

Генератори на ток

Към активните линейни схеми спадат също генераторите на напрежение и ток.

Основният метод за изграждане на генератори на напрежение е реализиране на отрицателна обратна връзка по напрежение. При транзисторните схеми класическото изпълнение е емитерен (схема с **общ колектор**) или сорсов (схема с **общ дрейн**) повторител. Тези схеми осигуряват ниско изходно съпротивление. Източник на напрежение може да се създаде и с използване на **ценов диод**.

Генератори на ток

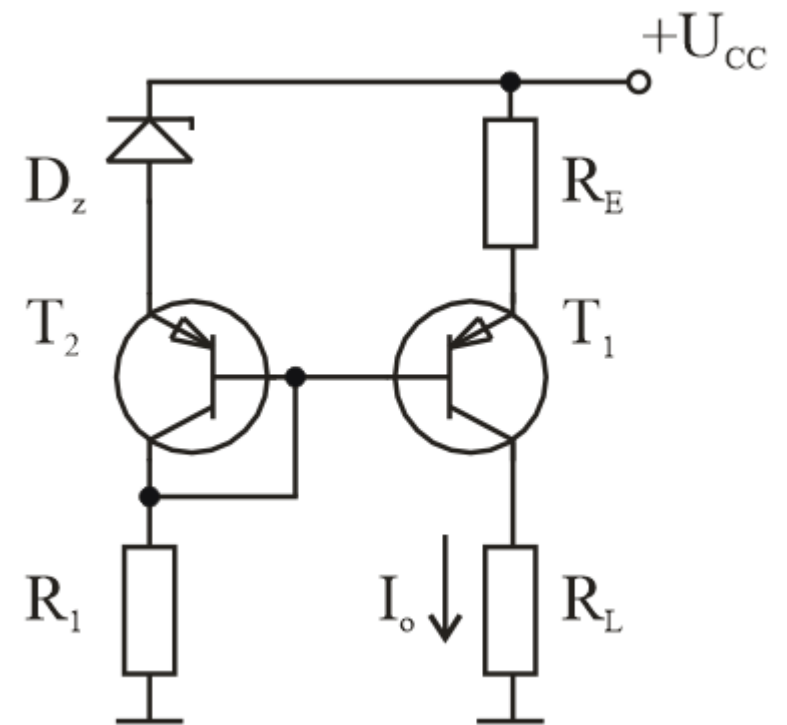
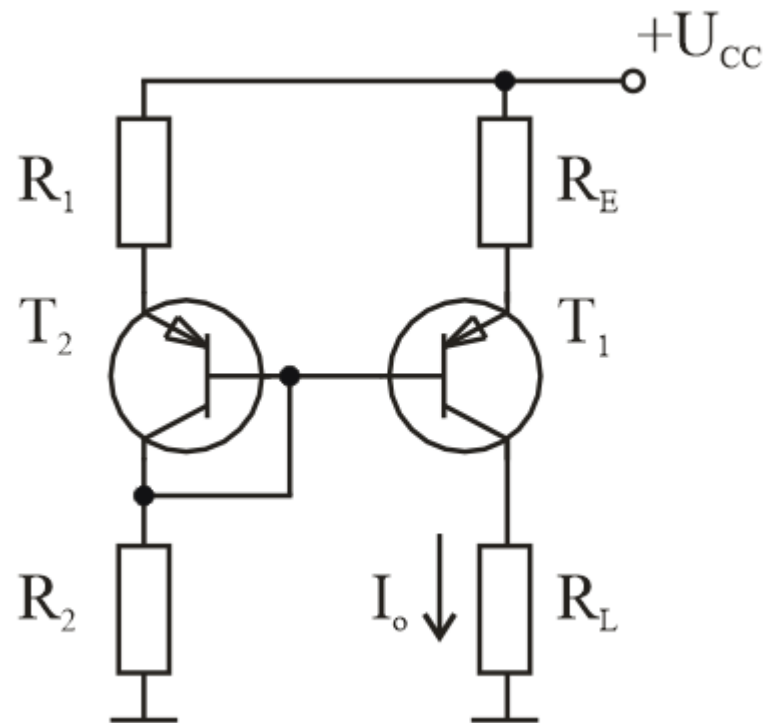
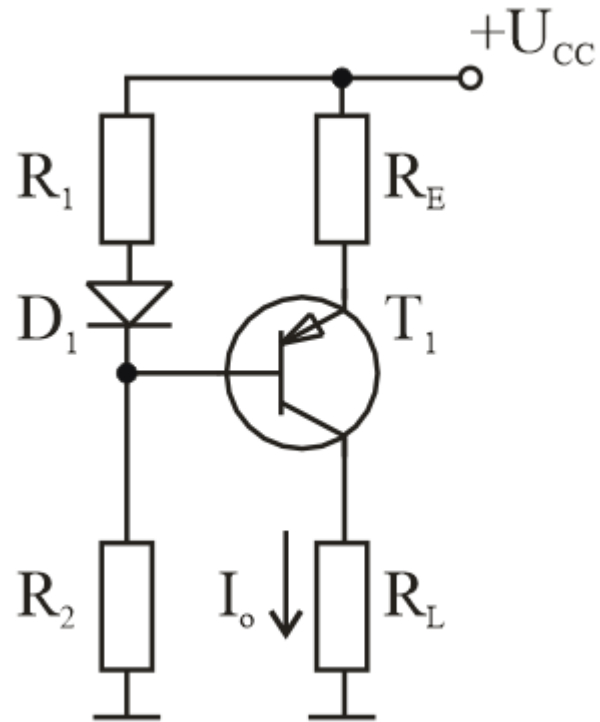
Генераторите на ток се изграждат с въвеждане на отрицателна обратна връзка по ток. При схемите с биполярни транзистори се използва включване с **обща база**. Когато транзисторът е PNP тип, схемата работи като източник – токът излиза от схемата и протича през товара. Базовото напрежение се задава от делителя $R_1 - R_2$. Диодът D_1 се включва, за да компенсира нестабилността на напрежението база-емитер на транзистора T_1 . Често той се заменя с транзистор в диодно включване T_2 , който има същото напрежение база-емитер като основния T_1 . Това се прави в интегралната схемотехника със съседни транзистори върху обща подложка.

Генератори на ток

$$I_o = \frac{U_{CC} - U_D}{R_1 + R_2} \cdot \frac{R_1}{R_E}$$

Задаването на напрежението също може да се постигне с използване

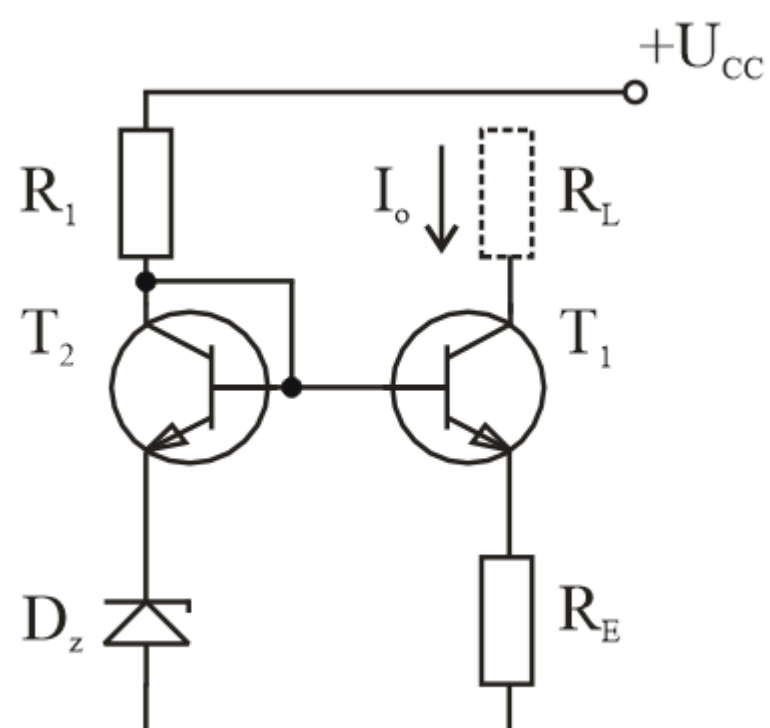
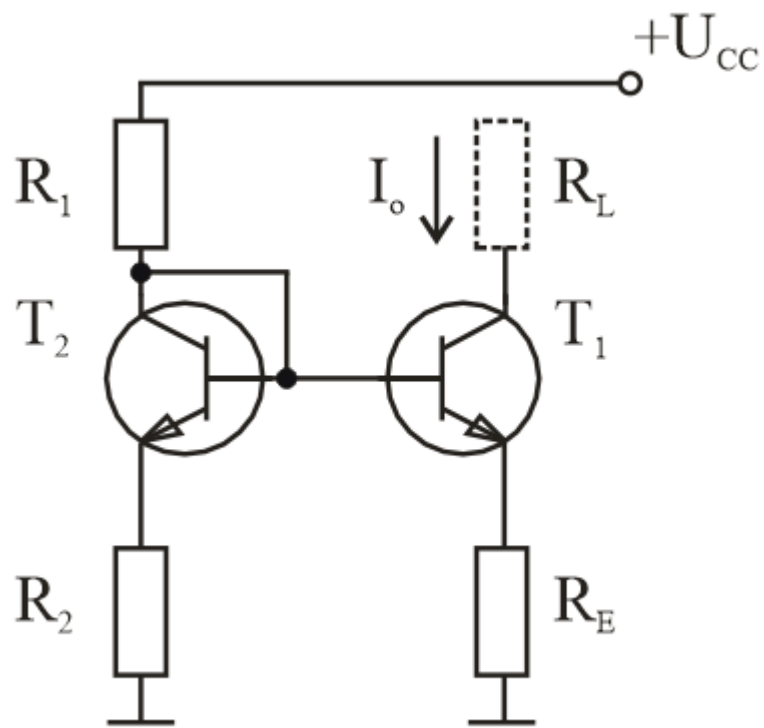
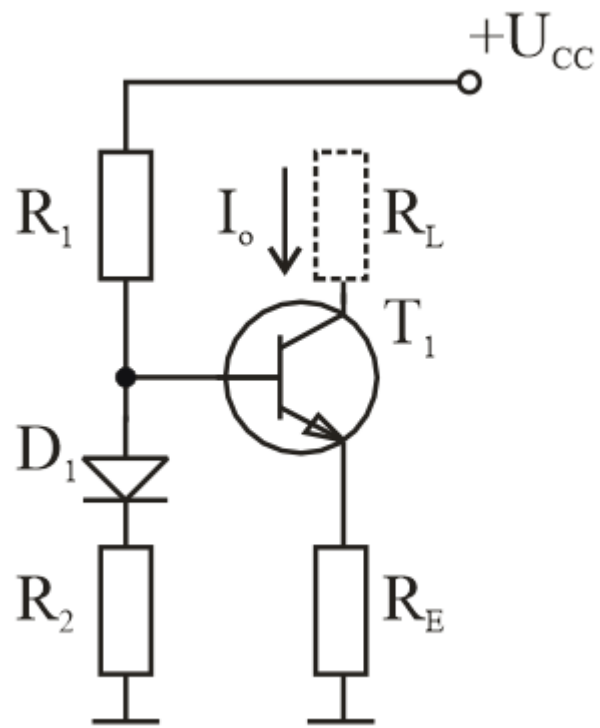
на ценов диод - $I_o = \frac{U_Z}{R_E}$.



Генератори на ток

Когато транзисторът е NPN тип, схемата работи като консуматор – токът протича през товара и влиза схемата. Товарът може да бъде включен към външен захранващ източник. Изчисленията се извършват по подобен начин.

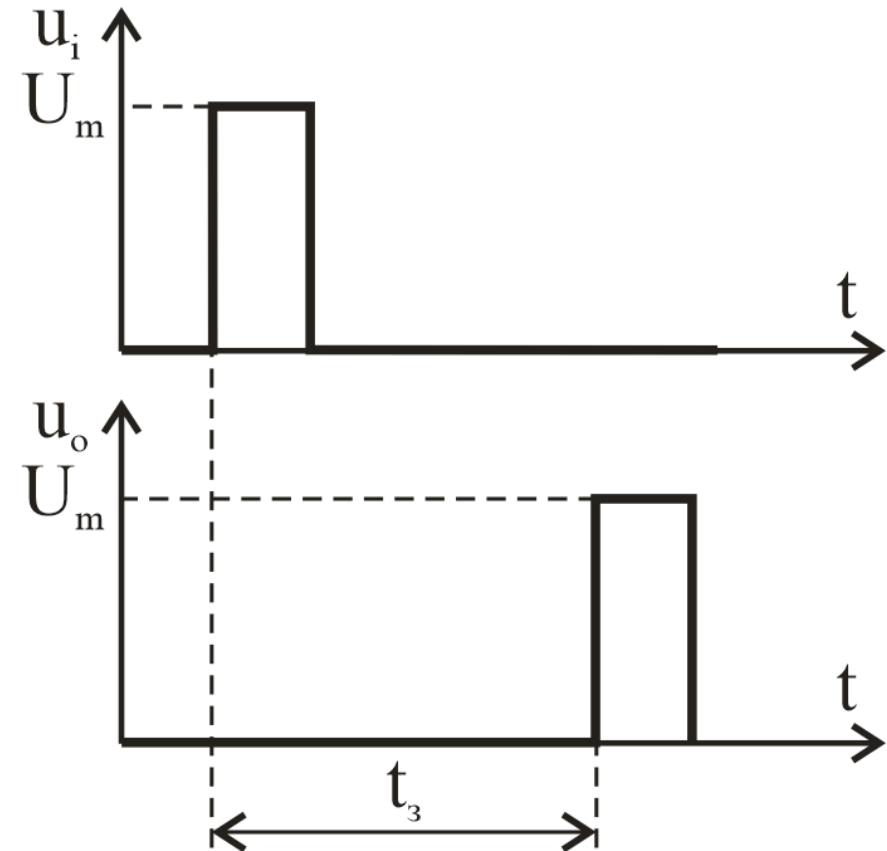
$$I_o = \frac{U_{CC} - U_D}{R_1 + R_2} \cdot \frac{R_2}{R_E}$$



Закъснителни линии

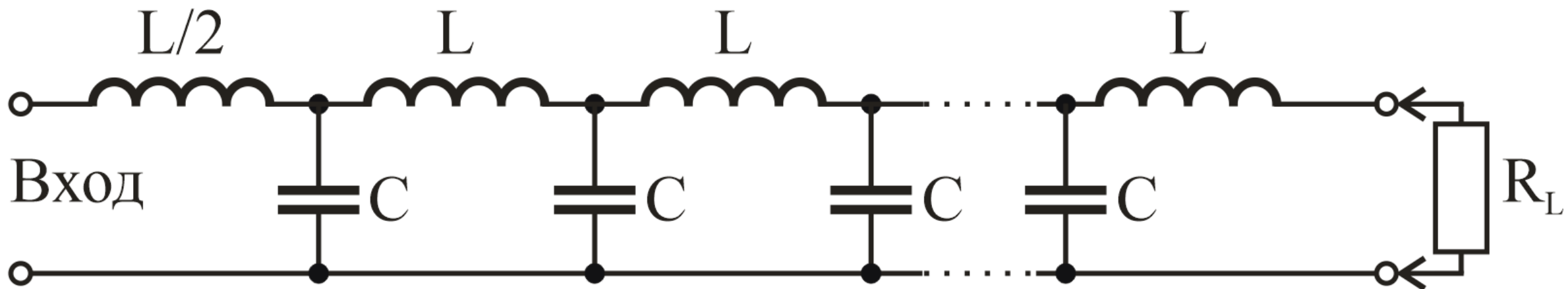
Закъснителните линии (DL – delay lines) са линейни импулсни схеми, предназначени да забавят изходните импулси спрямо входните с време t_3 . Важно условие за закъснителните линии е формата на изходния сигнал да бъде еднаква с формата на входния.

Затова трябва амплитудно-честотната и фазовата характеристики на закъснителната линия да са равномерни в честотния обхват, където е съсредоточена основната енергия на сигнала.



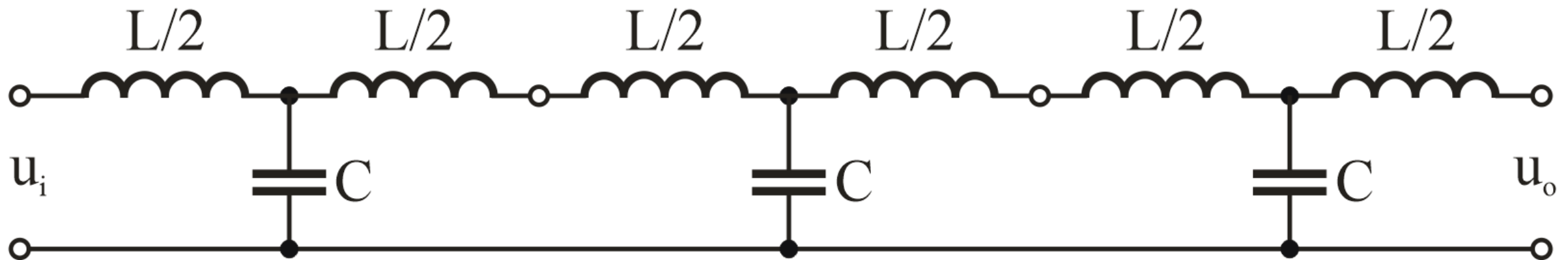
Закъснителни линии

За малки закъснения може да се използват коаксиални кабели - закъснителни линии с разпределени параметри. При тях индуктивността и капацитетът са разпределени равномерно по цялата дължина. Те са съставени от последователно свързани LC звена и могат да се използват за закъснения до $1 \mu\text{s}$.



Закъснителни линии

За по-големи закъснения се произвеждат изкуствени закъснителни линии със съсредоточени параметри. Те са съставени от последователно свързани LC звена, като се срещат Г-образни полузвена, Т-образни, П-образни или с по-сложна конфигурация. Използват се за закъснения не по-големи от $10 \mu\text{s}$.



Закъснителни линии

Основните параметри на закъснителните линии са характеристикното съпротивление Z и времето за закъснение t_3 . Те могат да се определят като се знаят стойностите на индуктивността и капацитета на линията.

$$Z = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

$t_3 = \sqrt{LC}$ - времезакъснение на едно звено

Закъснението на цялата линия T_3 е равно на $T_3 = nt_3 = n\sqrt{LC}$, където n е броят на звената, съставлящи линията. Тук L е в микрохенри, C – в пикофаради, а T_3 – в микросекунди.

Закъснителни линии

За да не се получи отразен сигнал в края на закъснителната линия, тя трябва да се натовари със съпротивление $R_L=Z$. Проектирането на закъснителните линии с Т-образни звена при зададени Z и $t_{\text{и}}$ или $t_{\text{ф}}$ се извършва в следната последователност:

$$1) \omega_c = \frac{3\pi}{t_{\text{и}}} ; \text{ или } \omega_c = \frac{0,35}{t_{\text{ф}}}.$$

$$2) L = \frac{Z}{2\omega_c} \text{ и } C = \frac{1}{2\omega_c Z}.$$

$$3) t_3 = \sqrt{LC}$$

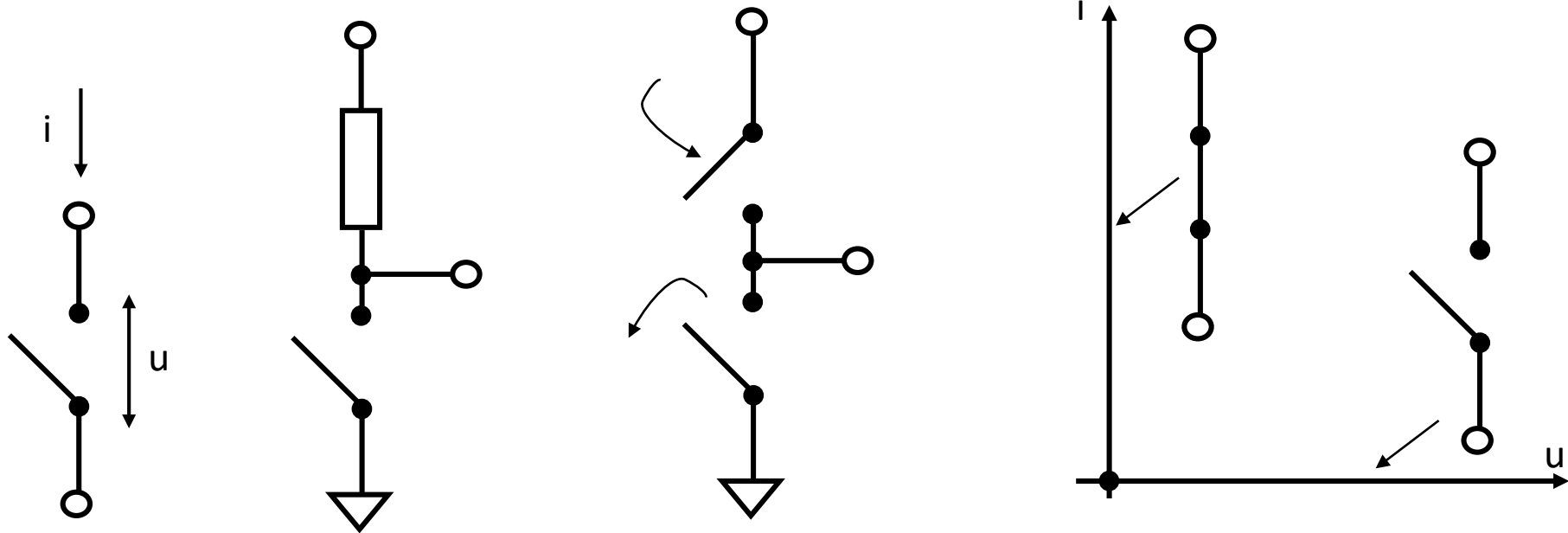
$$4) n = \frac{T_3}{t_3} \leq 10$$

Нелинейни импулсни схеми

Работата на електронните схеми в нелинеен режим се определя от положението на работната точка върху характеристиките и най-вече с амплитудата на сигнала. Стремехът е стойността на амплитудата да бъде близка до стойността на захранващото напрежение. По този начин се удовлетворяват няколко свързани помежду си изисквания – за използване на захранващото напрежение (голям КПД), за голяма разлика между нивата на сигнала, за висока шумоустойчивост и др. Поради голямата амплитуда работната точка достига крайните области от характеристиките.

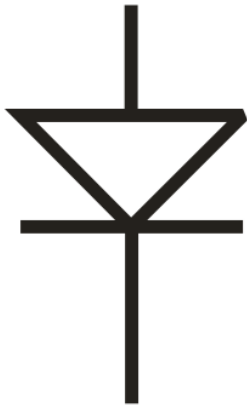
Нелинейни импулсни схеми

Елемент, който работи в такъв режим се нарича **ключ**, а схемата, в която е свързан - **ключова**.

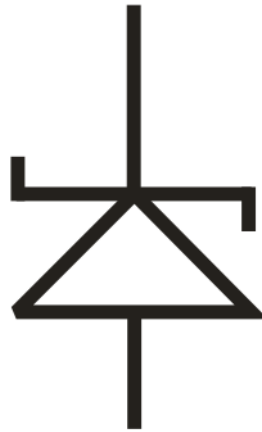


Диоди и диодни схеми

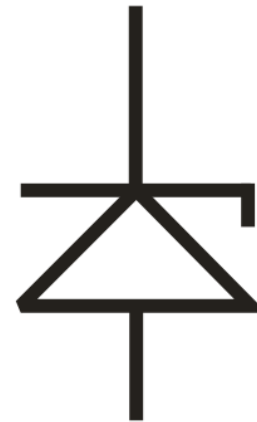
Символи за означение на диоди



Полупроводников диод



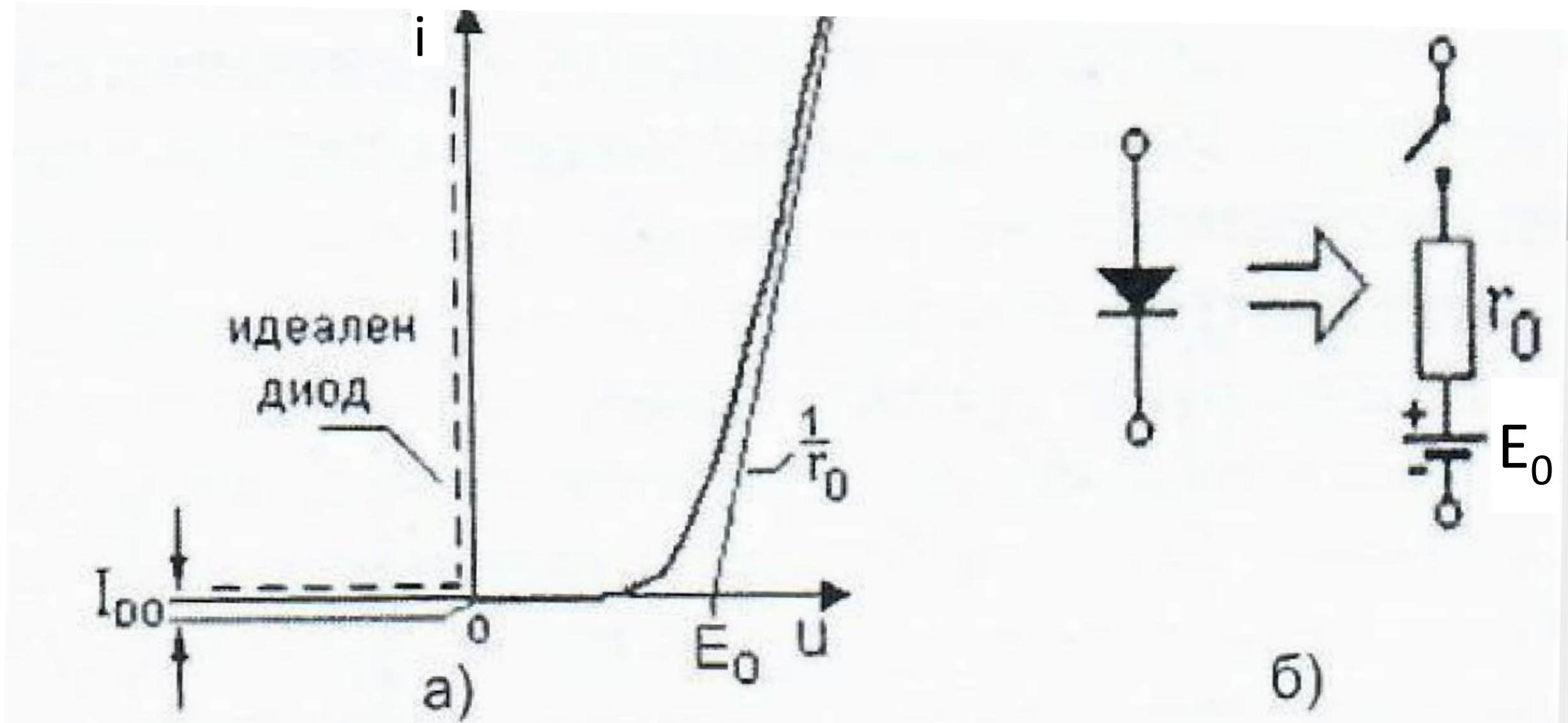
Диод на Шотки
(Schottky)



Ценеров диод
(Zener)

Диоди и диодни схеми

Характеристика и еквивалентна схема на полупроводников диод



Диоди и диодни схеми

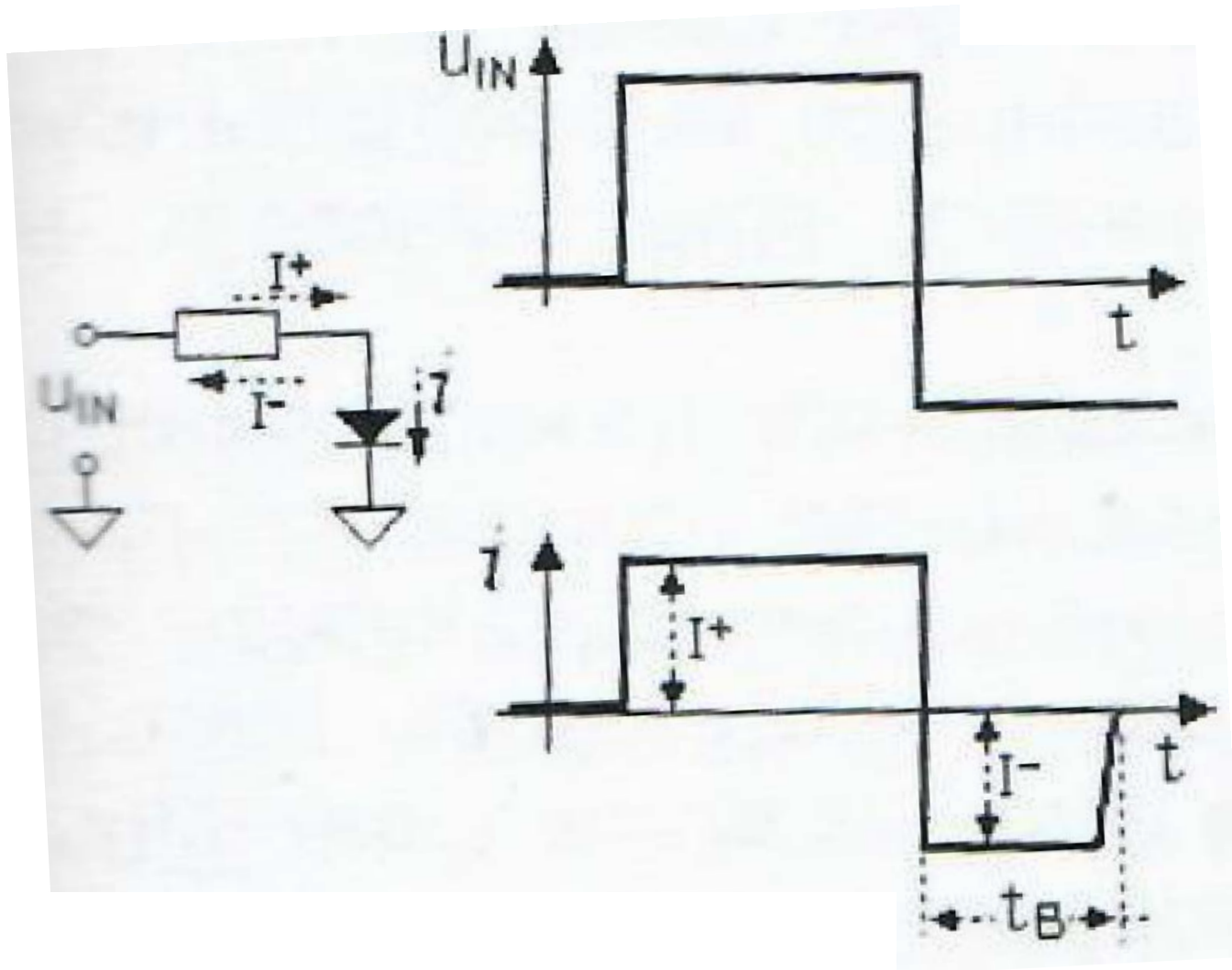
Гранични стойности на параметрите на полупроводников диод

Гранични стойности	$u < E_0$	$u > E_0$
Стойност на тока	$i = 0$	$i = \frac{u - E_0}{r_0}$
Състояние	запушен	отпушен

За Si - $E_0 = 0,7 \div 0,8$ V.

Диоди и диодни схеми

Честотни свойства на полупроводников диод



Бързо отпушване, но бавно преминаване от отпушено в запушено състояние.

Диоди и диодни схеми

Честотни свойства на полупроводников диод

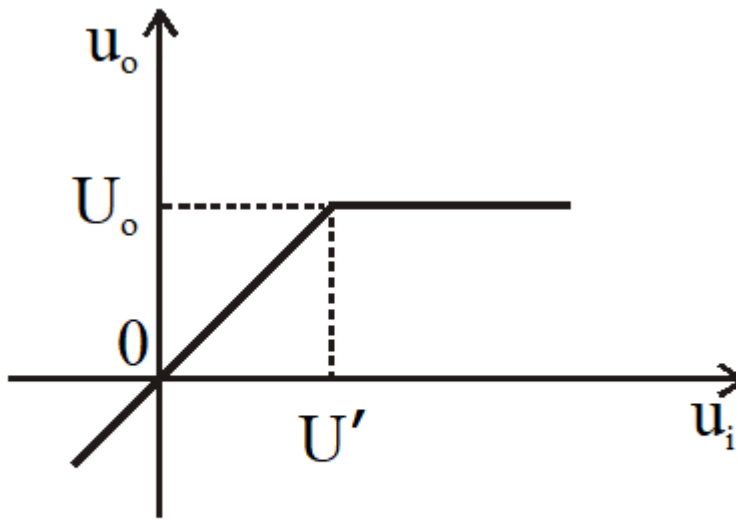
Развитието на преходните процеси се обяснява с натрупания заряд във високоомния слой на отпушения диод – $Q = \tau I^+$. При подаване на запушващ сигнал протича ток в обратна посока I^- и благодарение на него натрупаният заряд намалява. Необходимо е **време за възстановяване**, през което диодът губи еднопосочната си проводимост.

Този недостатък е премахнат при **диода на Шотки**, който има структура метал (P)-полупроводник (N). В него не се натрупва заряд и той се запушва много бързо (практически мигновено).

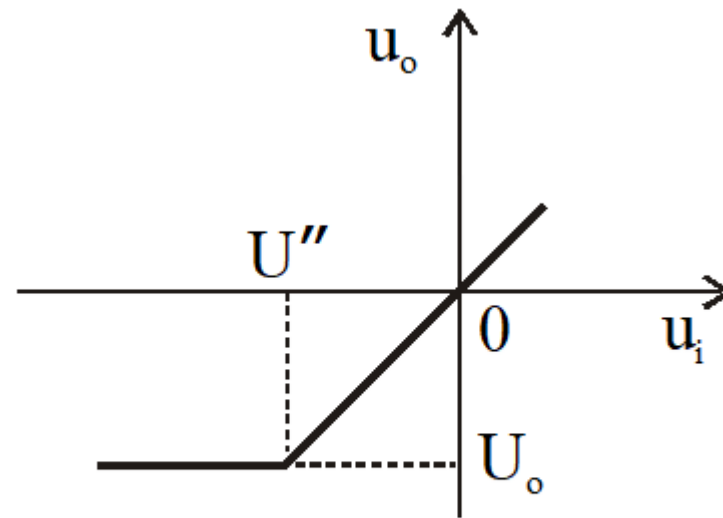
Диоди и диодни схеми

Диодни ограничители

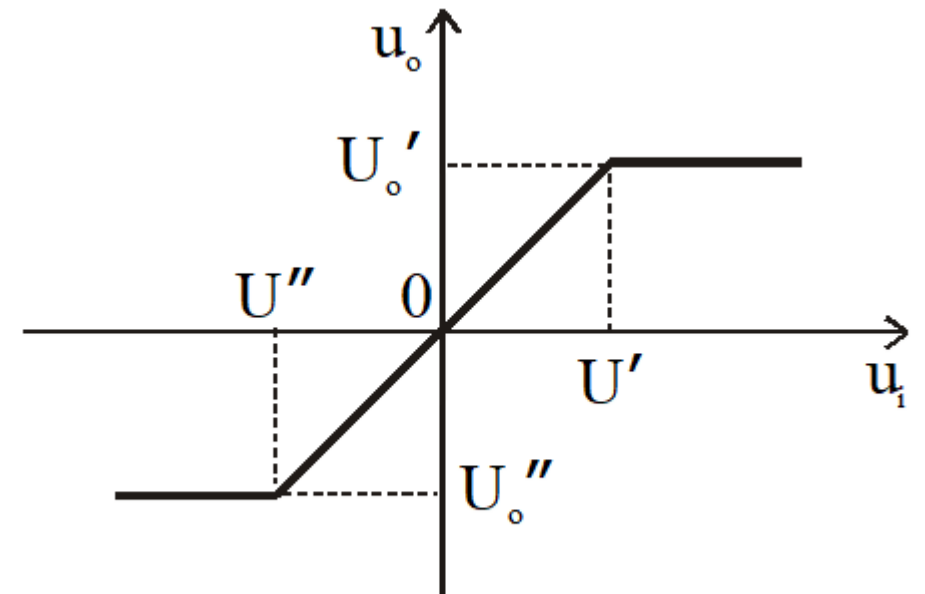
Диодните ограничители са схеми, при които изходният сигнал спира да се променя когато входното напрежение достигне до определена зададена стойност, наречена ниво или праг на ограничение.



а



б



в

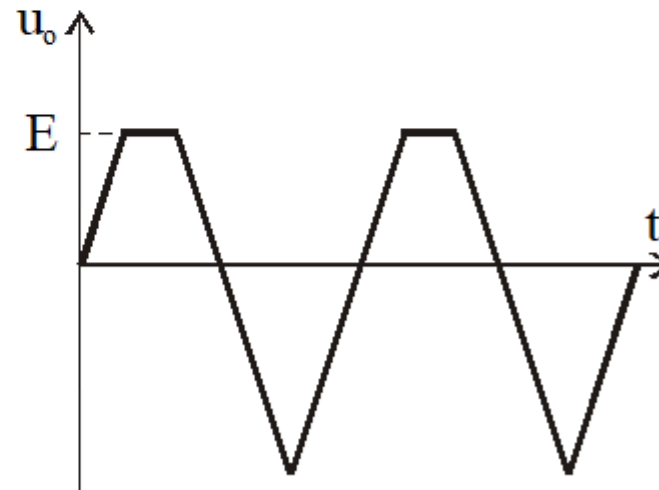
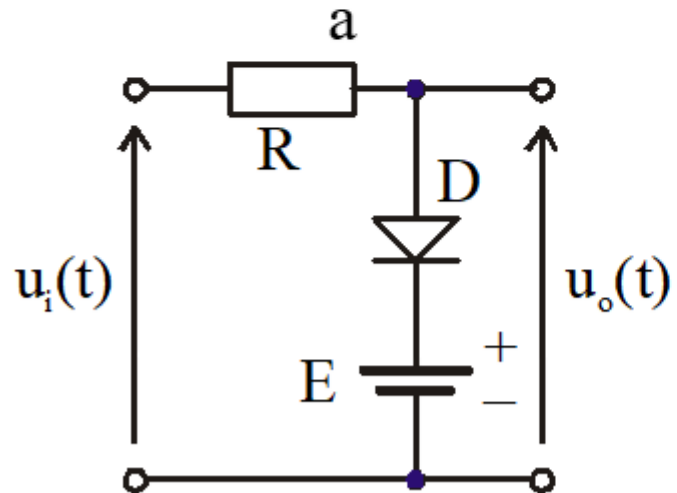
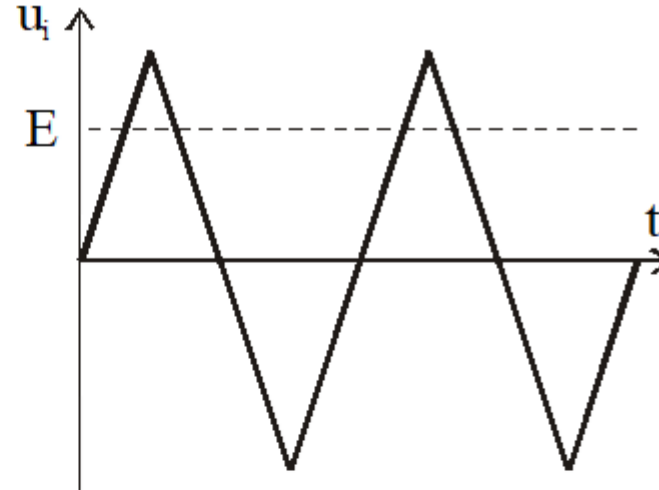
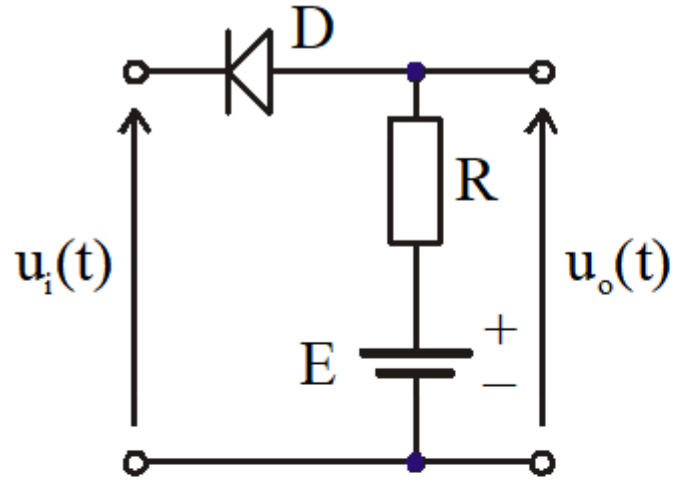
Диоди и диодни схеми

Диодни ограничители

Предавателната характеристика на диодните ограничители е съставена от два линейни участъка – наклонен, за точно предаване на входното напрежение, и хоризонтален, за ограничаване. Възможните функции са ограничител **отгоре** (фиг. а), ограничител **отдолу** (фиг. б) и **двустранен** ограничител (фиг. в). Във всички схеми участват три компонента – диод, резистор и източник на опорно (прагово) напрежение. В зависимост от включването на диода схемите са **последователни** (диодът е включен между входа и изхода) и **паралелни** (диодът е включен паралелно на изхода).

Диоди и диодни схеми

Диодни ограничители отгоре

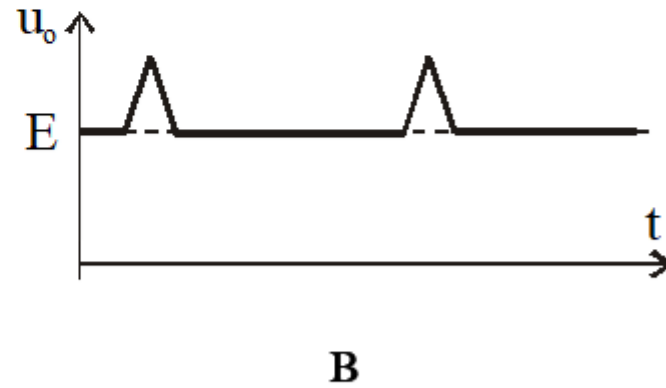
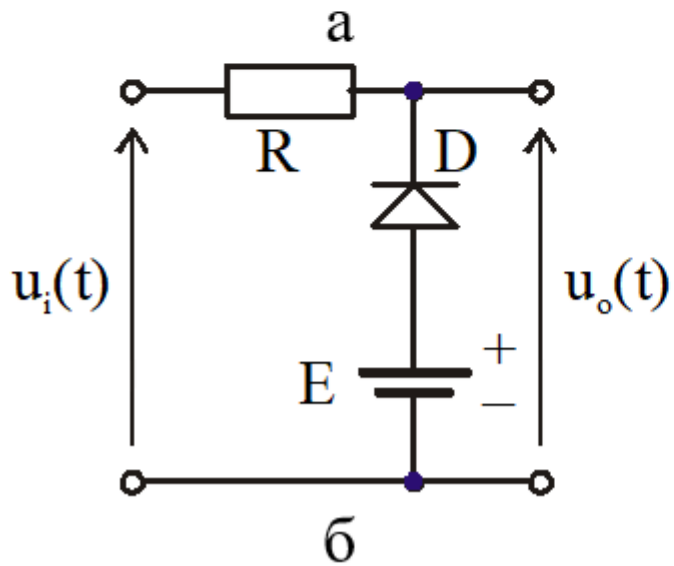
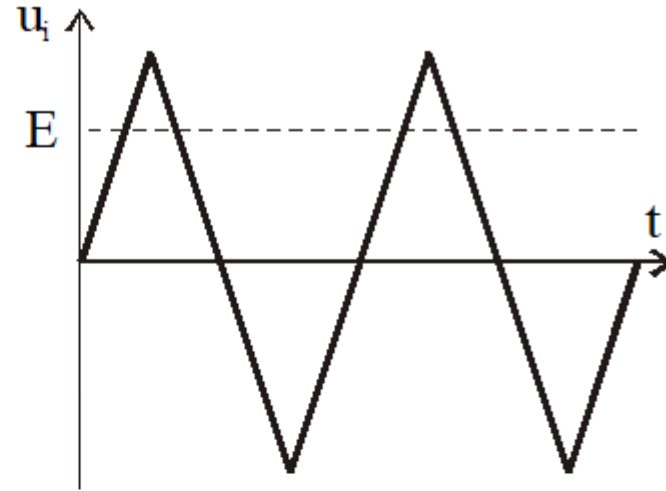
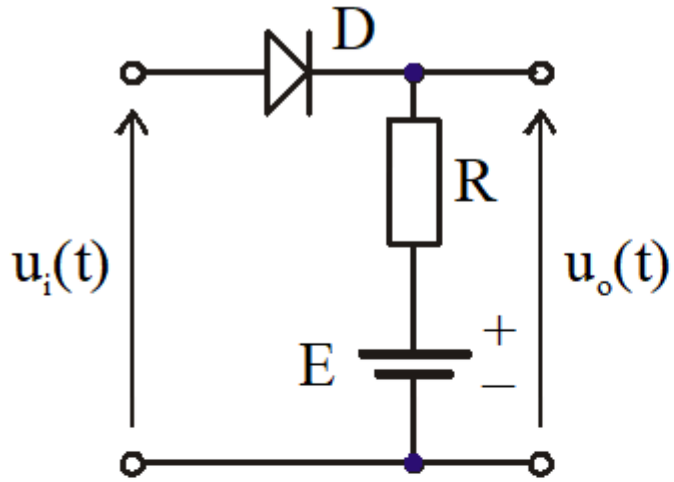


б

в

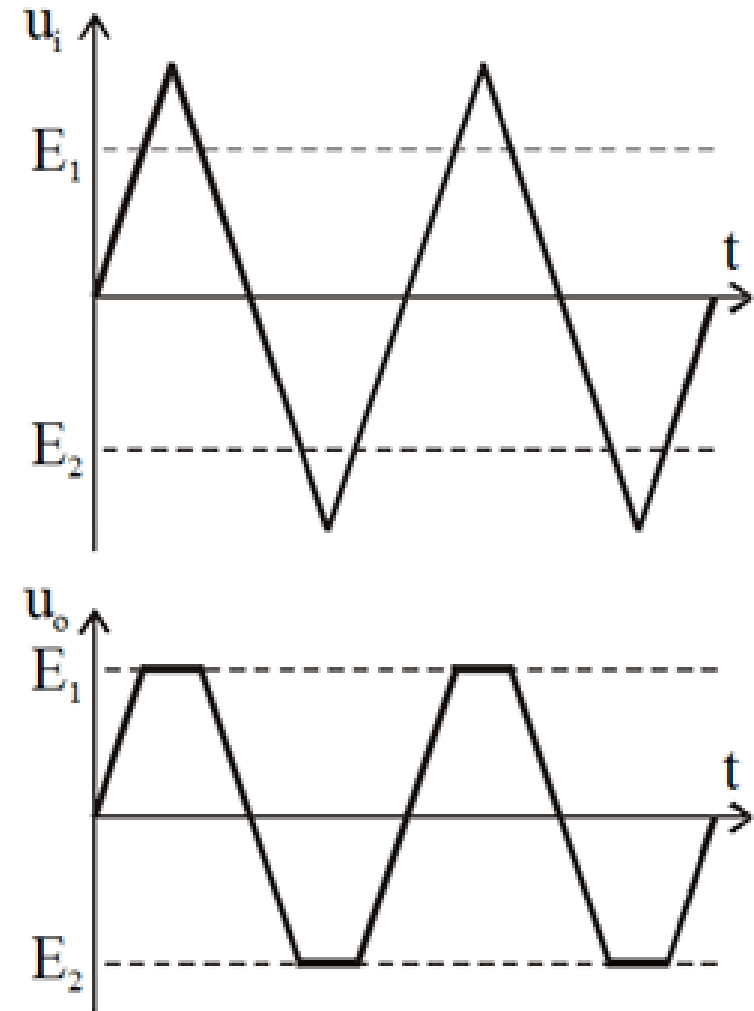
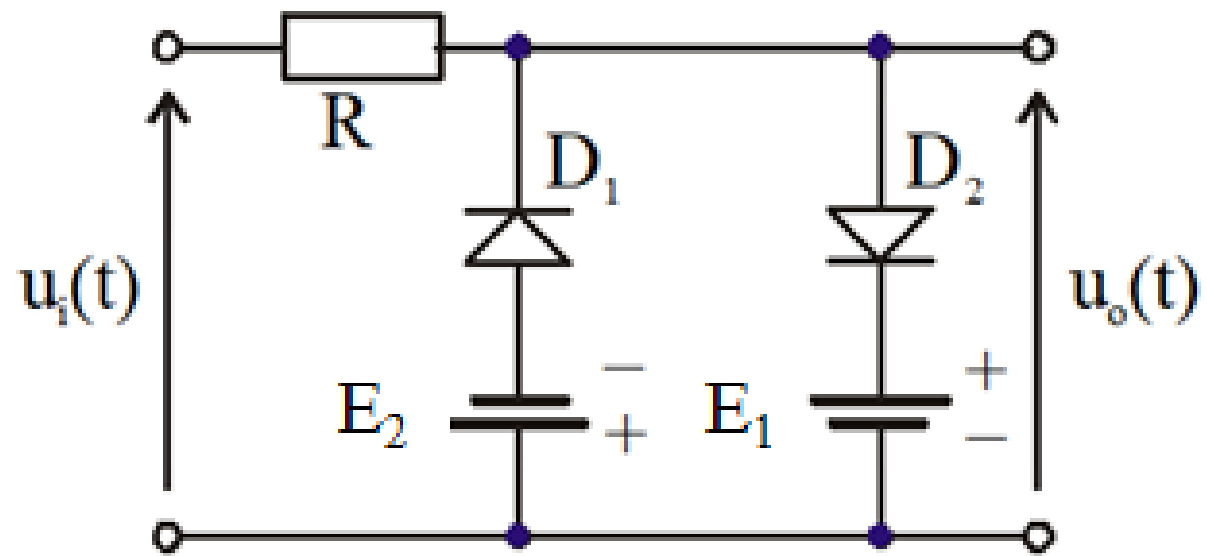
Диоди и диодни схеми

Диодни ограничители отдолу



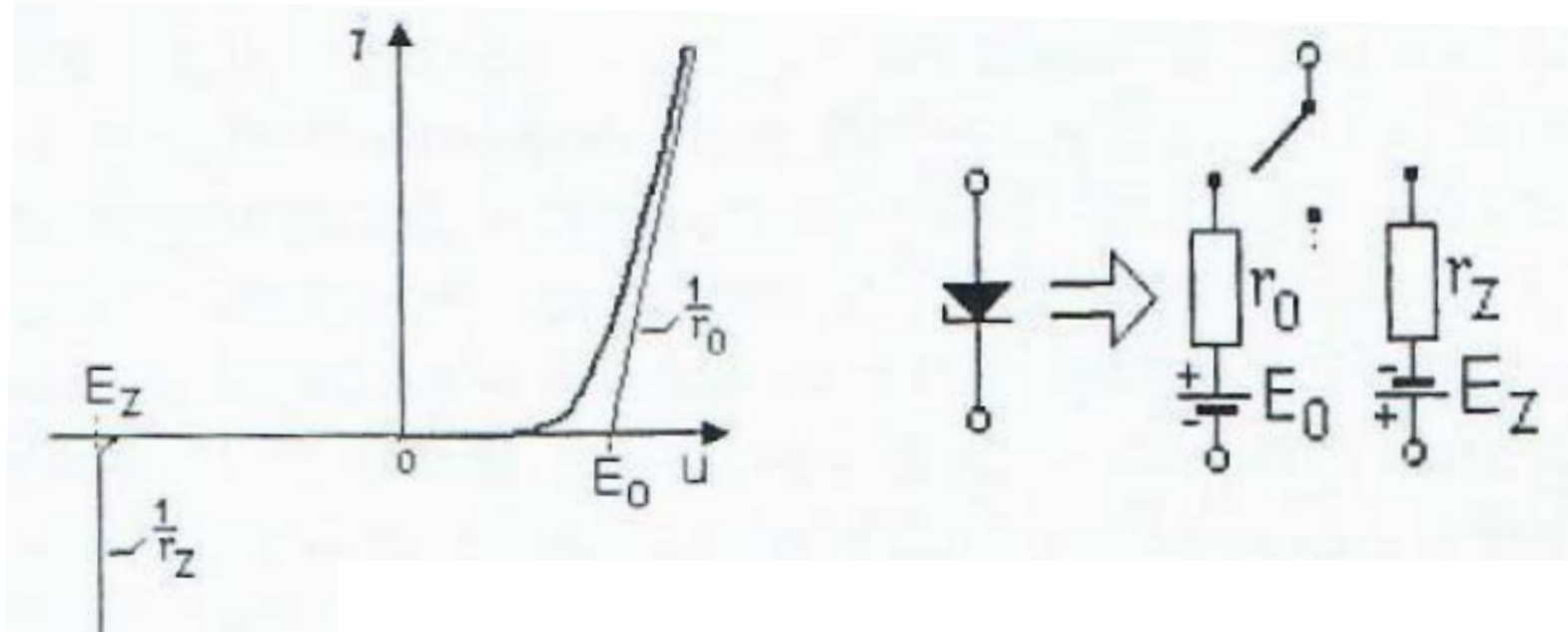
Диоди и диодни схеми

Диодни двустранни ограничители

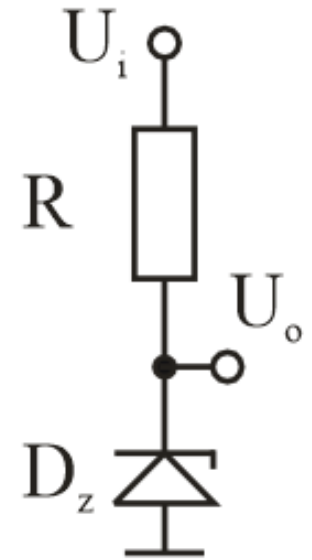


Диоди и диодни схеми

Ограничители с ценови диоди



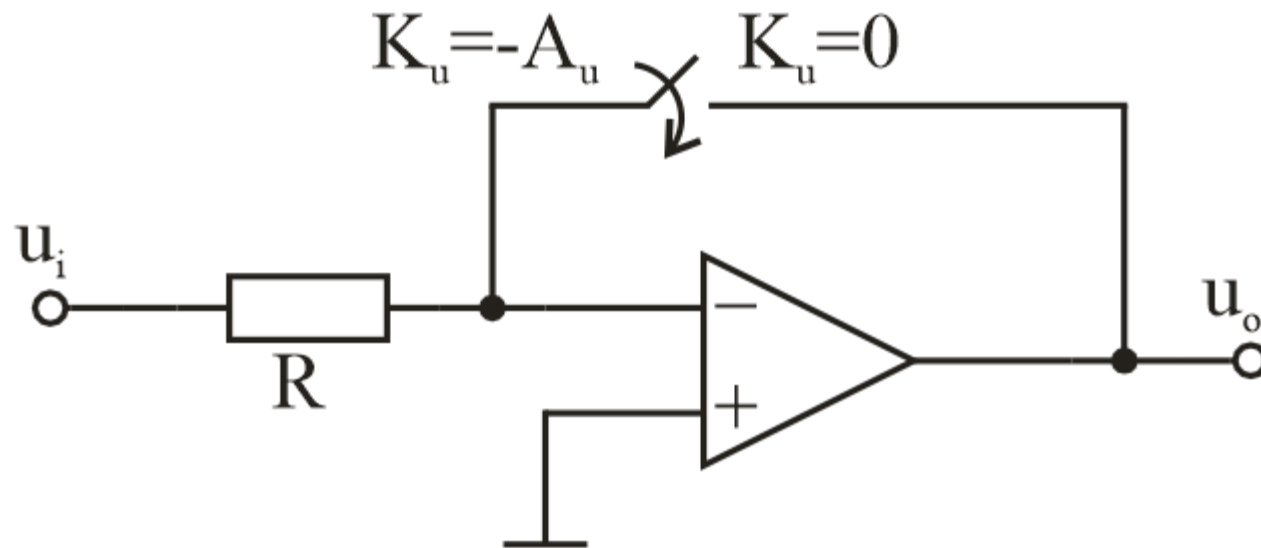
$$r_z \ll r_0$$



Диоди и диодни схеми

Активни ограничители

За формиране на импулси със стръмни фронтове от бавно изменящи се сигнали е необходимо съчетаване на усилване и ограничение. Активен ограничител може да се синтезира като в схемата на инвертиращ усилвател резисторът във веригата за обратна връзка се замени с ключ.



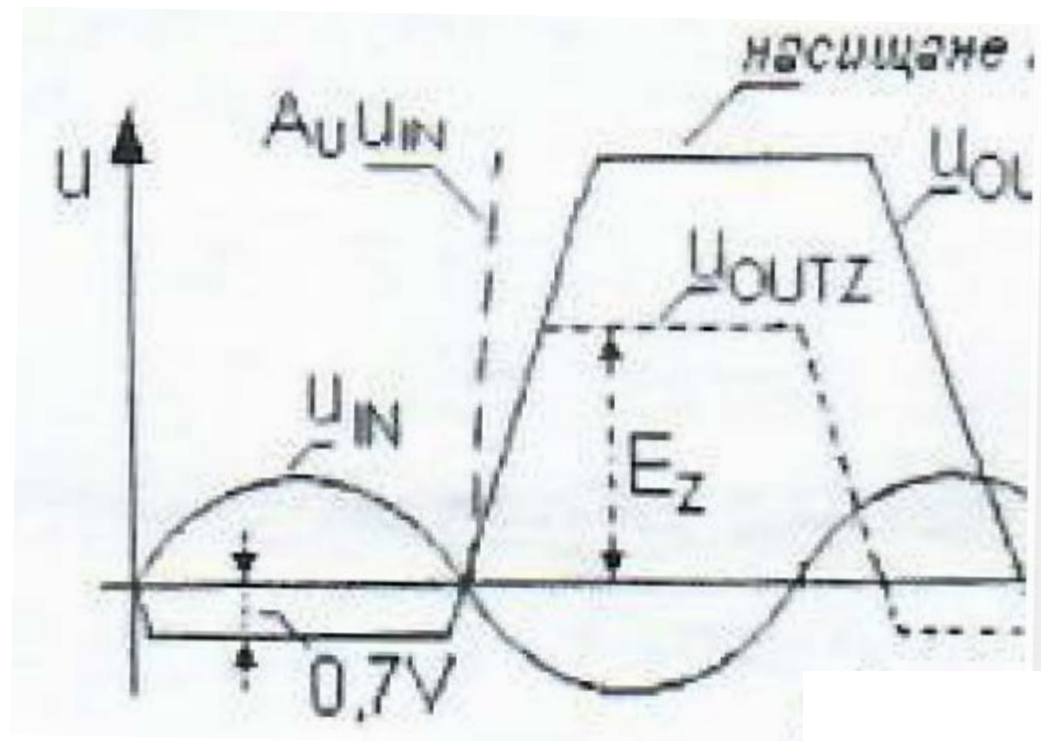
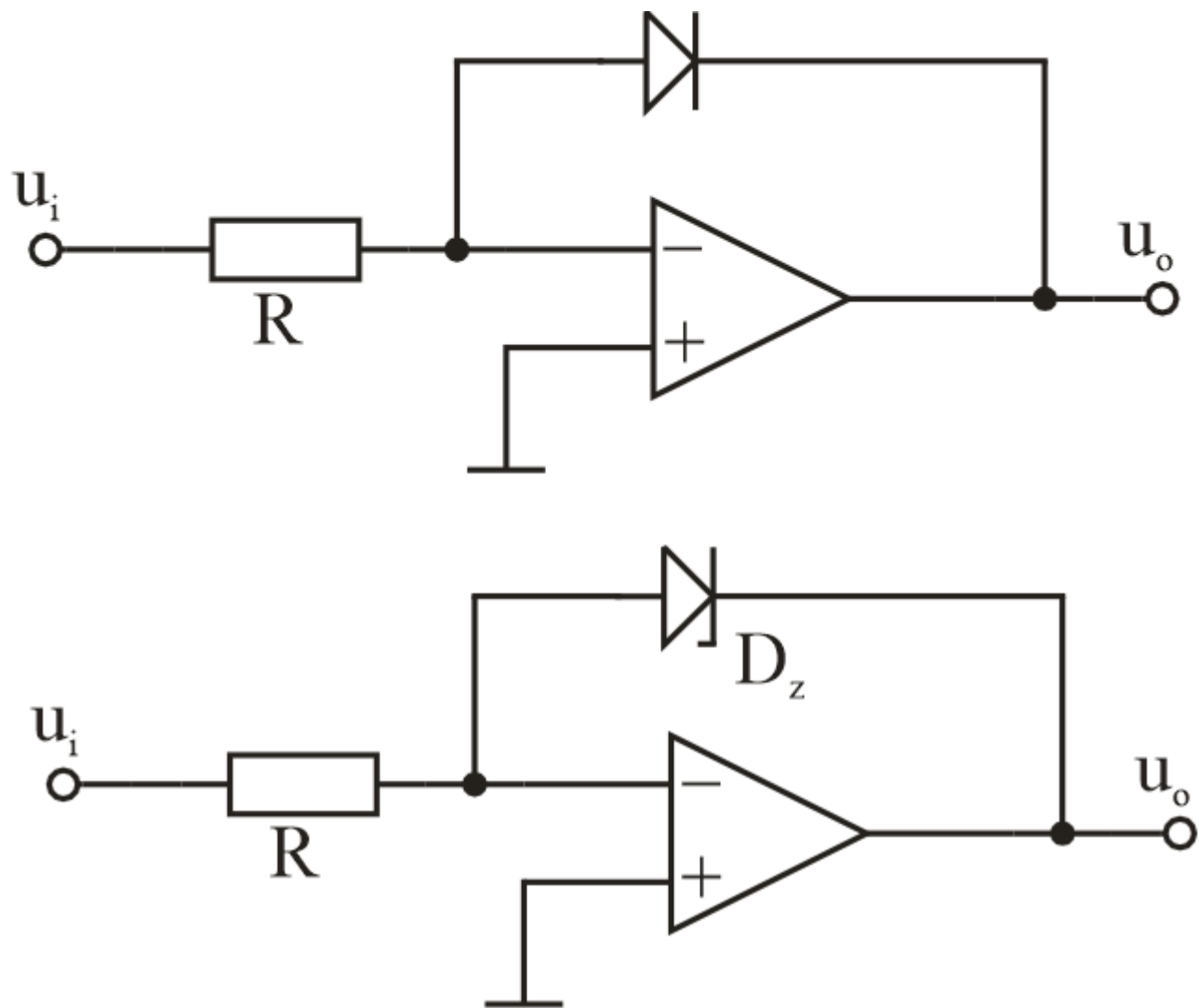
Диоди и диодни схеми

Активни ограничители

За двете състояния на ключа изходната реакция на схемата ще бъде $K_u=0$ (**ограничение** при затворен ключ) и $K_u=-A_u$ (**усилване** при отворен ключ). В случая схемата остава без обратна връзка и усилването ѝ се определя от операционния усилвател, което бързо ще доведе до насищане. Коефициент на усилване с избрана стойност може да се въведе с добавянето на резистор с необходимата стойност паралелно на ключа.

Диоди и диодни схеми

Активни ограничители



Диоди и диодни схеми

Активни ограничители

