

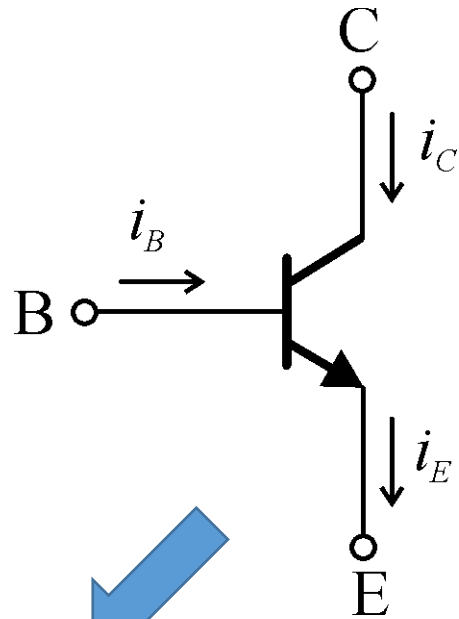
Elettronica Digitale

A.A. 2020-2021

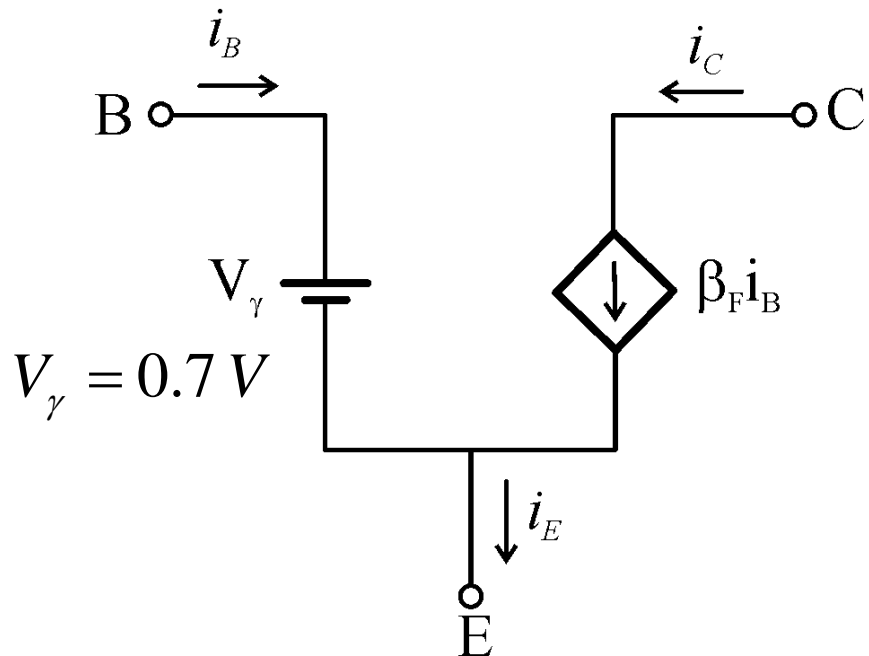
Lezione 29/03/2021

Transistore BJT – Circuiti equivalenti per ampi segnali semplificati

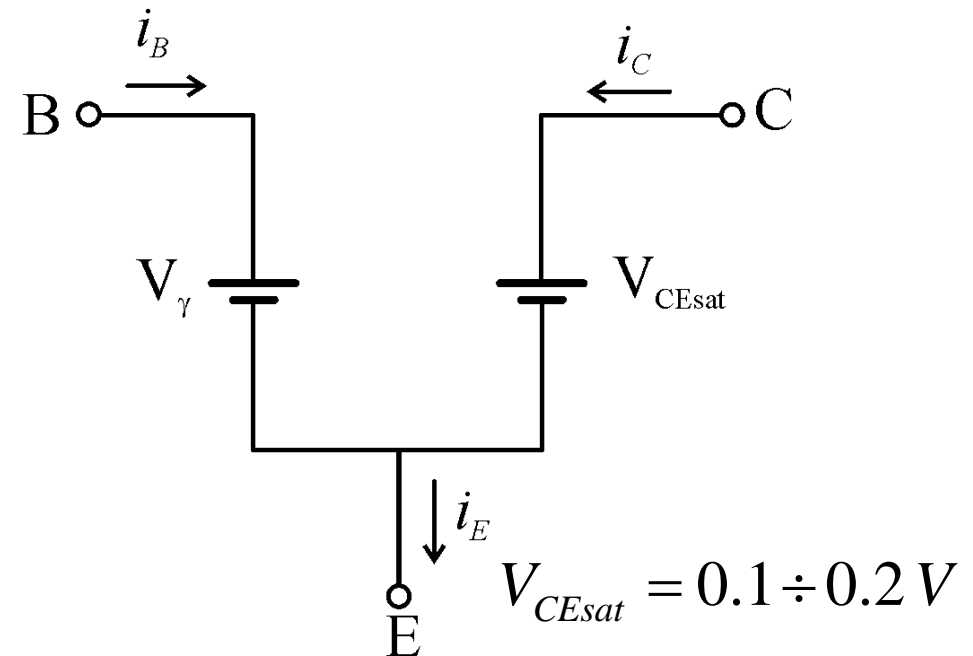
NPN



ZONA ATTIVA DIRETTA



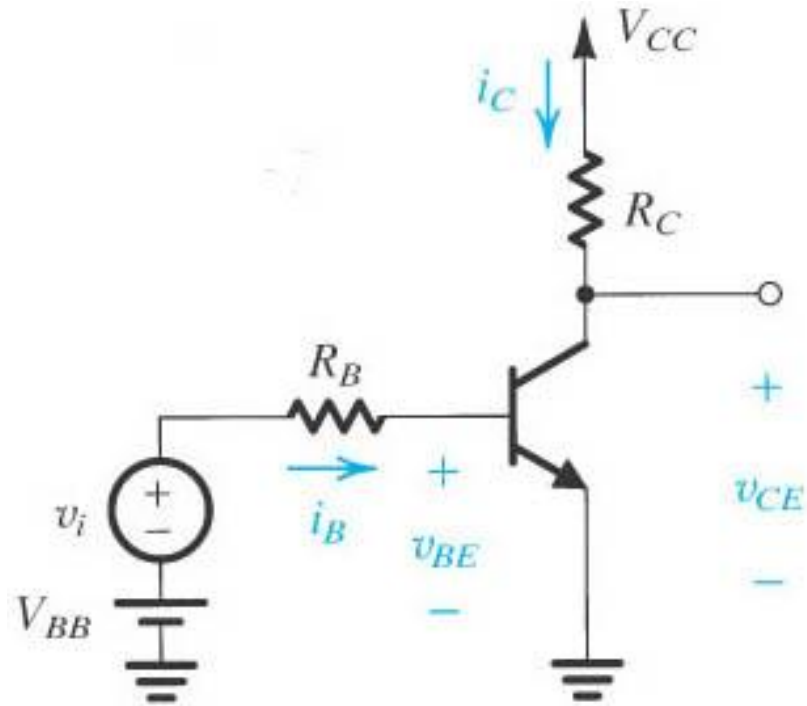
SATURAZIONE



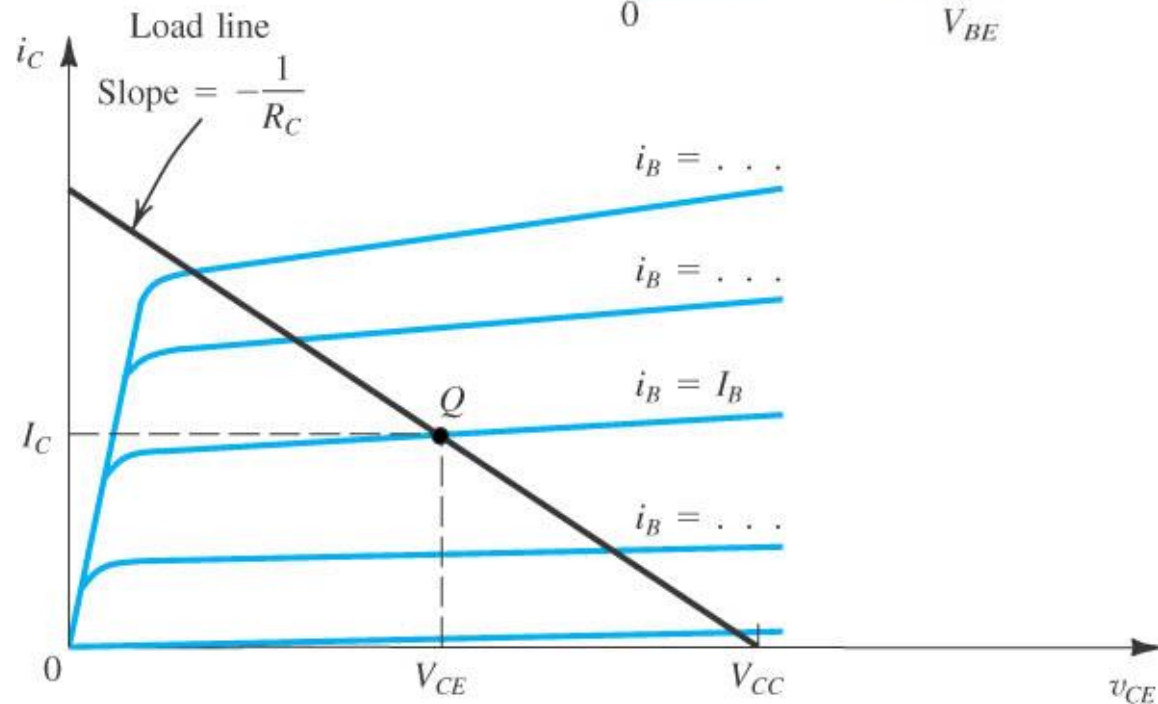
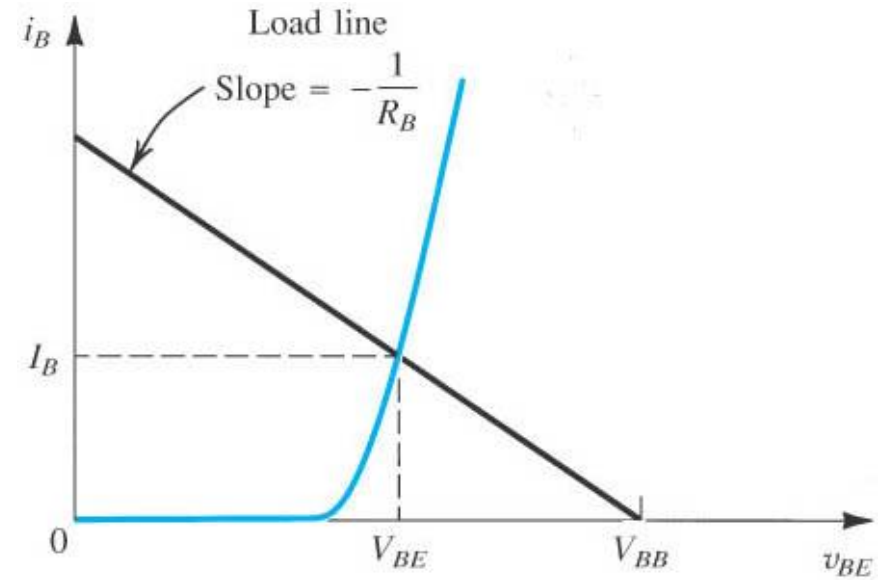
Transistore BJT – Circuiti equivalenti per ampi segnali semplificati

IPOTESI	VERIFICA NPN	VERIFICA PNP
ZONA ATTIVA DIRETTA	$v_{CE} \geq 0.3 V$	$v_{EC} \geq 0.3 V$
SATURAZIONE	$i_C < \beta_F i_B$	$i_C < \beta_F i_B$

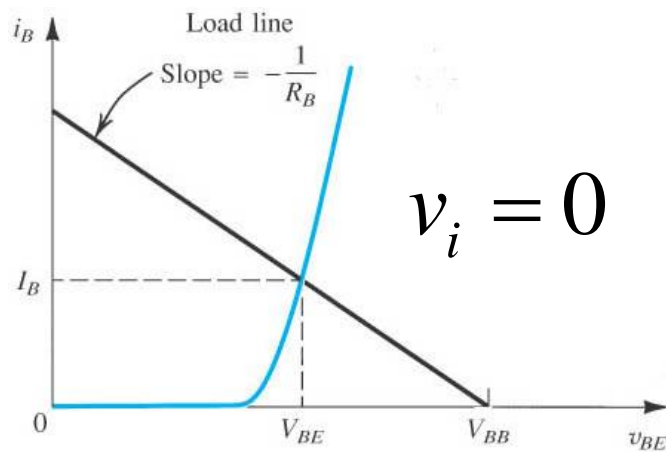
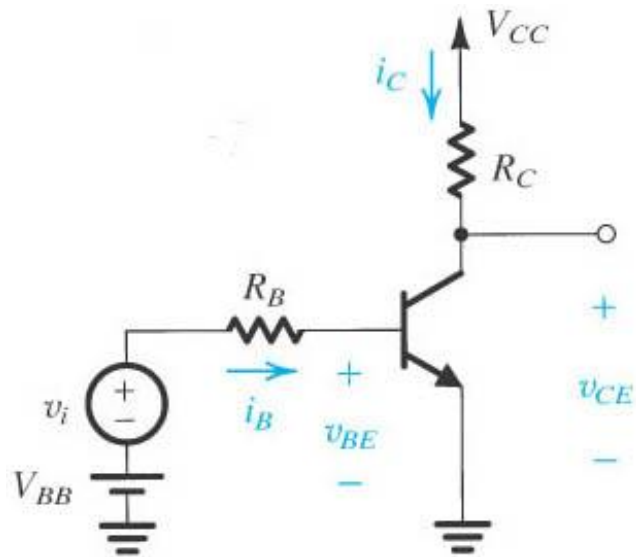
Transistore BJT – Posizionamento punto di riposo



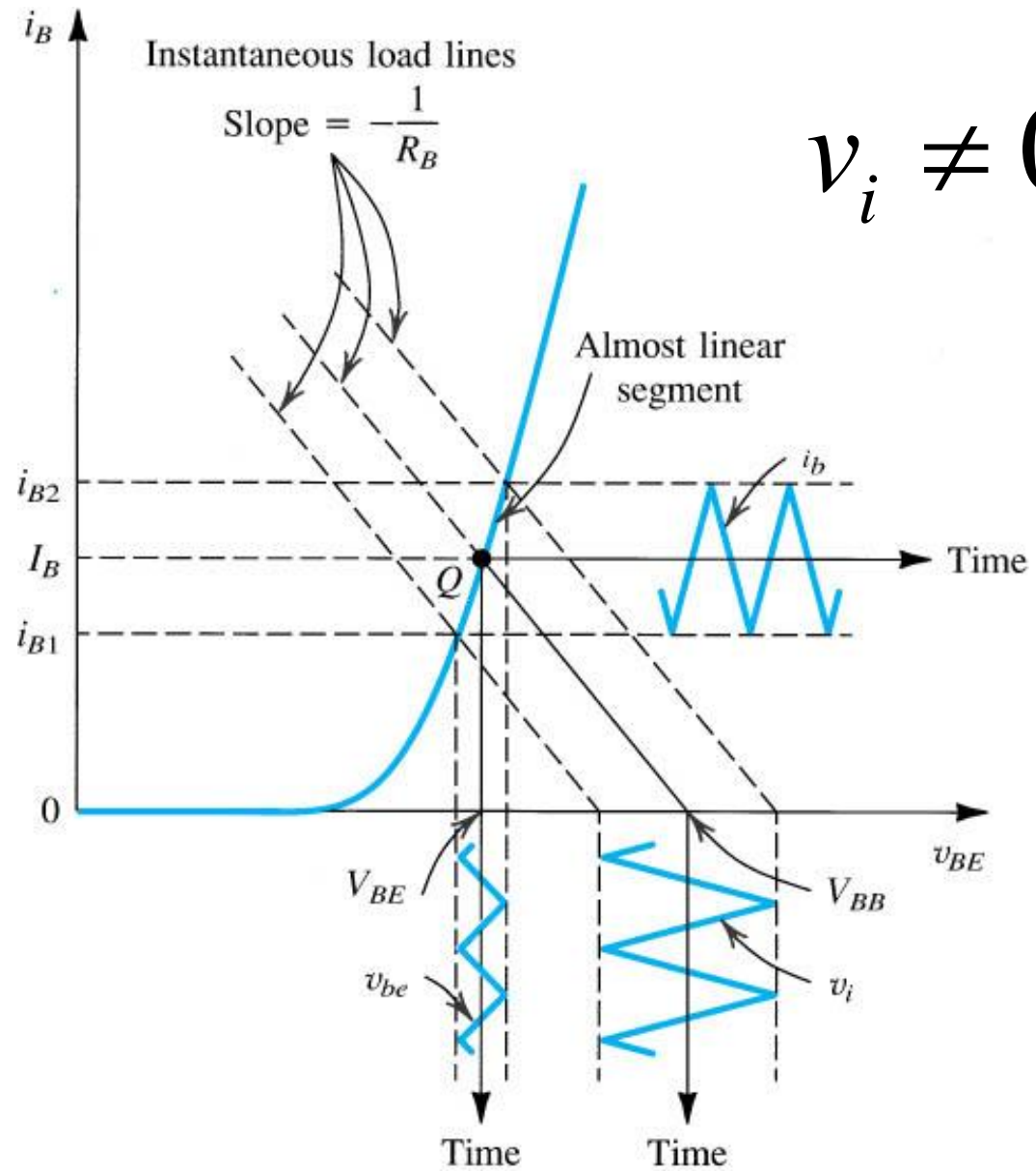
$$v_i = 0$$



Transistore BJT – Posizionamento punto di riposo

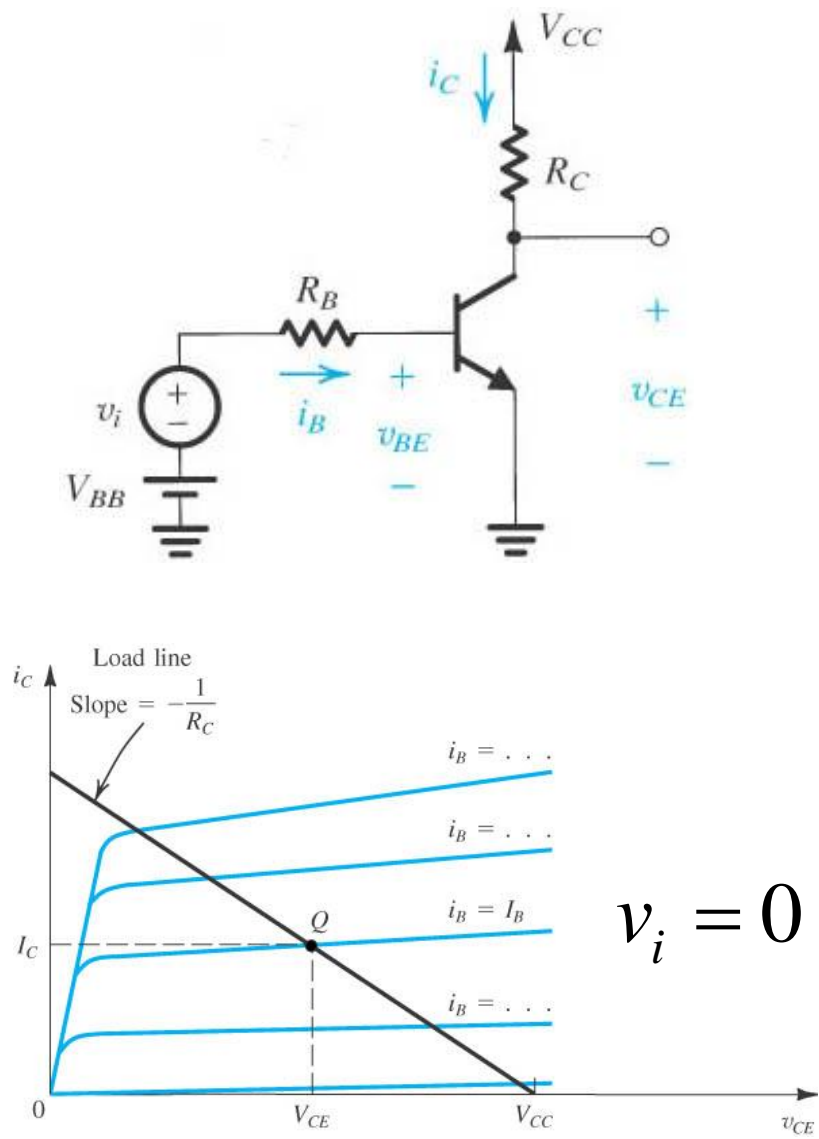


$$v_i = 0$$

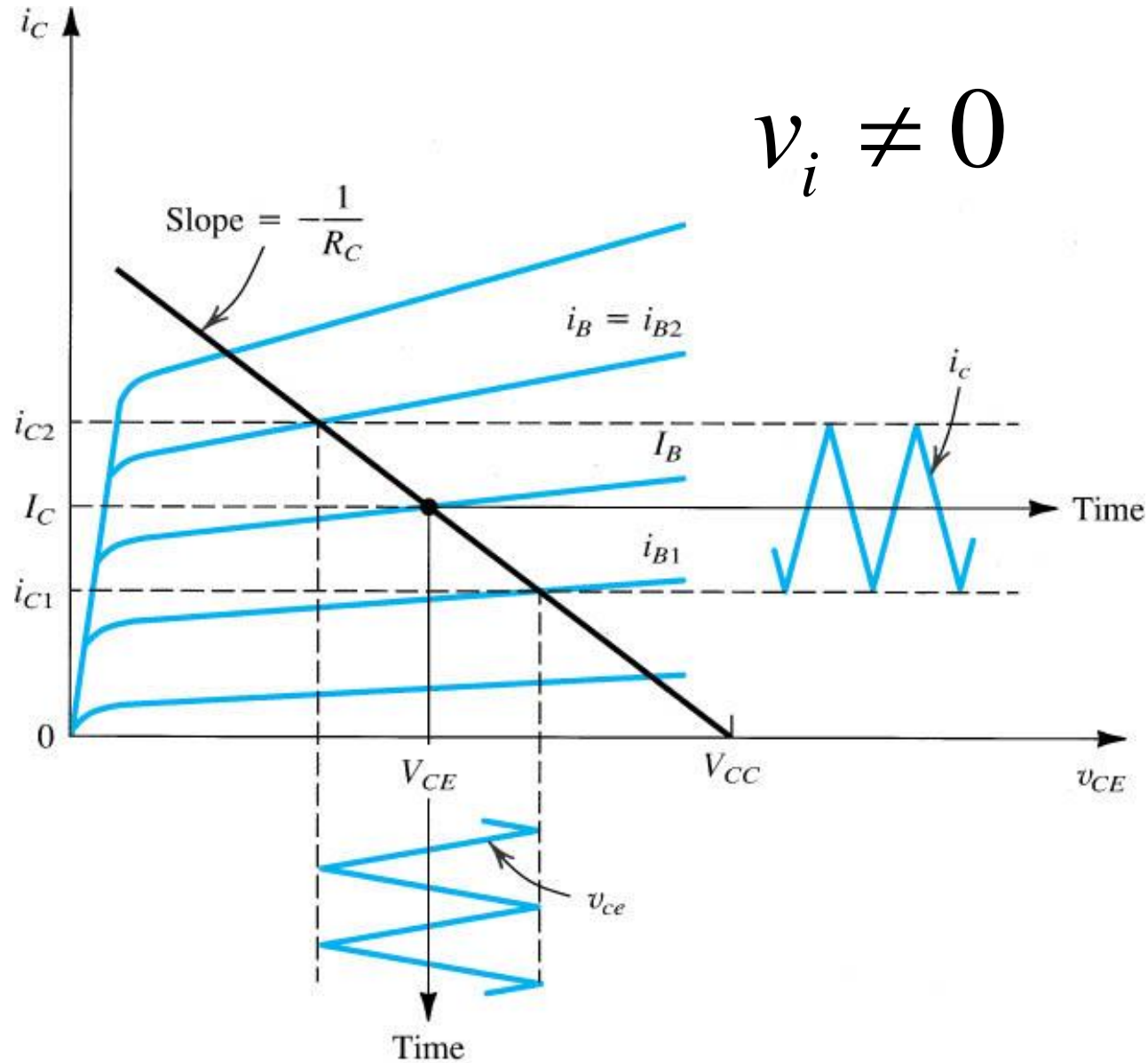


$$v_i \neq 0$$

Transistore BJT – Posizionamento punto di riposo

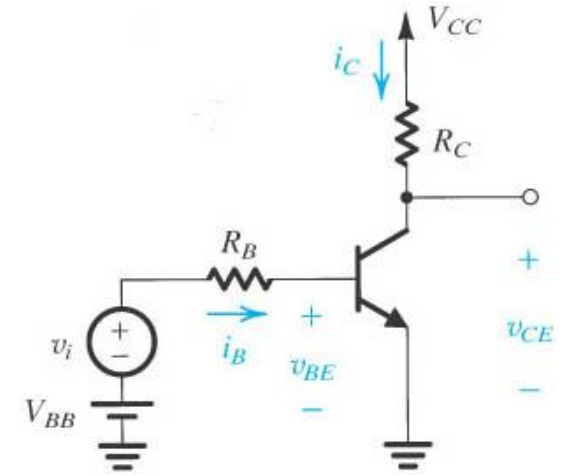
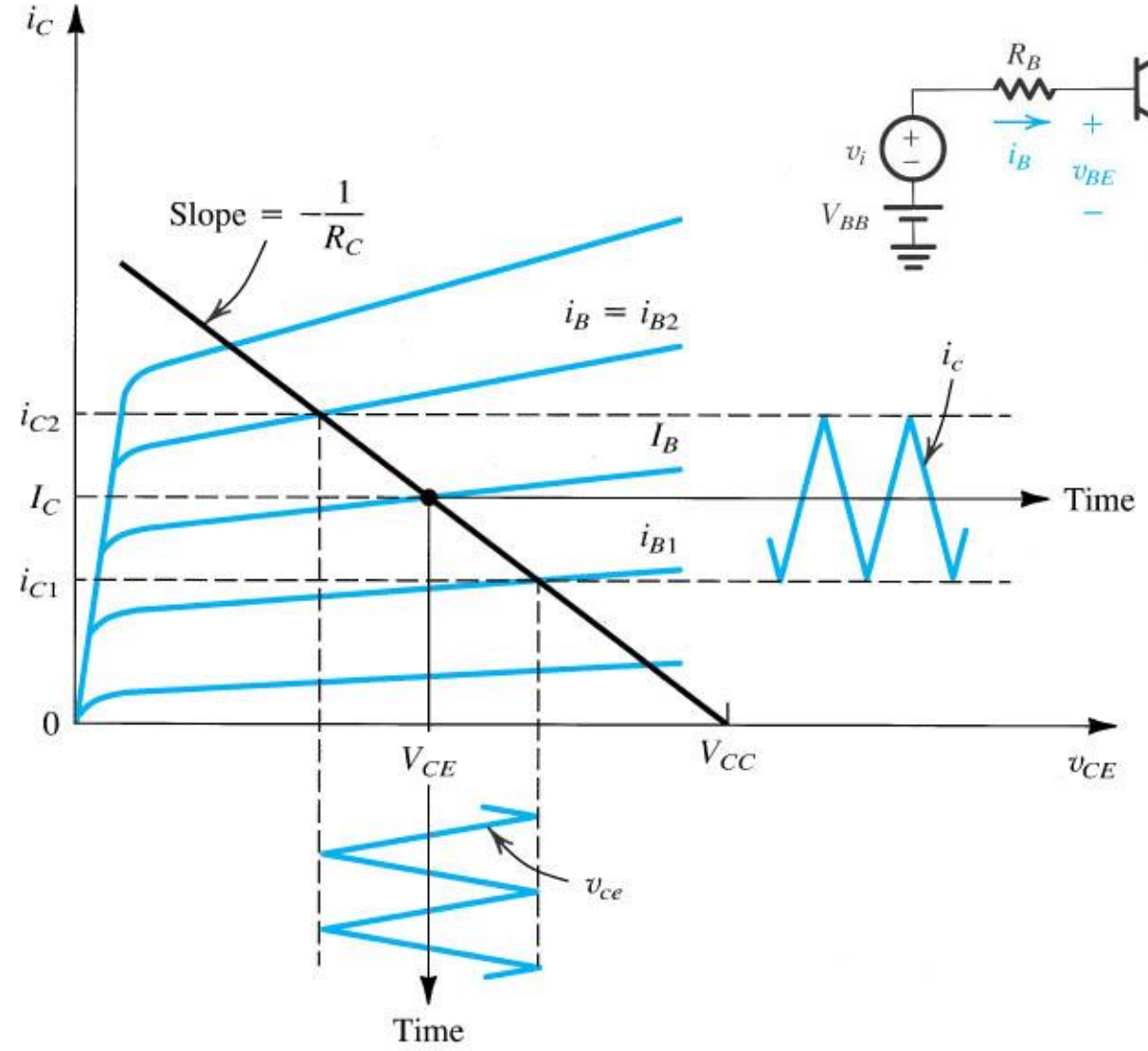
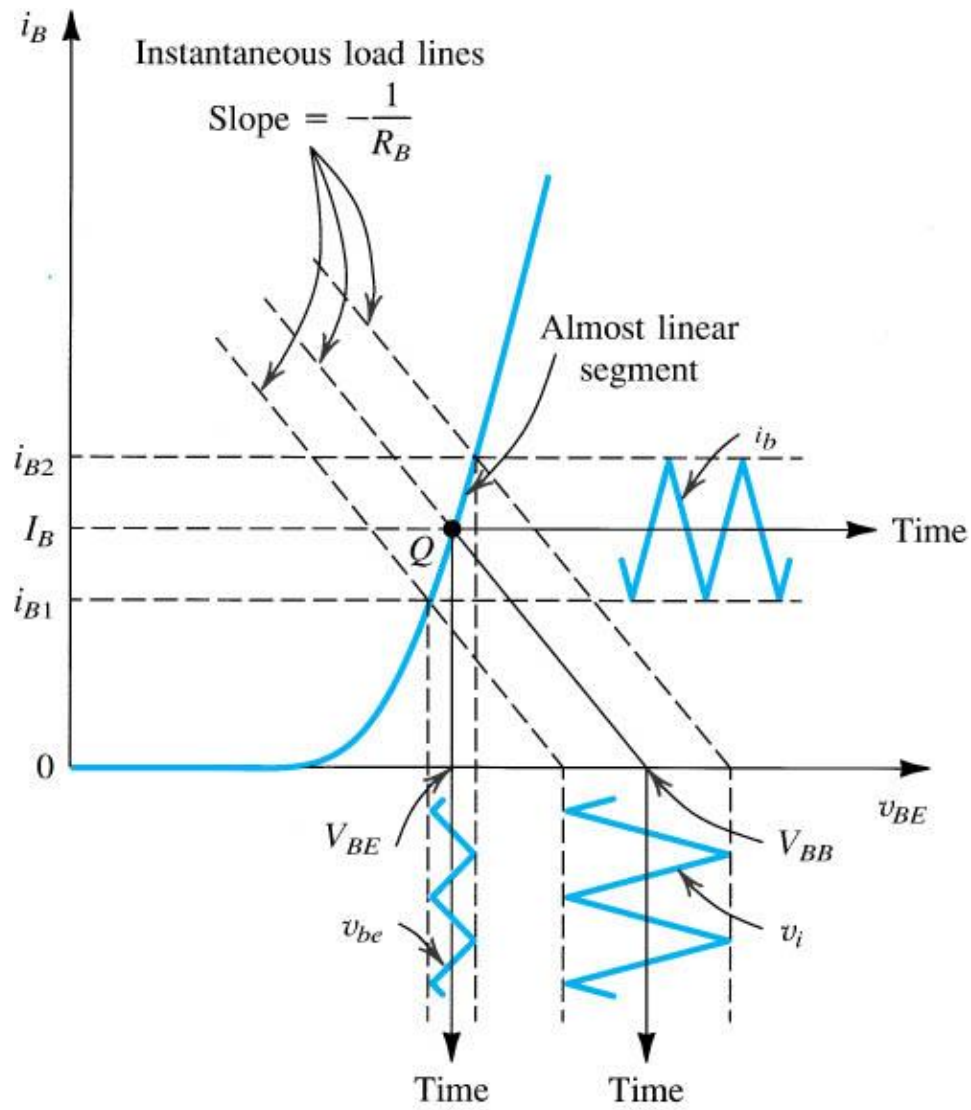


$v_i = 0$

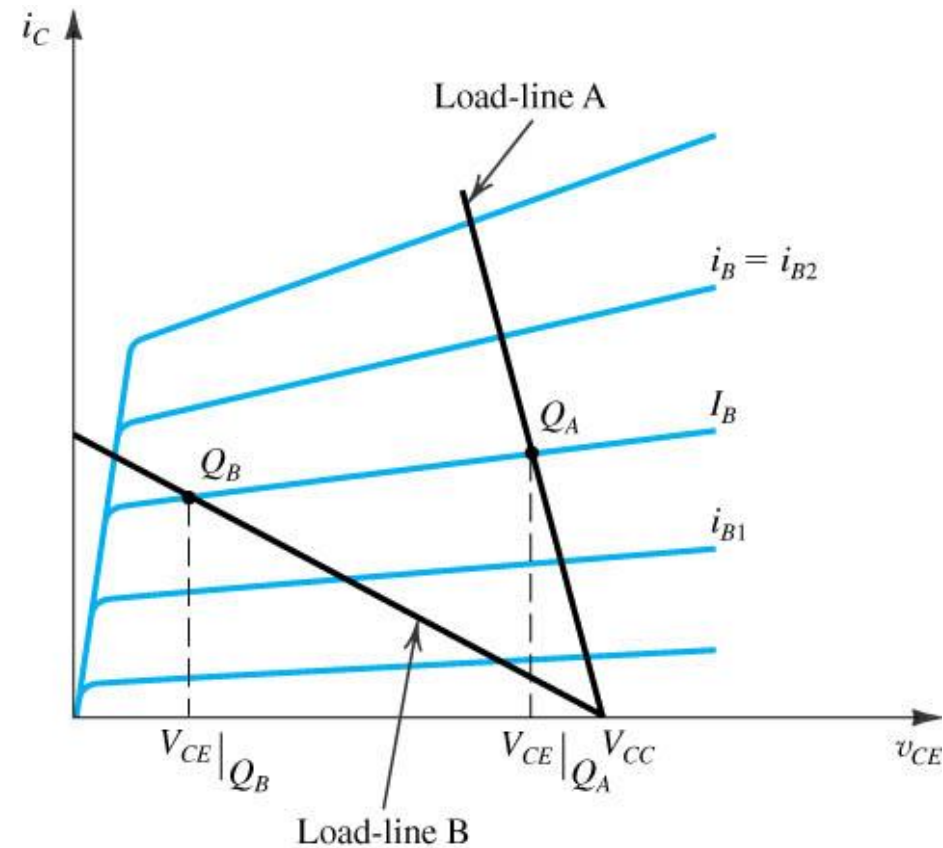
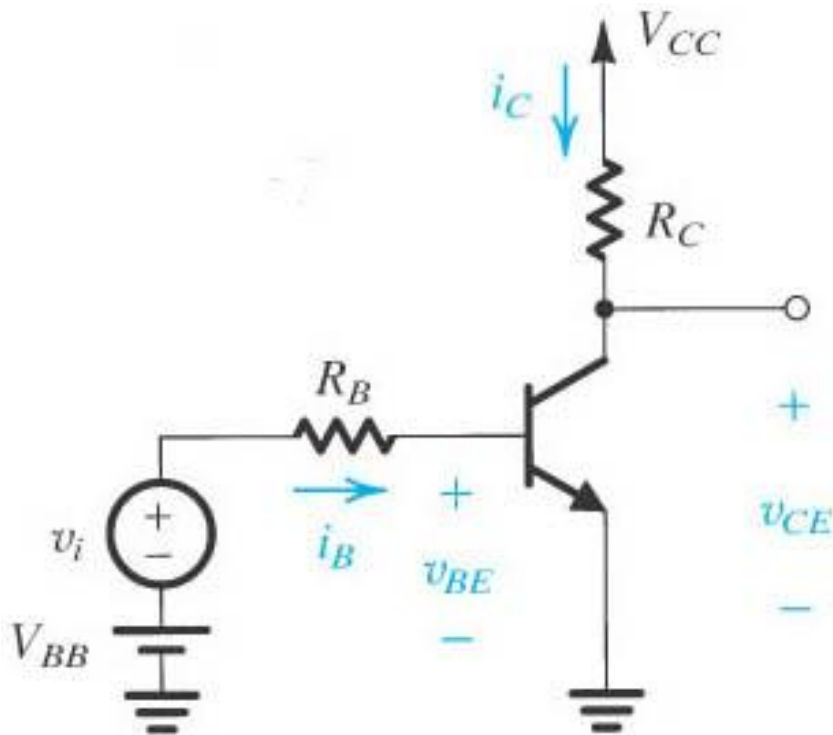


$v_i \neq 0$

Transistore BJT – Posizionamento punto di riposo



Transistore BJT – Posizionamento punto di riposo

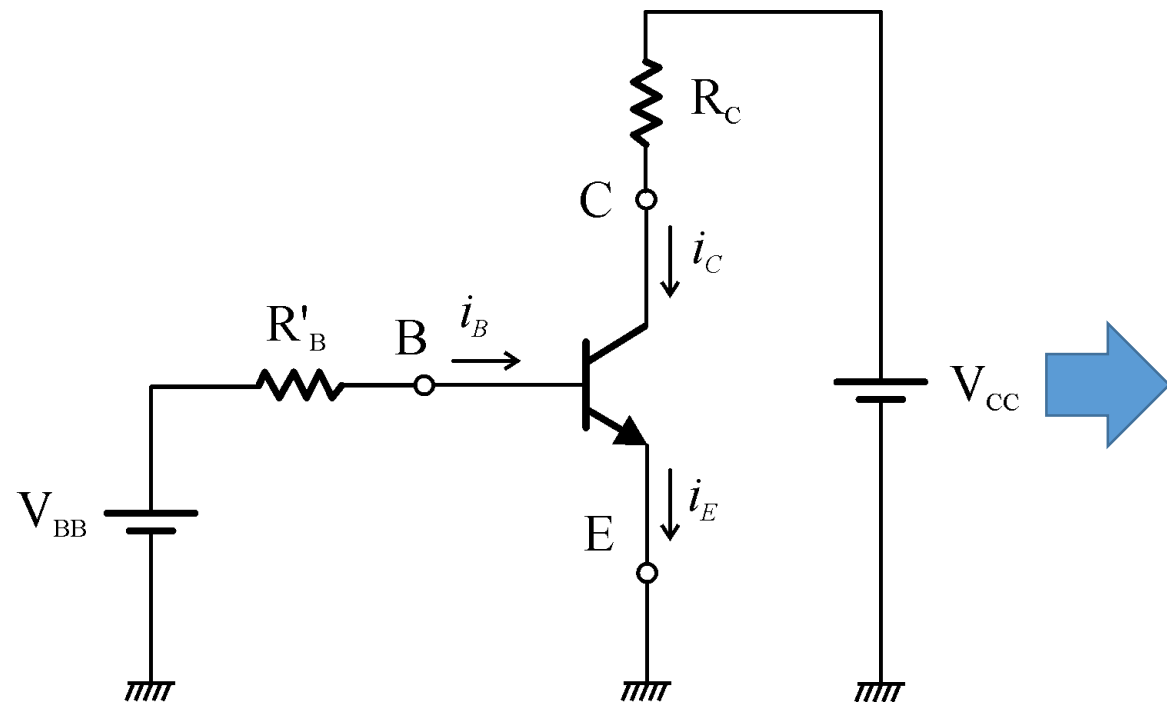


Microelectronic Circuits - Fifth Edition Sedra/Smith

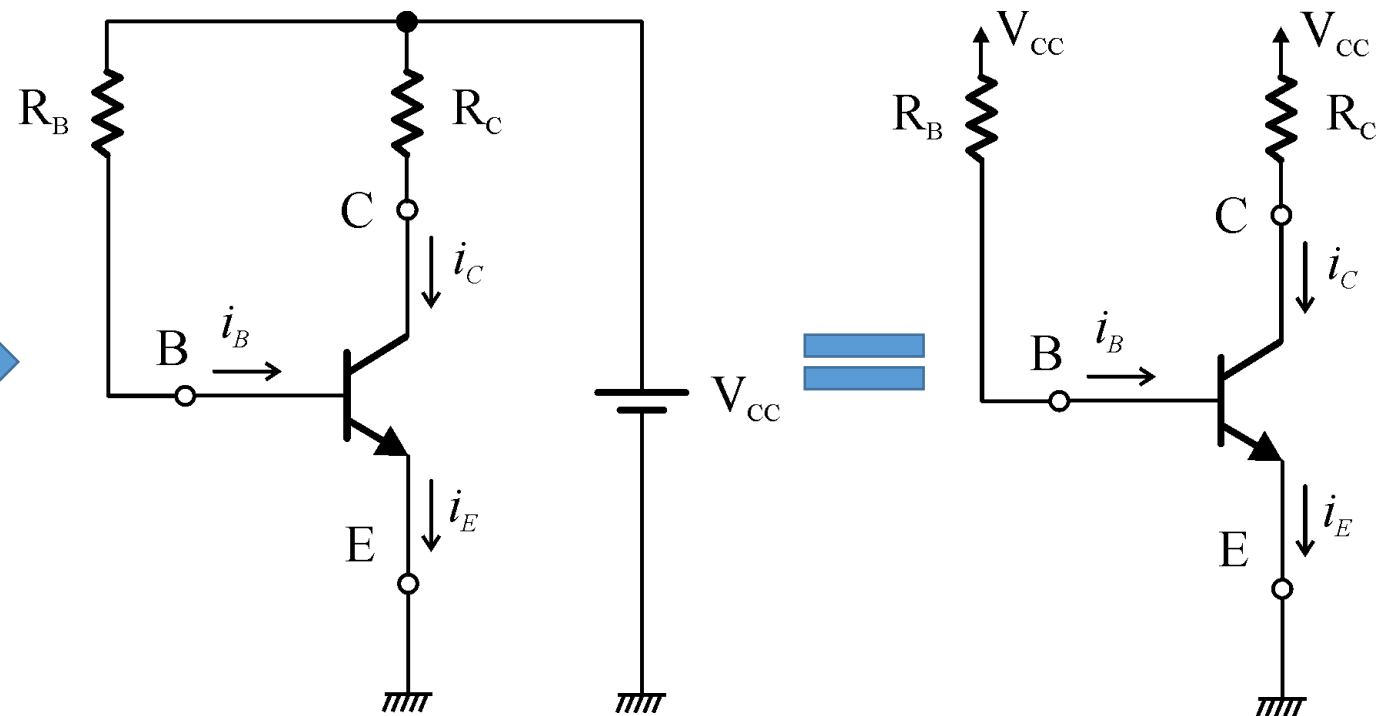
Necessità di fissare una corrente continua costante di collettore o di emettitore che sia calcolabile, predicibile e poco sensibile alle variazioni delle condizioni ambientali (ad esempio la temperatura) e alle variazioni dei parametri del transistor (ad esempio il valore di β_F).

Transistore BJT – Polarizzazione dei circuiti discreti

Due generatori di polarizzazione

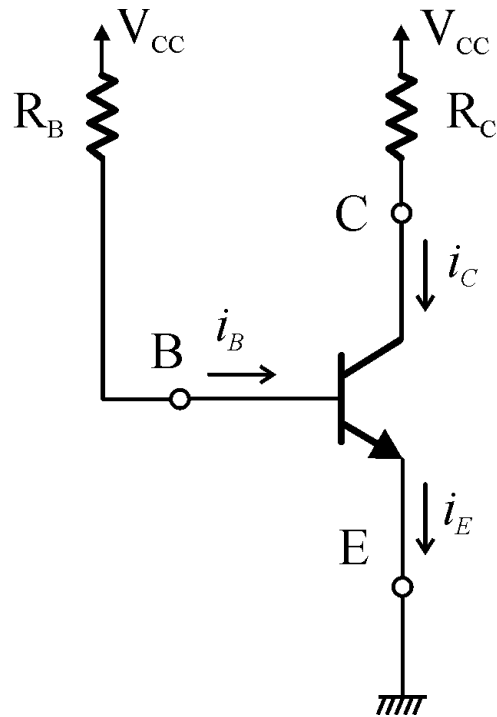


Un generatore di polarizzazione



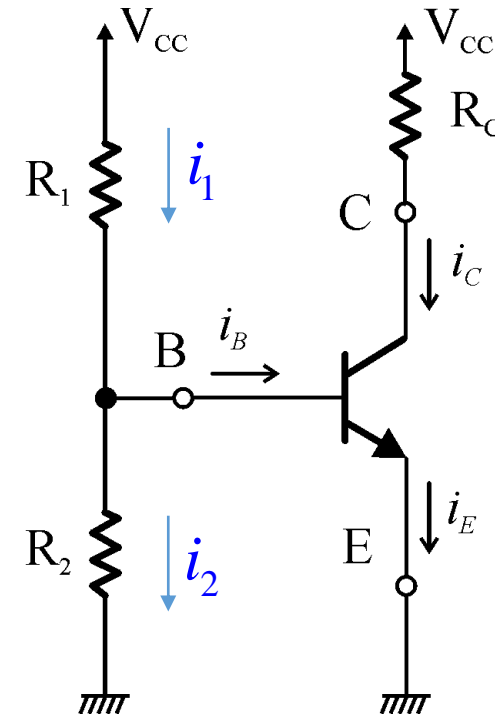
Transistore BJT – Polarizzazione dei circuiti discreti

Polarizzazione fissando I_B



$$I_{BQ} \cong \frac{V_{CC} - V_\gamma}{R_B} \quad I_{CQ} = \beta_F I_{BQ}$$

Polarizzazione fissando V_{BE}

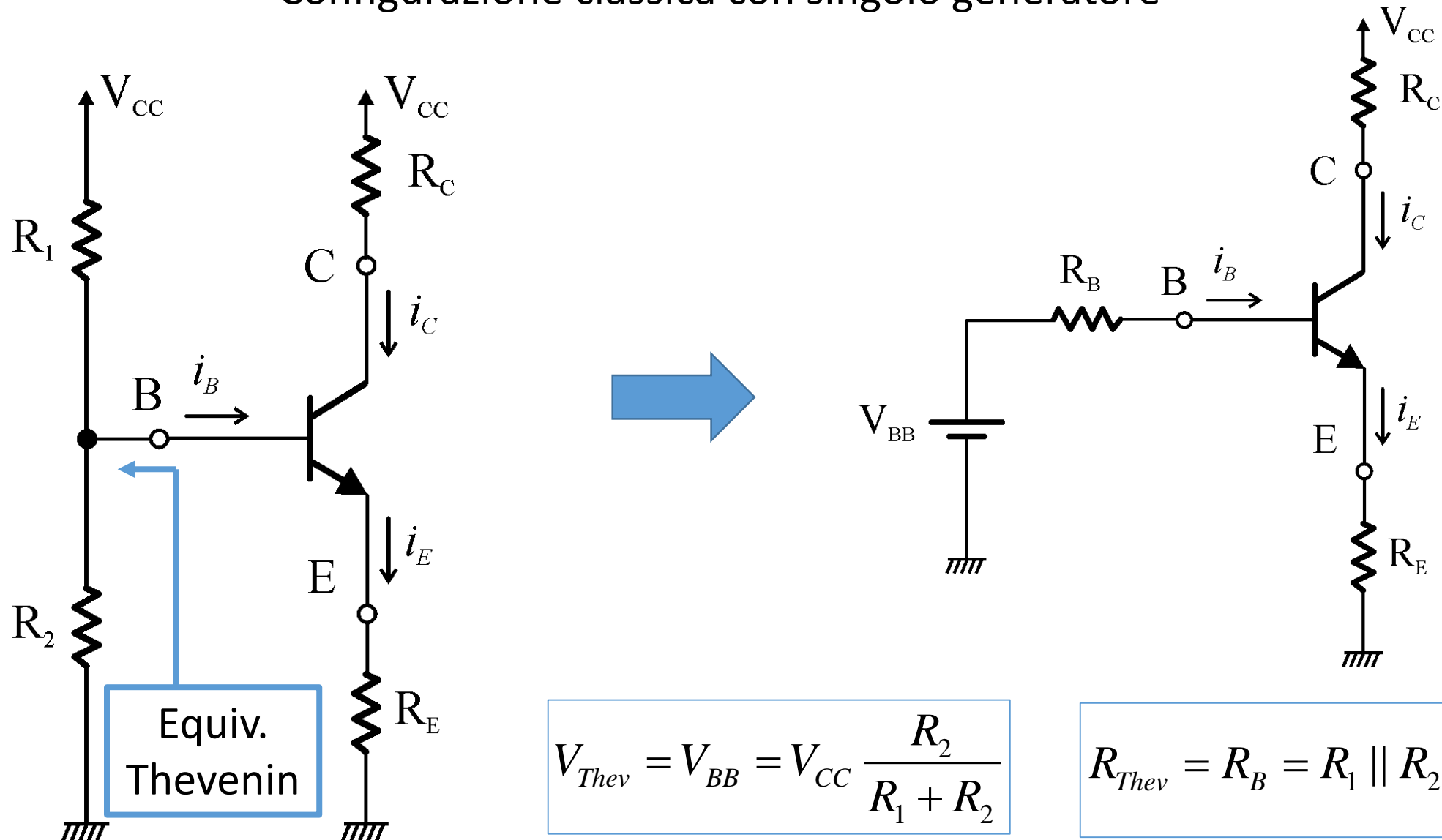


$$I_B \ll I_1, I_2 \rightarrow I_1 = I_2 \quad (\text{partitore pesante})$$

$$V_{BEQ} \cong V_{CC} \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad I_{CQ} \propto \exp\left(\frac{V_{BEQ}}{V_T}\right)$$

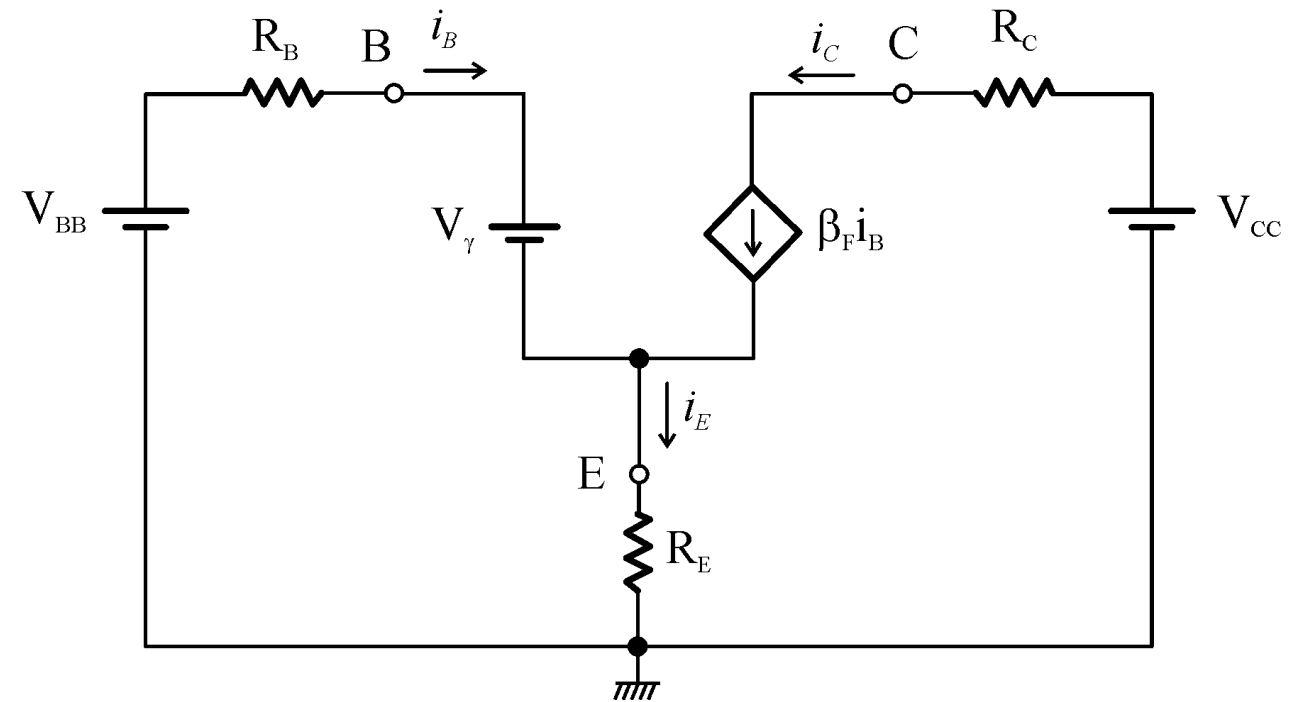
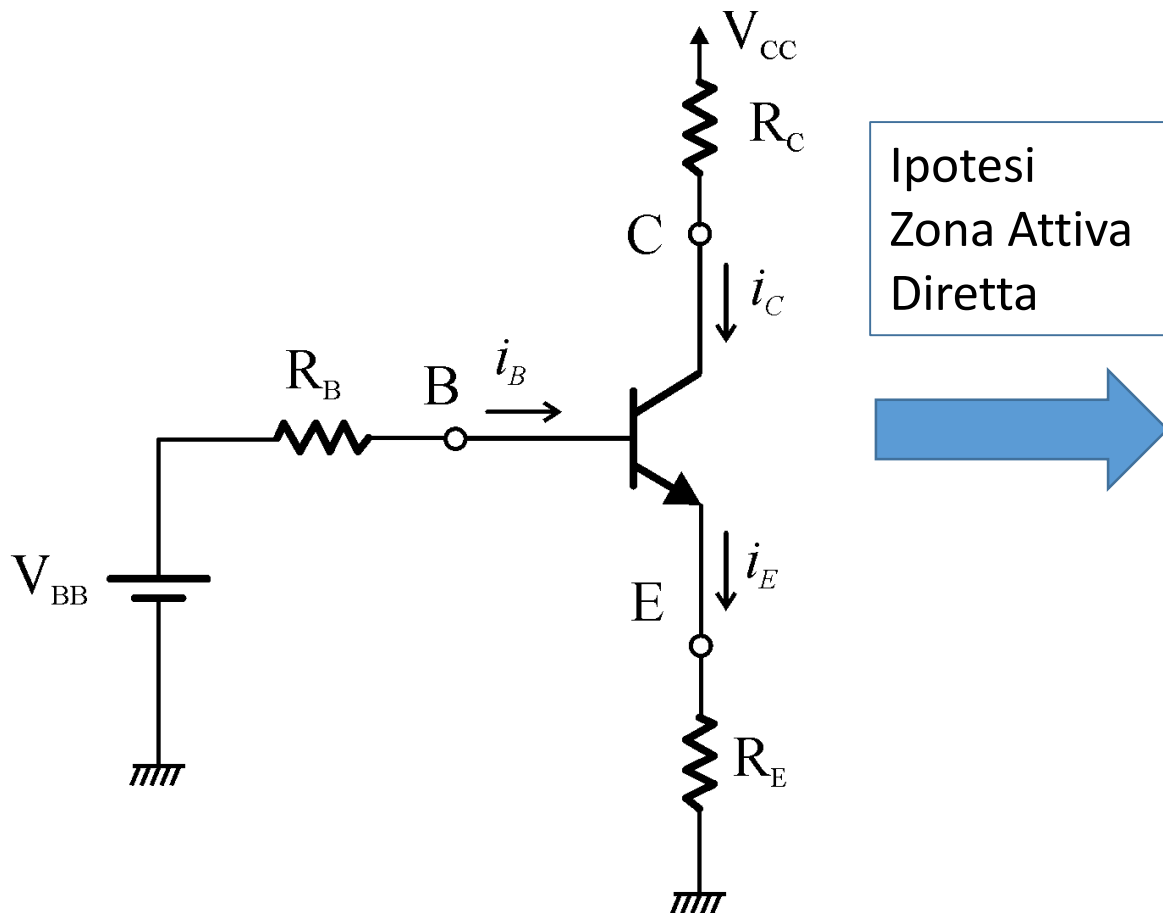
Transistore BJT – Polarizzazione dei circuiti discreti

Configurazione classica con singolo generatore



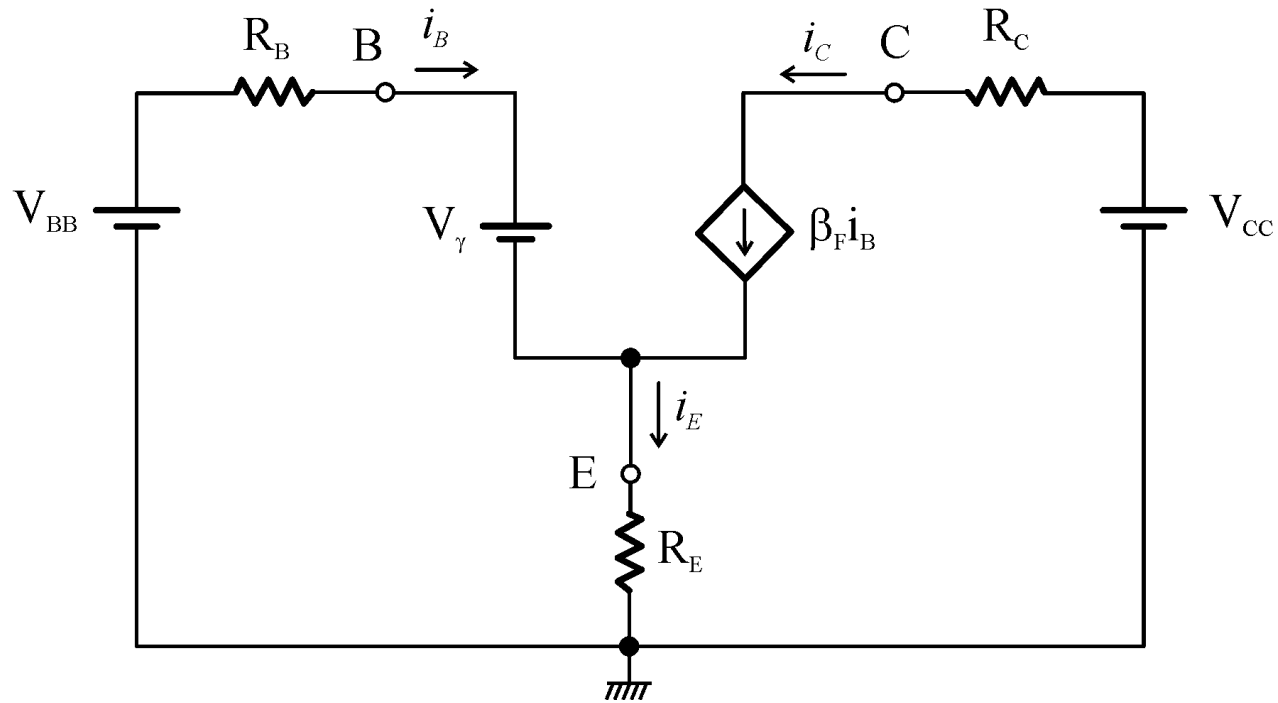
Transistore BJT – Polarizzazione dei circuiti discreti

Configurazione classica con singolo generatore



$$V_{BEQ} = V_\gamma$$

Transistore BJT – Polarizzazione dei circuiti discreti



$$V_{BB} = R_B I_B + V_\gamma + R_E I_E$$

$$V_{CC} = R_C I_C + V_{CE} + R_E I_E$$

$$I_E = I_C + I_B = \beta_F I_B + I_B = (\beta_F + 1) I_B$$

$$V_{BB} = R_B I_B + V_\gamma + R_E (\beta_F + 1) I_B$$



$$I_{BQ} = \frac{V_{BB} - V_\gamma}{R_B + R_E (\beta_F + 1)}$$

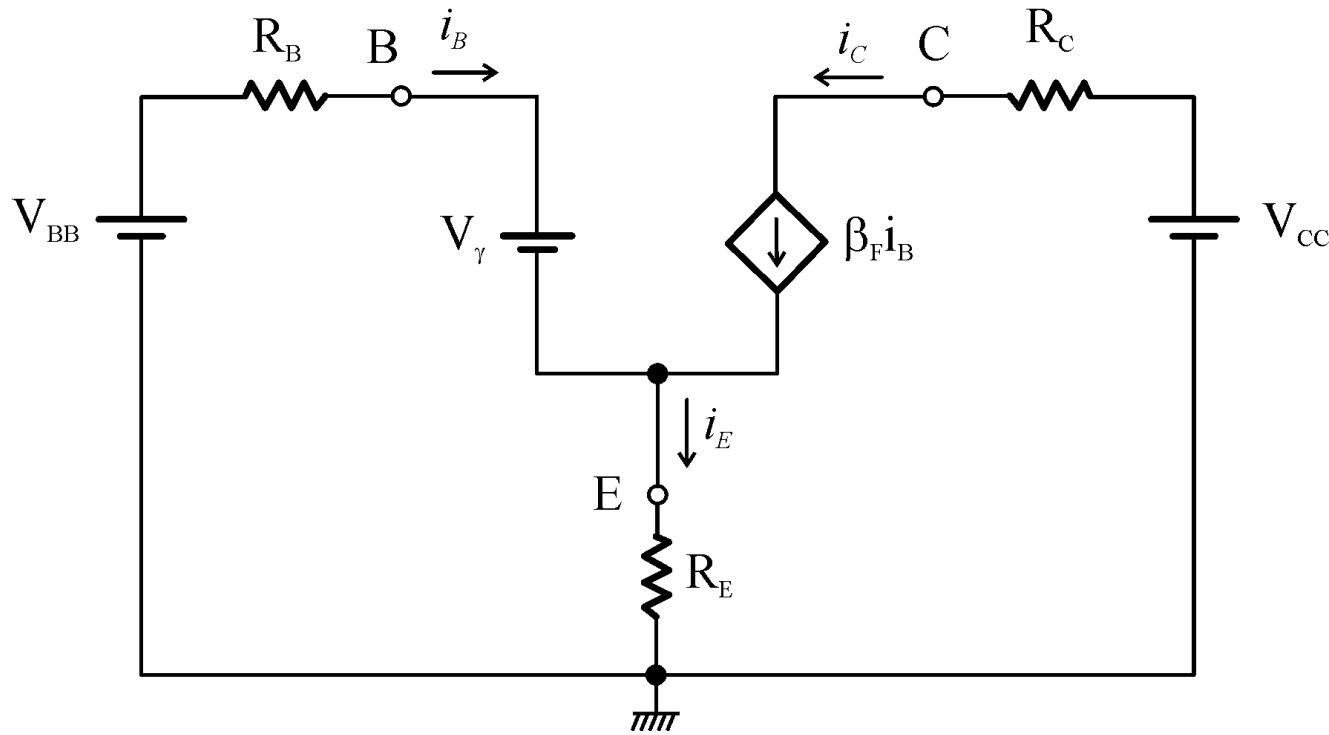
$$I_{CQ} = \beta_F I_{BQ}$$

$$V_{CC} = R_C I_C + V_{CE} + R_E (\beta_F + 1) I_B$$



$$V_{CEQ} = V_{CC} - R_C I_{CQ} - R_E (\beta_F + 1) I_{BQ}$$

Transistore BJT – Polarizzazione dei circuiti discreti



$$I_{BQ} = \frac{V_{BB} - V_\gamma}{R_B + R_E (\beta_F + 1)}$$

$$I_E = (\beta_F + 1) I_B$$

$$I_{EQ} = \frac{V_{BB} - V_\gamma}{\frac{R_B}{(\beta_F + 1)} + R_E}$$

$$\text{Se } \begin{cases} V_{BB} \gg V_\gamma \\ R_E \gg \frac{R_B}{(\beta_F + 1)} \end{cases} \Rightarrow I_{EQ} \approx \frac{V_{BB}}{R_E}$$

La corrente di emettitore e, quindi, quella di collettore è determinata dai componenti esterni collegati al transistore

Transistore BJT – Polarizzazione dei circuiti discreti

$$V_{BB} \gg V_{\gamma}$$

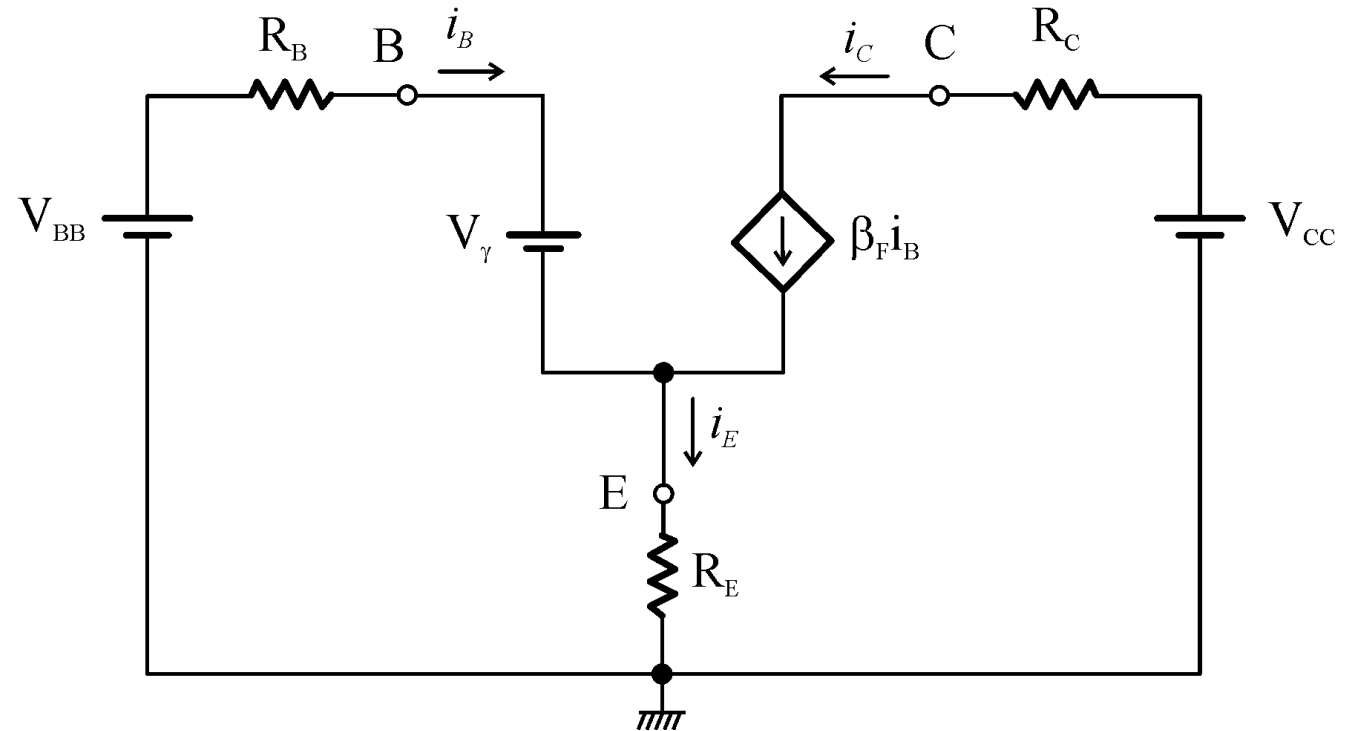
Questa condizione assicura che piccole variazioni della V_{BE} siano mascherate dalla V_{BB} che è molto più grande

$$R_E \gg \frac{R_B}{(\beta_F + 1)}$$

Questa condizione rende insensibile I_E dalle variazioni di β .

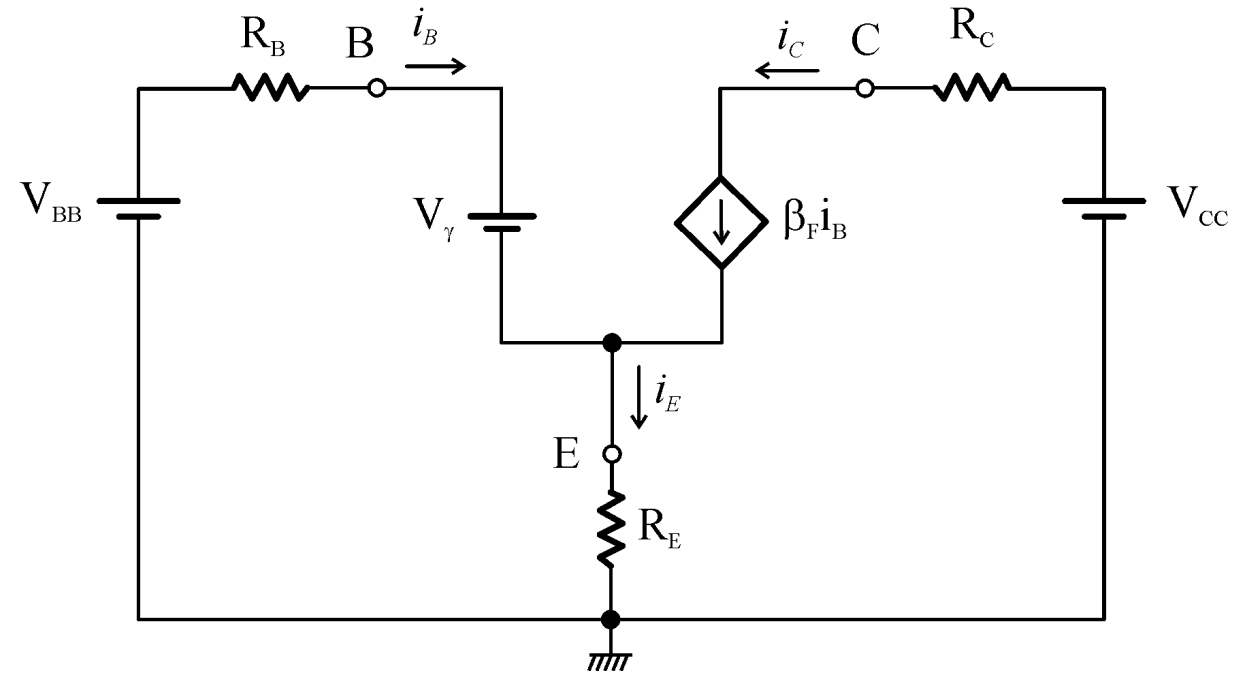
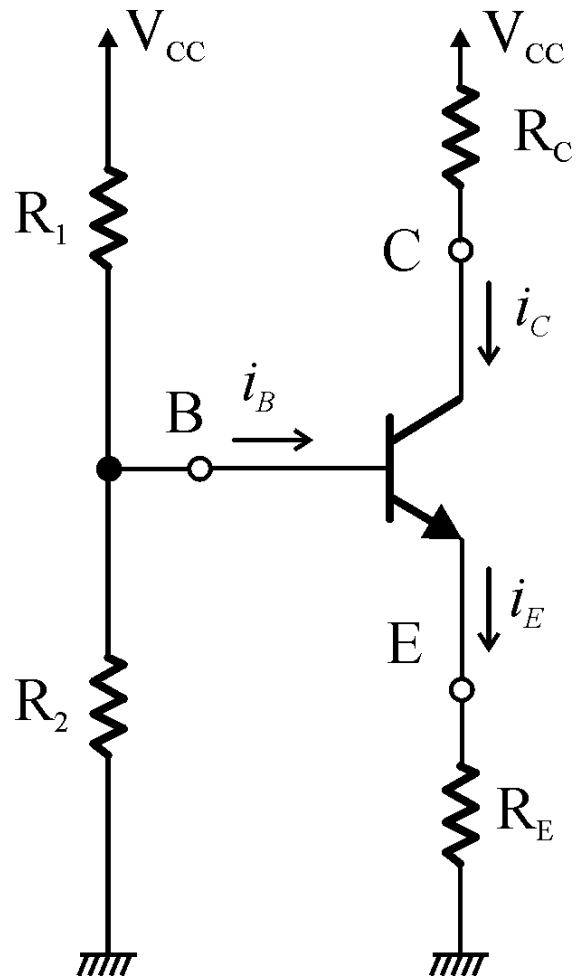
$$R_B \ll R_E (\beta_F + 1) \quad V_{BB} = R_B I_B + V_{\gamma} + R_E (\beta_F + 1) I_B$$

Nella maglia di ingresso posso trascurare la caduta su R_B rispetto a quella su R_E . La condizione è equivalente a quella di partitore pesante.



$$V_B \approx V_{BB} = V_{CC} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Transistore BJT – Polarizzazione dei circuiti discreti



I_E aumenta $\rightarrow V_E$ aumenta $\rightarrow V_{BE}$ diminuisce se V_B è mantenuta costante dal partitore di tensione R_1, R_2
 $\rightarrow I_C$ e I_E diminuiscono

R_E introduce un effetto di retroazione negativa che stabilizza la corrente di polarizzazione