

“Аналогова схемотехника” – част I

Лекция № 3.2

Съставни транзистори

Доц. д-р инж. Ивайло М. Пандиев
Катедра "Електронна техника", ФЕТТ

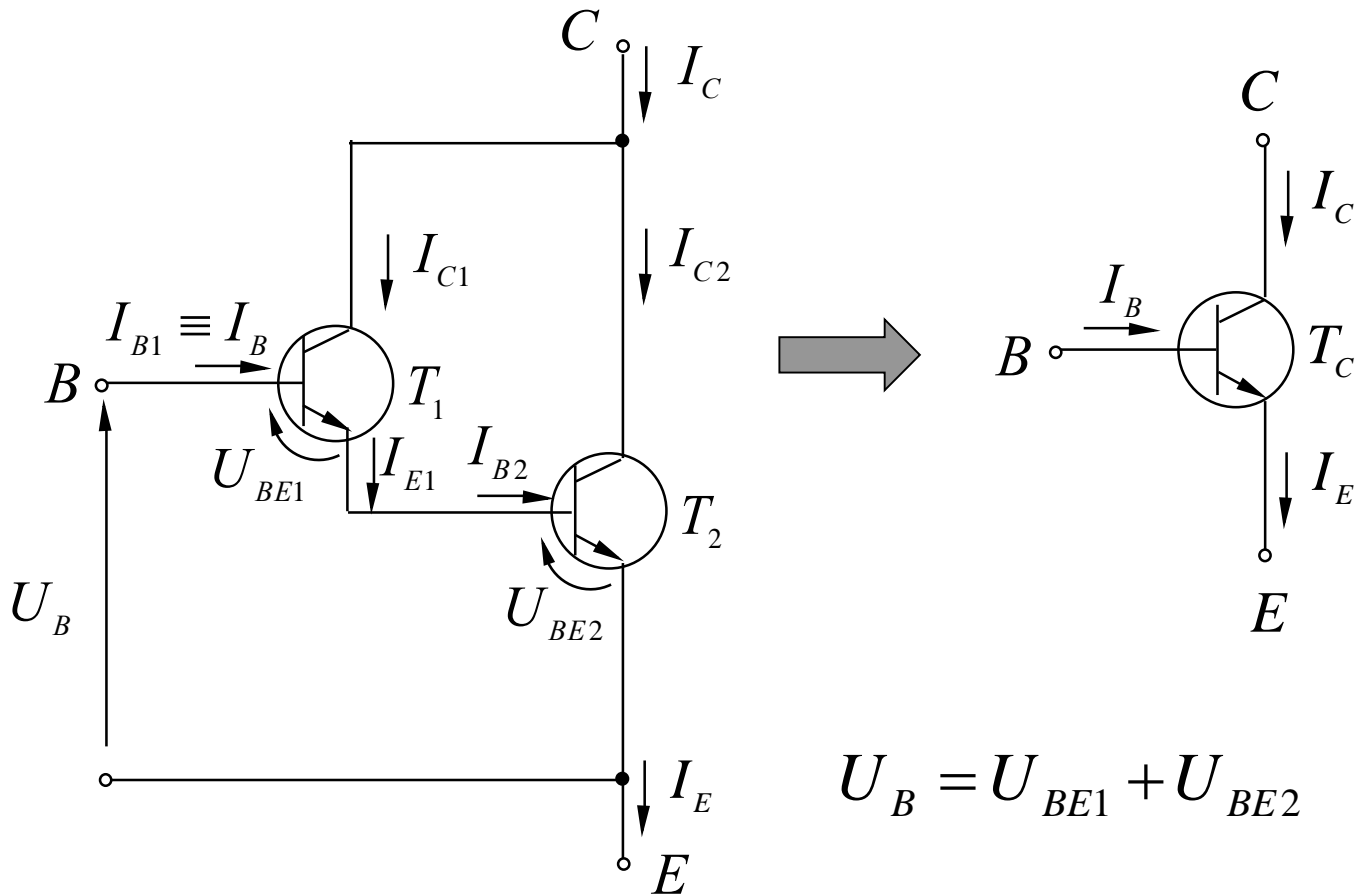
Съдържание

- Същност и видове съставни транзистори
- Схема Дарлингтон с два *NPN* транзистора – основни динамични параметри
- Схема на съставен *NPN* транзистор с допълнителен резистор
- Схема Дарлингтон с два *PNP* транзистора – основни динамични параметри
- Съвързване на два комплементарни транзистора
 - Схема Дарлингтон *PNP-NPN*
- Литература

Съставни транзистори

Съставните транзистори (схемите Дарлингтон) са съвкупност от транзистори, еквивалентни на един транзистор с голям коефициент β .

Схема на съставен NPN транзистор



Коефициент на усилване на еквивалентния транзистор

$$I_C = I_{C1} + I_{C2} = \beta_1 I_{B1} + \beta_2 I_{B2};$$

$$I_{B2} = I_{E1} = I_{B1} (1 + \beta_1)$$

$$I_C = \beta_1 I_{B1} + \beta_2 (1 + \beta_1) I_{B1} = (\beta_1 + \beta_2 + \beta_1 \beta_2) I_{B1} \approx \beta_1 \beta_2 I_{B1}$$

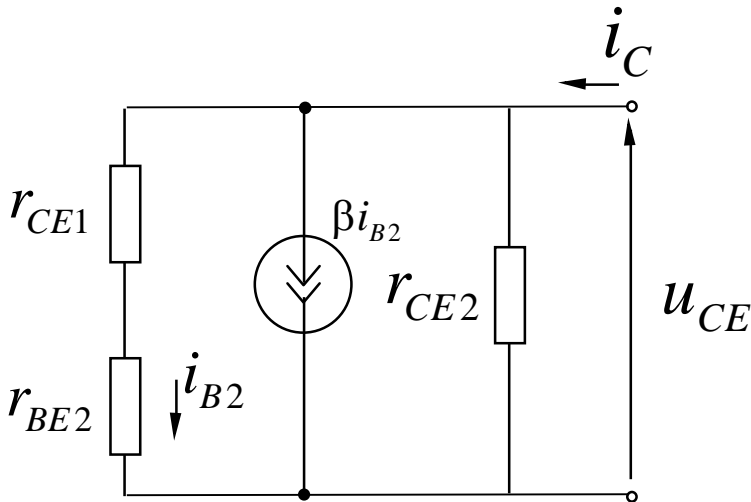
$$\beta = \frac{I_C}{I_{B1}} \approx \beta_1 \beta_2$$

Схема на съставен NPN транзистор

Изходно съпротивление на еквивалентния транзистор

$$R_{oA} = \left. \frac{u_{CE}}{i_C} \right|_{i_B=0}$$

Еквивалентна схема на съставния транзистор при $i_B = 0$



$$i_C = i_{B2} + \beta_2 i_{B2} + \frac{u_{CE}}{r_{CE2}};$$

$$i_{B2} = \frac{u_{CE}}{r_{CE1} + r_{BE2}};$$

$$R_{oA} = \frac{1}{\frac{1 + \beta_2}{r_{CE1} + r_{BE2}} + \frac{1}{r_{CE2}}} = \frac{r_{CE1} + r_{BE2}}{1 + \beta_2} // r_{CE2} \approx \frac{r_{CE1}}{\beta_2} // r_{CE2},$$

където $\beta_2 \gg 1$ и $r_{CE1} \gg r_{BE2}$

Входно съпротивление на еквивалентния транзистор

$$R_{iA} = r_{BE1} + \beta_1 r_{BE2};$$

$$r_{BE1} = \frac{\beta_1}{S_1} = \frac{\beta_1 \cdot U_T}{I_{C1}}; \quad r_{BE2} = \frac{\beta_2}{S_2} = \frac{\beta_2 \cdot U_T}{I_{C2}};$$

$$I_{C2} = \beta_2 I_{B2} \approx \beta_2 I_{C1}$$

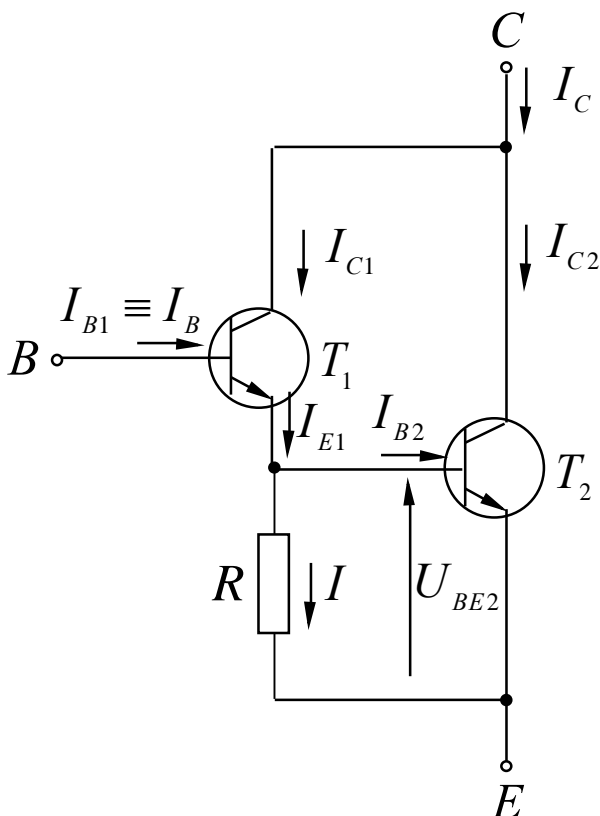
$$r_{BE1} \approx \beta_1 \cdot r_{BE2};$$

$$R_{iA} = 2\beta_1 r_{BE2}$$

Стръмност на еквивалентния транзистор

$$S = \frac{\beta}{R_{iA}} = \frac{\beta_1 \beta_2}{2\beta_1 r_{BE2}} = \frac{S_2}{2}$$

Схема на съставен NPN транзистор с допълнителен резистор



$$R = \frac{U_{BE2}}{I} = \frac{U_{BE2}}{I_{E1} - I_{B2}}$$

$$R_{iA} = r_{BE1} + \beta_1 (r_{BE2} // R)$$

Схема на съставен PNP транзистор

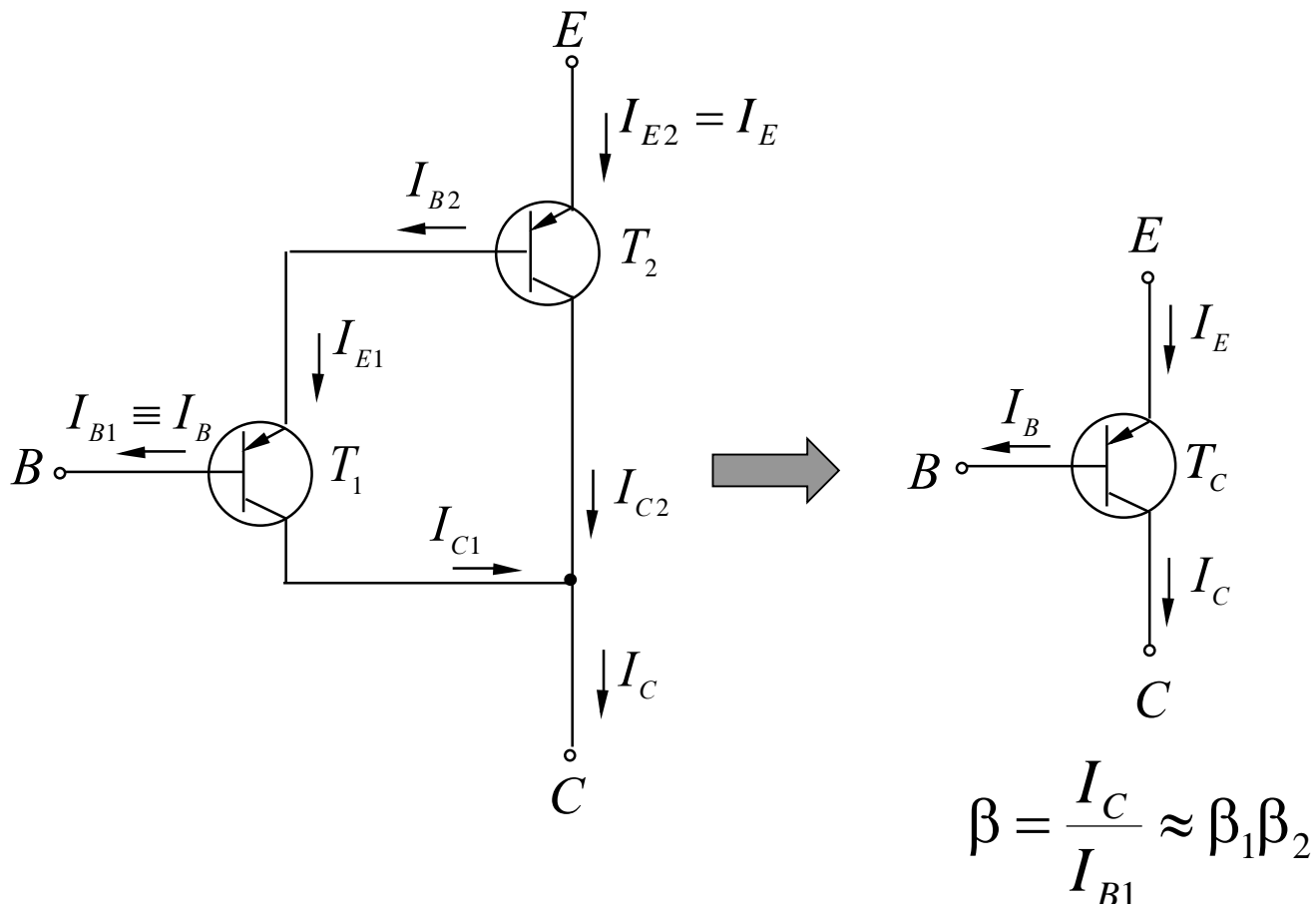


Схема на съставен PNP-NPN транзистор, еквивалентен на един PNP транзистор (Свързване на комплементарни транзистори)

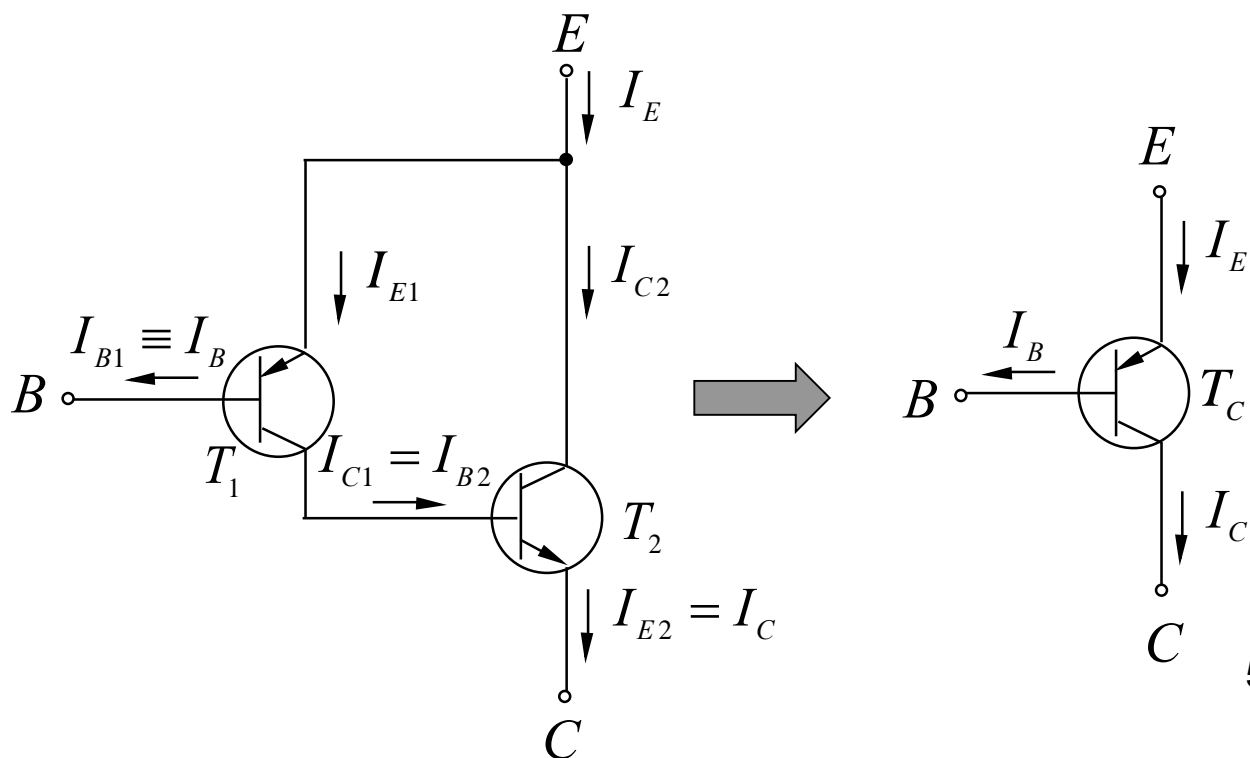


Схема на съставен PNP-NPN транзистор, еквивалентен на един PNP транзистор

Коефициент на усилване на еквивалентния транзистор

$$I_C = I_{E2} = I_{C2} + I_{B2} = I_{C2} + I_{C1} = \beta_2 I_{C1} + I_{C1}$$

$$I_{C1} = \beta_1 I_B$$

$$I_C = \beta_1 \beta_2 I_B + \beta_1 I_B = \beta_1 (\beta_2 + 1) I_B$$

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \beta_1 (\beta_2 + 1)$$

Входно съпротивление на еквивалентния транзистор

$$R_{iA} = r_{BE1}$$

$$r_{BE1} = \frac{\beta_1}{S_1} = \frac{\beta_1 \cdot U_T}{I_{C1}}; \quad r_{BE2} = \frac{\beta_2}{S_2} = \frac{\beta_2 \cdot U_T}{I_{C2}};$$

$$I_{C2} \approx \beta_2 I_{B2} = \beta_2 I_{C1}; \quad r_{BE1} = \frac{\beta_1 \cdot U_T}{I_{C1}} = \frac{\beta_1 \beta_2 \cdot U_T}{I_{C2}} \approx \beta_1 r_{BE2}$$

$$R_{iA} = r_{BE1} = \beta_1 r_{BE2}$$

Стръмност на еквивалентния транзистор

$$S = \frac{\beta}{R_{iA}} = \frac{\beta_1 \beta_2}{\beta_1 r_{BE2}} = S_2$$

Литература

1. *Вълков, Ст.* Аналогова електроника. С., Техника, 2002 г.
2. *Tietze, U., Ch. Schenk.* Halbleiter-Schaltungstechnik. 11.1 Auflage. Springer-Verlag, New York, 2000.
3. *Манолов, Е.,* Аналогови интегрални схеми: схемотехника и проектиране, С., Издателство на ТУ-София, 2002.
4. *Stoianov, I.,* Électronique analogique – Documentation, TU-Sofia, 2000.
5. *Пандиев, И., Ст. Табаков.* Електронни устройства. С., Издателство на ТУ-София, 2004.
6. *Вълков, Ст.* Микроелектронна схемотехника. С., Техника, 1987 г.