- б) $u_o = const$ за $u_i \leq U''$ – ограничител отдолу или по минимум (фиг. 3.8б);
- в) $u_o = const$ за $U' \leq u_i \leq U''$ – двустранен ограничител (фиг. 3.8в).



а



б



в

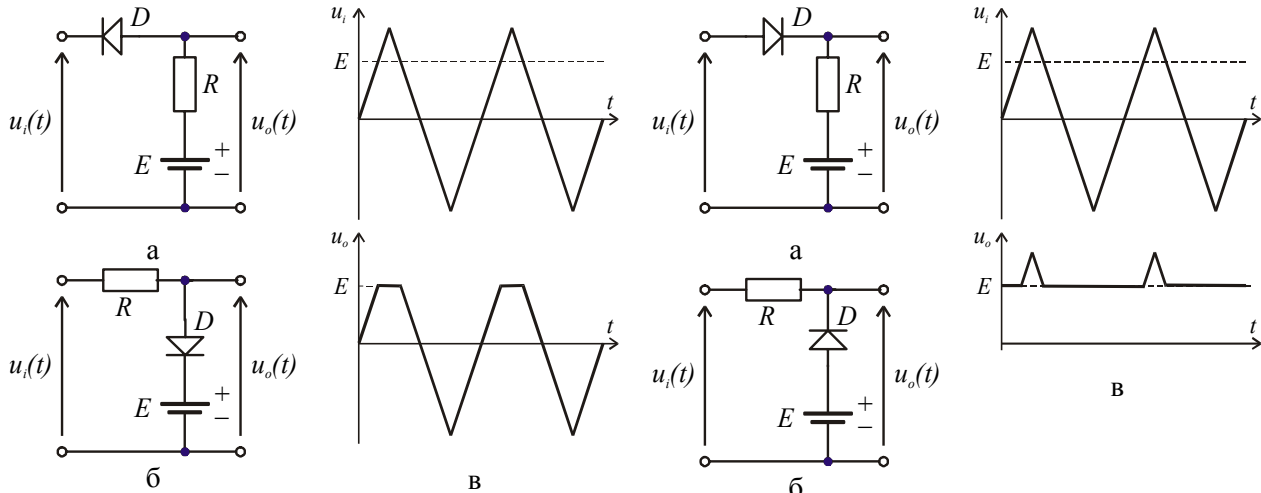
Фиг. 3.8.

Изисквания към ограничителите:

- точност на ограничението и
- стабилност на линейно начупената характеристика.

В зависимост от начина на включване на диода се различават последователни и паралелни схеми на диодни ограничители (диодни ключове).

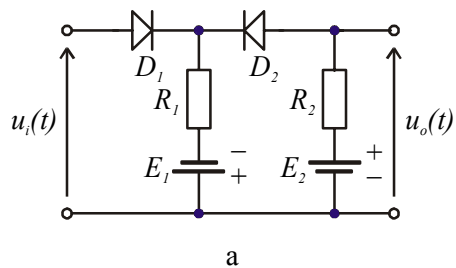
Ограничението – отгоре или отдолу се определя от полярността на включване на диода.



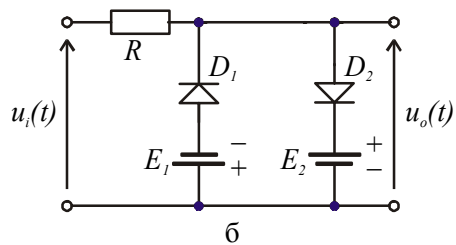
Фиг. 3.9.

Фиг. 3.10.

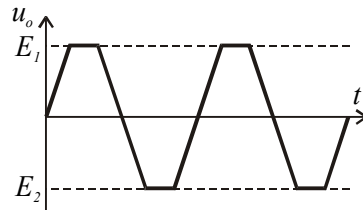
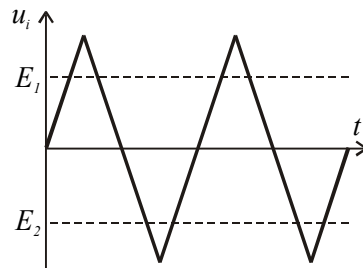
Двусторонен диоден ограничител



а



б

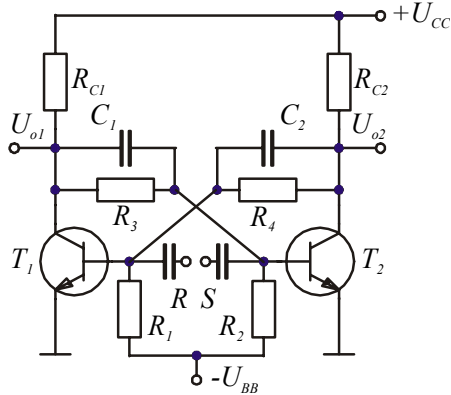


в

Фиг. 3.11.

Тригери с биполярни транзистори

RS – тригер



Фиг. 3.12.

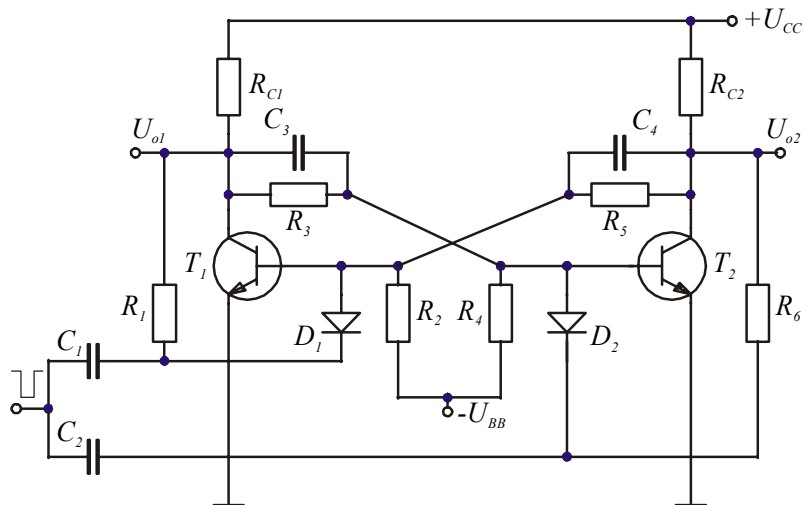
Двете устойчиви състояния на тригера се гарантират от следните условия:

$$(3.11) \quad R_{C1} = R_{C2} = \frac{U_{CC}}{I_{Csat}};$$

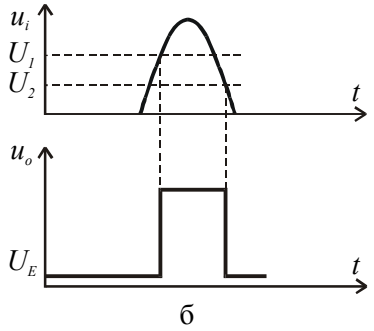
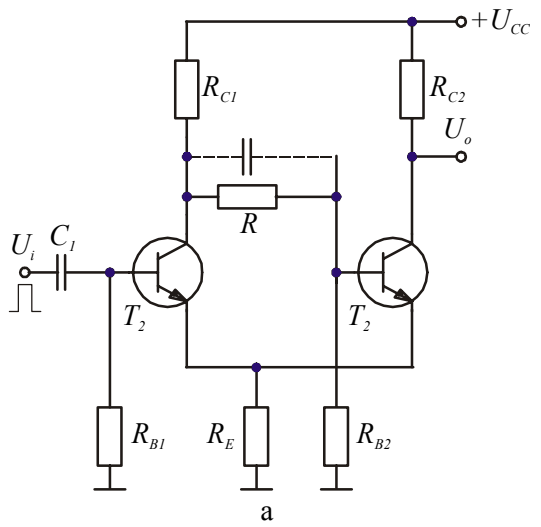
$$(3.12) \quad R_1 = R_2 = \frac{U_{BB}}{I_{CB0}};$$

$$(3.13) \quad R_3 = R_4 < \beta \cdot R_C / 2.$$

Триггер с броячен вход



Тригер с емитерна връзка (тригер на Шмит)



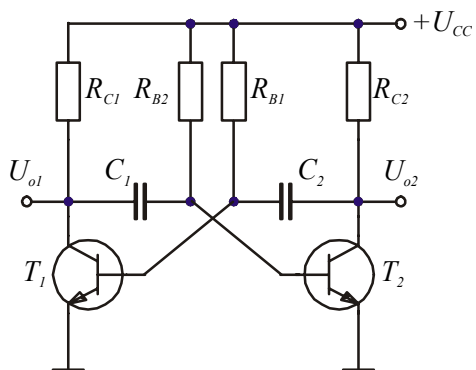
Фиг. 3.14.

Генератори на правоъгълни импулси с биполярни транзистори

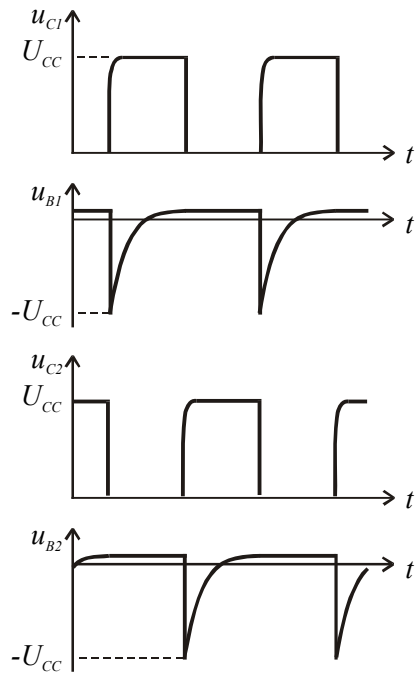
в режим на автогенериране => *мултивибратор*

в чакащ режим => *моновибратор* или *чакащ мултивибратор*.

Мултивибратори с биполярни транзистори

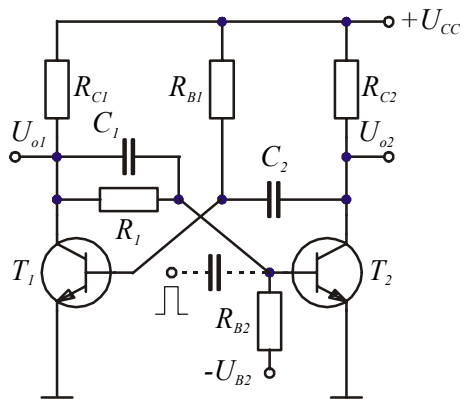


Фиг. 3.15.

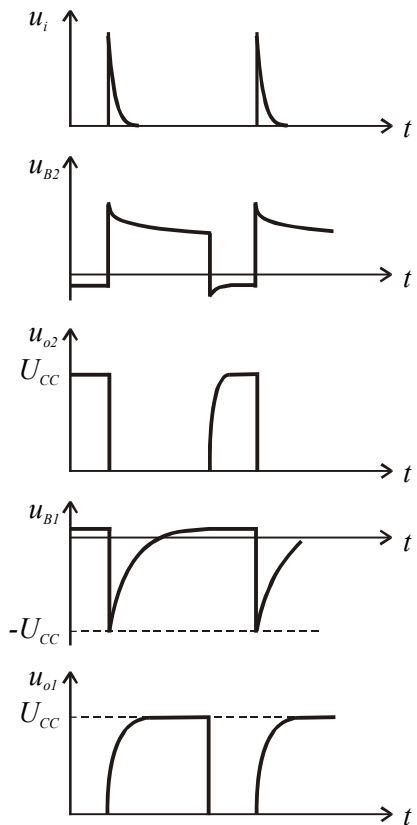


Фиг. 3.16.

Моновибратор с биполарни транзистори



Фиг. 3.17.



Фиг. 3.18.