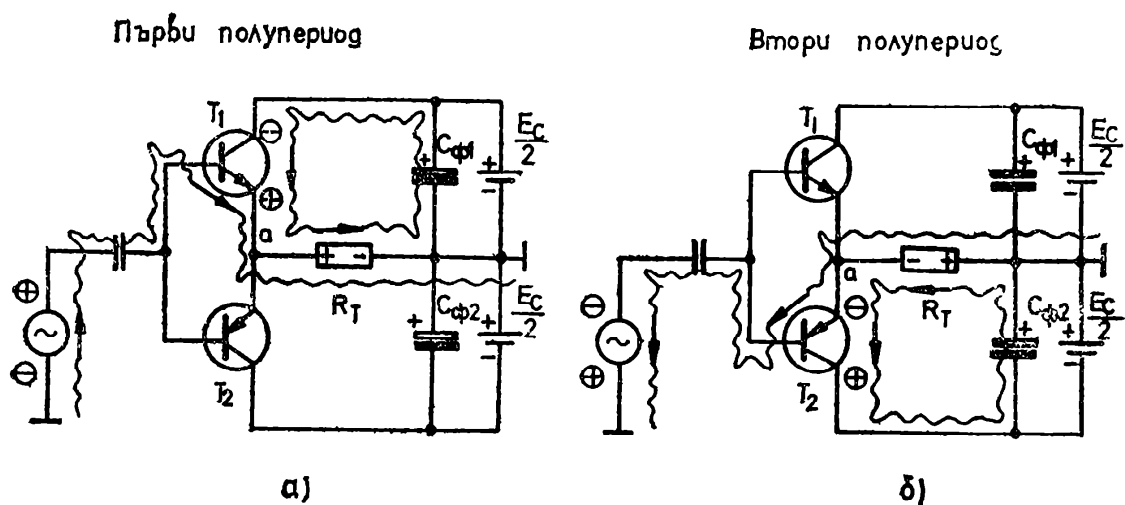


Двута̀ктно стъ̀пало с комплементарни транзистори и симетрично за̀хранване. На фиг. 2.32 е показана двута̀ктна схема с комплементарни транзистори, която се за̀хранва от симетричен то̀коизточник с̀с заземена средна точка. Транзисторът T_1 е от



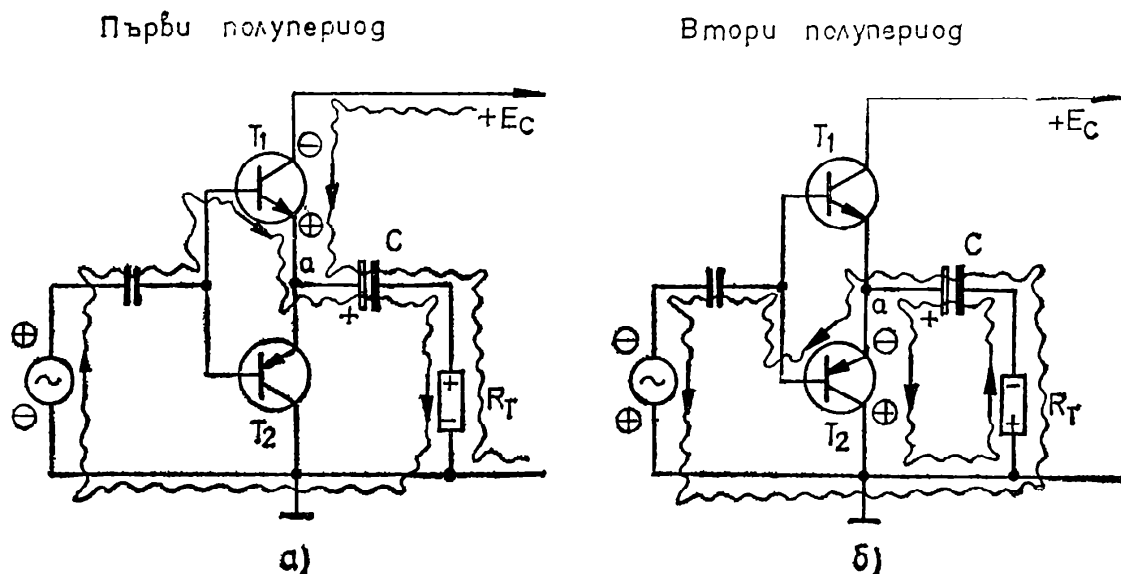
Фиг. 3.32

типа NPN, а транзисторът T_2 — от типа PNP (Може T_1 да е от типа PNP, а T_2 — от типа NPN, но трябва да се смени полярността на за̀хранването, като товарът във всички случаи трябва да е свързан с емитерите.) Транзисторите T_1 и T_2 *трябва да имат еднакви параметри*, като и двата трябва да са или силициеви, или германиеви. По отношение на за̀хранването транзисторите са свързани последователно, а по отношение на товара — паралелно. Товарът R_T е обикновено нискоомен (в НЧУ това е високоговорителят) и е включен между средната заземена точка на то̀коизточника и емитерите на двата транзистора. Тъй като транзисторите са еднакви, схемата по постоянен то̀к *представлява балансиран мост*, в резултат на което точката a има нулев потенциал. При това положение *постоянен то̀к през товара не тече*, а колекторното напрежение на всеки транзистор има големина $0,5E_C$. Поради липса на напрежение колекторният то̀к на всеки транзистор е нищожно малък и има големина I_{CEO} (вж. част I, точка 4.6).

При подаване на входен сигнал през единия полупериод се отпушва само T_1 , като неговият колекторен то̀к преминава през R_T в една посока. През другия полупериод се отпушва само T_2 като неговият колекторен то̀к преминава през R_T в другата посока. Тъй като транзисторите работят почти в клас В, при синусоиден входен сигнал колекторните им то̀кове представляват полусинусоиди, а то̀кът през R_T е почти синусоиден. Тук и двата транзистора работят по схема ОК, защото сигна̀лт от генератора действа в управляващите им преходи, като преминава

през товара. Следователно стъпалото не усилва по напрежение, а само по ток и по мощност.

Двутактно стъпало с комплементарни транзистори с несиметрично захранване. На фиг. 3.33 е показано двутактно



Фиг. 3.33

стъпало с комплементарни транзистори, което се захранва от един токоизточник. Транзисторите T_1 и T_2 имат еднакви параметри, като и двата са или силициеви, или германиеви. Тъй като преднапрежението им е нула, при липса на сигнал през тях протича нищожно малкият ток I_{CEO} . При това положение точката a има потенциал $0,5 E_C$, като до същото напрежение е зареден и кондензаторът C . (Неговият капацитет се избира голям, а R_T е нискоомно.)

При положителен входен сигнал се отпушва само транзисторът T_1 (фиг. 3.33 а), като неговият колекторен ток минава през R_T в определена посока. При това напрежението, което захранва транзистора T_1 , е равно на *разликата* между напрежението на токоизточника и напрежението на кондензатора C , т. е. колекторното напрежение на T_1 има големина $0,5 E_C$.

При отрицателен входен сигнал се отпушва само транзисторът T_2 (фиг. 3.33 б), като неговата колекторна верига се захранва от кондензатора C . (Той се дозарежда, когато T_1 е отпушен.) Обръщаме внимание, че през този полупериод колекторният ток на T_2 преминава през R_T в противоположна посока. Транзисторите работят в режим, близък до клас В. При синусоиден входен сигнал колекторните им токове представляват полусинусоиди, а токът през R_T е синусоиден. Входният сигнал действува в управляващите преходи, като преминава през товара, т. е. и двата транзистора са включени по схема ОК. При това положение изходното им съпротивление е малко и се получава възможност за

много добро съгласуване с нискоомния товар. Едновременно с това обаче стъпалото *не усилва по напрежение*.

Основни зависимости при двутактните стъпала с комплементарни транзистори. Важна особеност на схемите от фиг. 3.32 и 3.33 е, че захранващото напрежение, товарното съпротивление и мощността, отдавана в него, *не могат да бъдат произволни*, а са свързани посредством формулата

$$R_T = \frac{\xi^2 E_C^2}{8P_T}, \quad (3.27)$$

където $\xi = \frac{2U_{tm}}{E_C}$ се нарича коефициент на използване на захранващото напрежение. (Тук U_{tm} е амплитудната стойност на променливото напрежение в товара.) При максимална мощност обикновено $\xi = 0,9$.

Пример 3.6. С какво напрежение трябва да се захранва стъпалото от фиг. 3.33, ако $R_T = 4 \Omega$ и $P_T = 10 \text{ W}$.

Като се използва зависимостта (3.27), се получава

$$E_C = \frac{1}{\xi} \sqrt{8P_T R_T} = \frac{1}{0,9} \sqrt{8 \cdot 10 \cdot 4} \approx 20 \text{ V}.$$

От формула (1.4) може да се намери, че при мощност 10 W променливото напрежение в двата края на R_T трябва да има амплитуда

$$U_{tm} = \sqrt{2P_T R_T} = \sqrt{2 \cdot 4 \cdot 10} \approx 9 \text{ V}.$$

Формула (3.27) показва още, че при дадено захранващо напрежение колкото е по-малка мощността, толкова R_T трябва да е по-голямо. Например, ако $E_C = 9 \text{ V}$ и $P_T = 0,1 \text{ W}$, товарното съпротивление трябва да има големина $R_T = 80 \Omega$.

Капацитетът на кондензатора C (фиг. 3.33) трябва да е сравнително голям с оглед по време на полупериода, когато той захранва колекторната верига на T_2 , напрежението му да се понижи съвсем малко. Големината на капацитета може да се намери от зависимостта

$$C \geq \frac{1}{2\pi f_H R_T}, \quad (3.28)$$

където R_T е товарното съпротивление, а f_H е долната гранична честота на стъпалото. Например, ако $R_T = 4 \Omega$ и $f_H = 100 \text{ Hz}$, за капацитета се получава $C \geq 400 \mu\text{F}$.

При максимална мощност колекторният ток на всеки един транзистор има амплитудна стойност

$$I_{cm} = \frac{E_C}{2(R_T + R_{sat})}, \quad (3.29)$$

където R_{sat} е съпротивлението на отпушения (наситения) транзистор (вж. т. 2.8).

Максамалното напрежение, което действа между колектора и емитера на всеки един от транзисторите (когато другият е отпушен), има големина

$$U_{CE\text{max}} \approx E_C. \quad (3.30)$$

Максималната колекторна мощност, която трябва да разсейва всеки транзистор, е

$$P_{C\text{max}} = \frac{P_T}{4} \quad (3.31)$$

Формули (3.29—3.31) се използват, когато при дадени E_C , R_T и P_T трябва да се изберат подходящи крайни транзистори.