

به نام خدا



الکترونیک (۲)

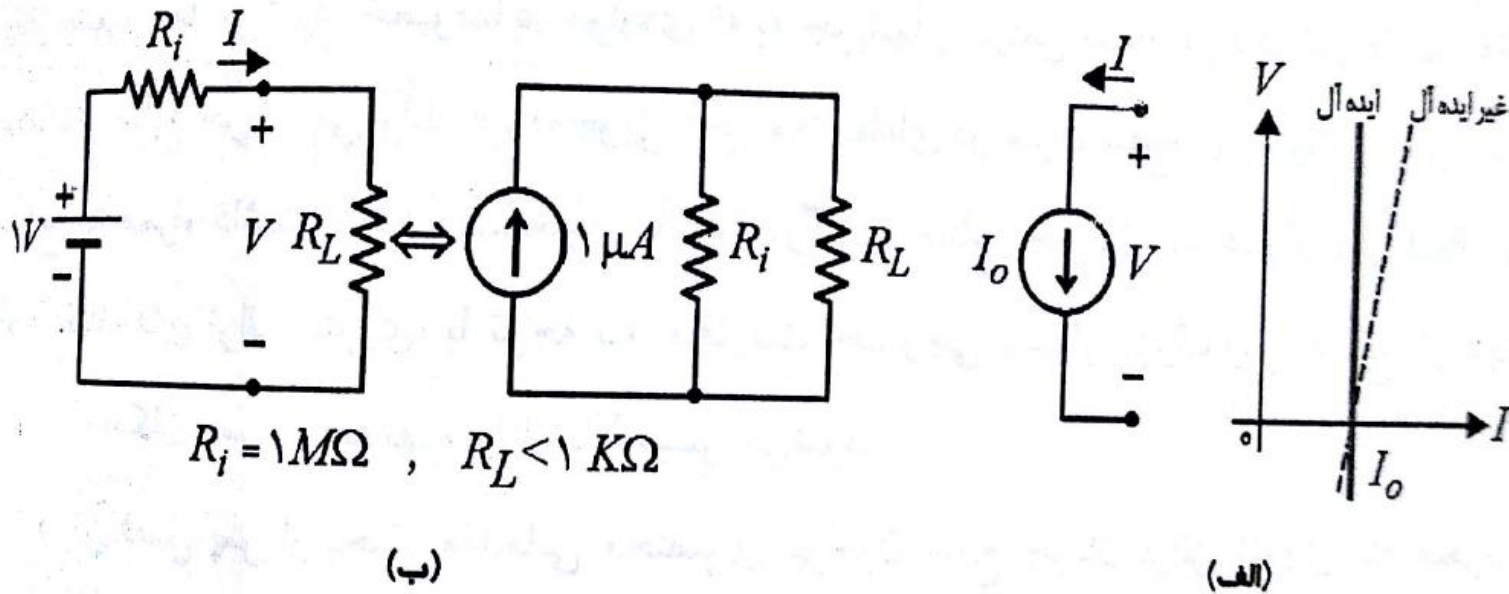
مدرس:

میریوسفی

دانشگاه فنی و حرفه‌ای البرز

منابع جریان و بارهای فعال

منبع جریان ایده آل



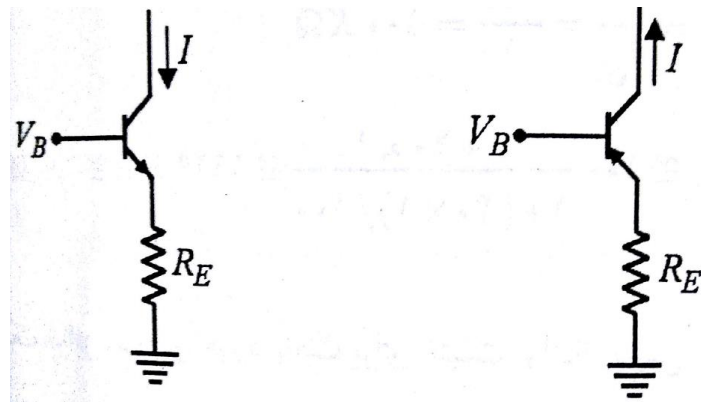
شکل ۱۳-۱: الف) مشخصه منبع جریان ایده آل و غیرایده آل، ب) مدار یک منبع جریان غیرایده آل ساده

منبع جریان ترانزیستوری

$$I = \left| \frac{V_B - V_{BE}}{R_E} \right|$$

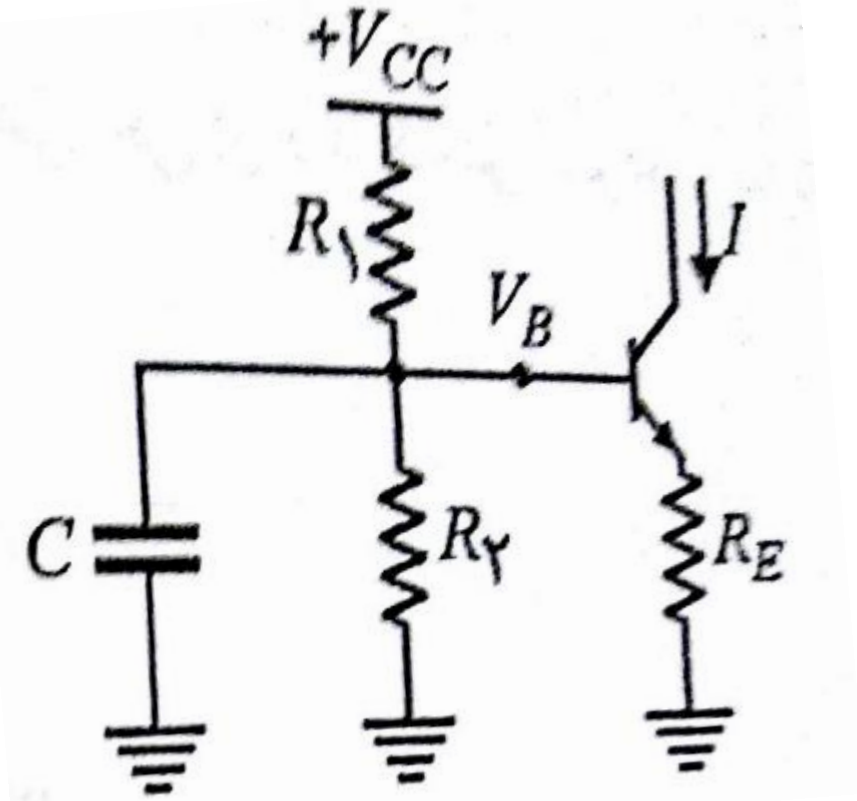
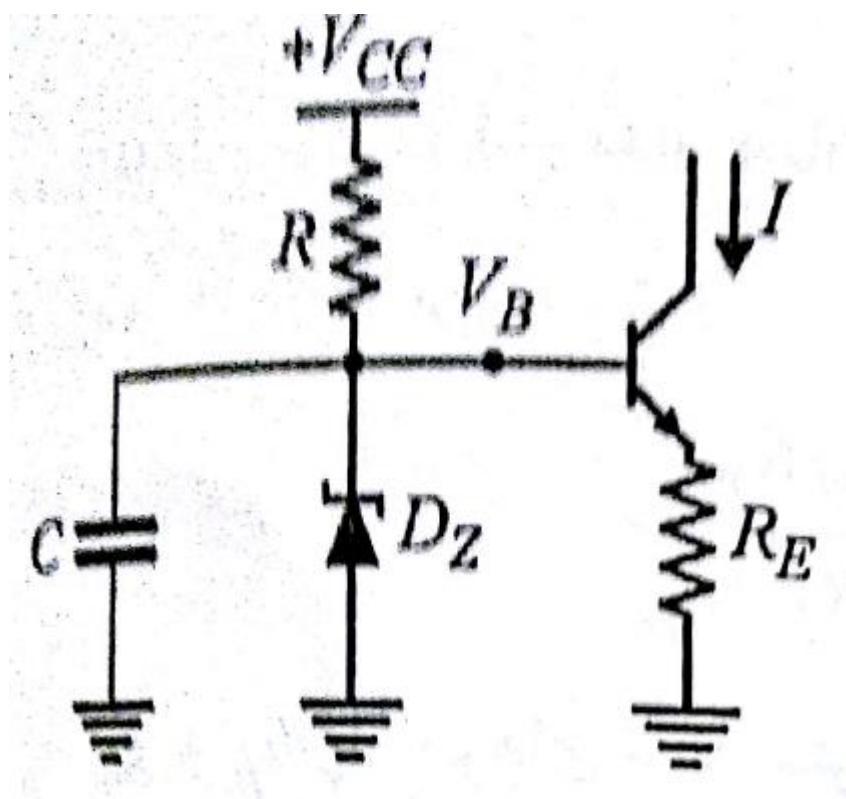
$$R_o \cong r_o \frac{1 + g_m R_E}{1 + g_m R_E / h_{fe}}$$

تمرین

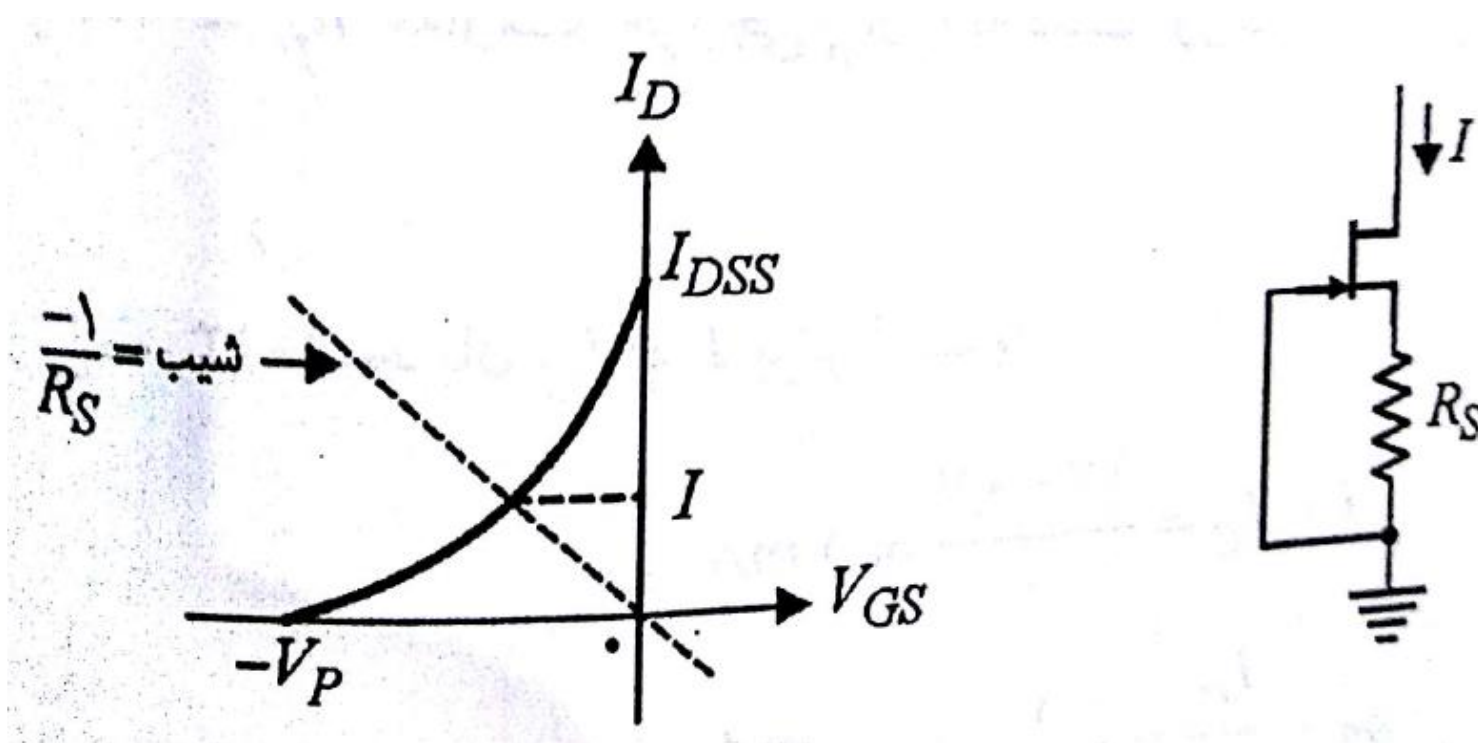


شکل ۱۳-۲: طرح اساس منبع جریان تک ترانزیستوری

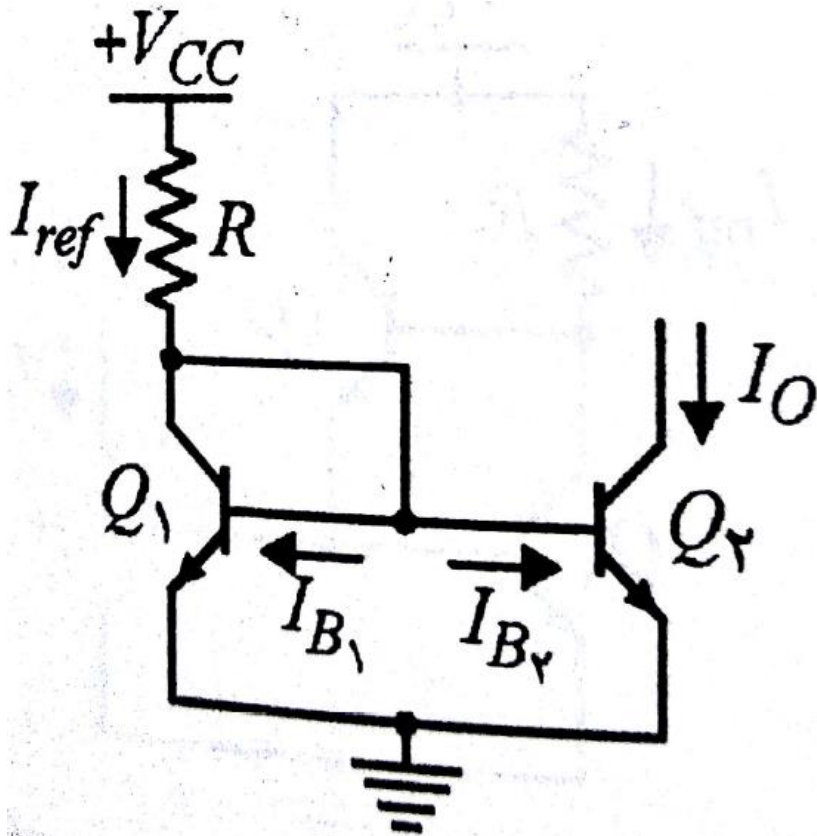
مدارهای ساده تثبیت ولتاژ بیسی



منبع جریان ساده با JFET



مدارهای آینه جریان

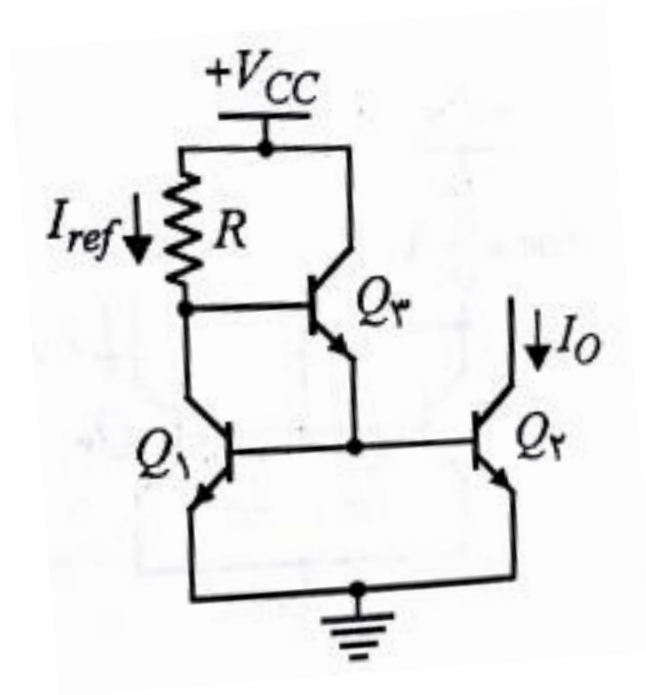


$$I_O = I_{C_2} = \frac{I_{ref}}{1 + \frac{2}{h_{fe}}}$$

$$I_C = I_S \left(1 + \frac{V_{CE}}{V_A} \right) e^{V_{BE} / V_T}$$

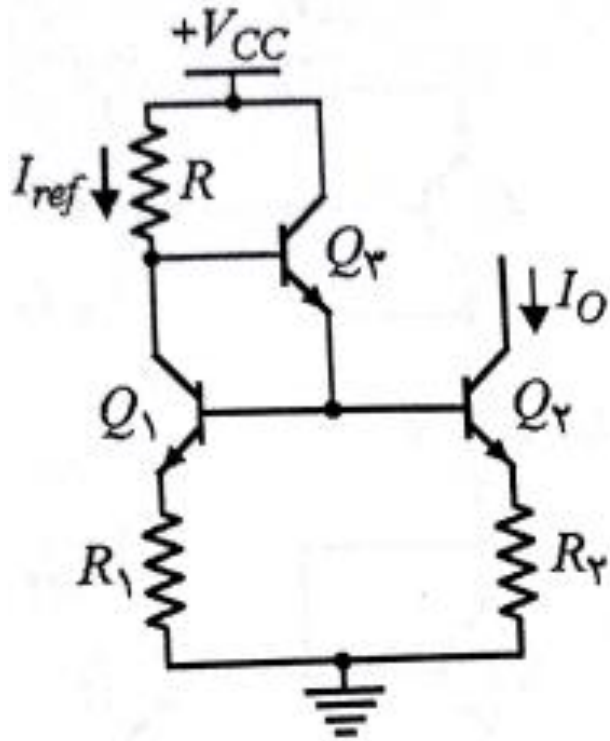
$$\frac{I_O}{I_{ref}} \approx \frac{I_{C_2}}{I_{C_1}} = \frac{1 + \frac{V_{CE_2}}{V_{A_2}}}{1 + \frac{V_{CE_1}}{V_{A_1}}} = \frac{1 + \frac{V_{CE_2}}{V_A}}{1 + \frac{V_{BE}}{V_A}}$$

مدارهای آینه جریان



$$I_O = I_{C_2} = \frac{I_{ref}}{1 + \frac{2}{h_{fe}(h_{fe} + 1)}}$$

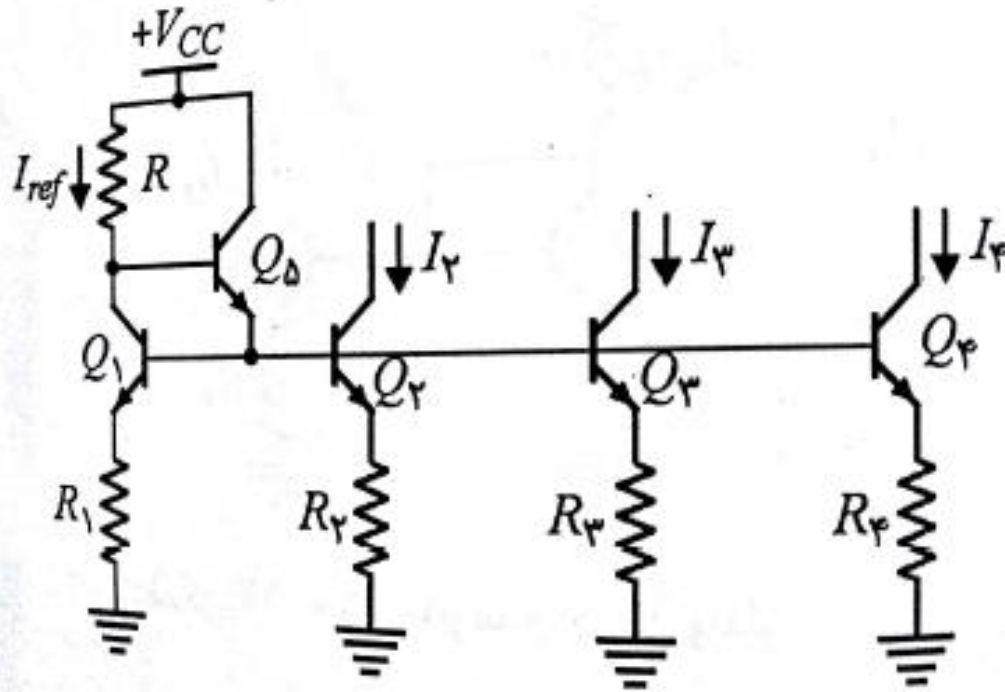
مدارهای آینه جریان



$$V_{BE_1} + R_1 I_{E_1} = V_{BE_2} + R_2 I_{E_2}$$

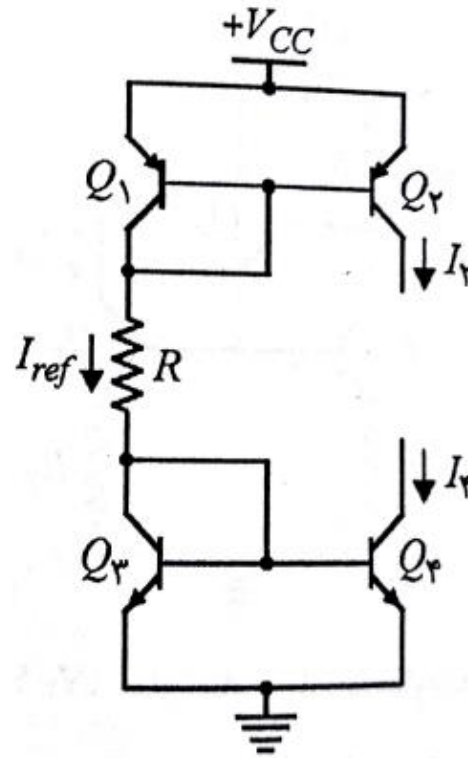
$$\frac{I_{E_2}}{I_{E_1}} = \frac{I_{C_2}}{I_{C_1}} \approx \frac{I_O}{I_{ref}} = \frac{R_1}{R_2} \Rightarrow I_O = \frac{R_1}{R_2} I_{ref}$$

مدارهای آینه جریان

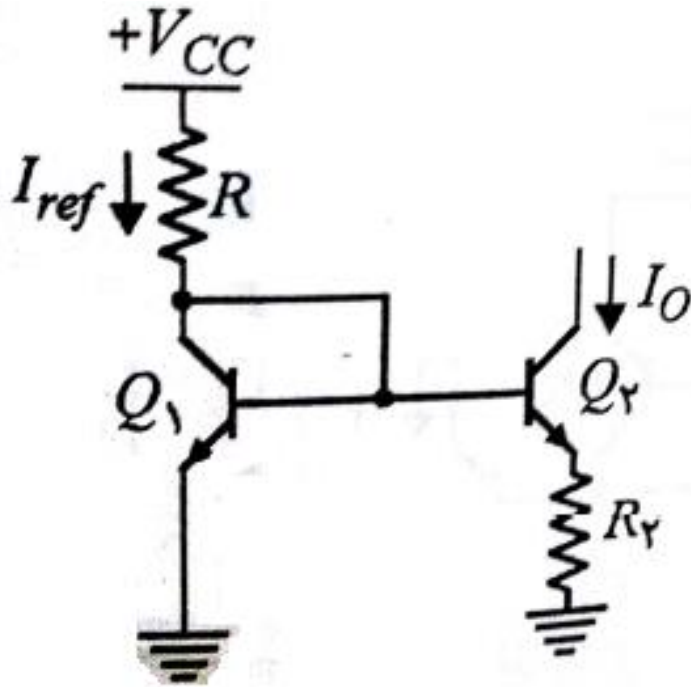


شکل ۱۳-۸: ایجاد چندین منبع جریان با جریانهای مختلف

مدارهای آینه جریان



منبع جریان ویدکر



$$V_{BE_1} - V_{BE_2} - R_T I_{C_2} = 0$$

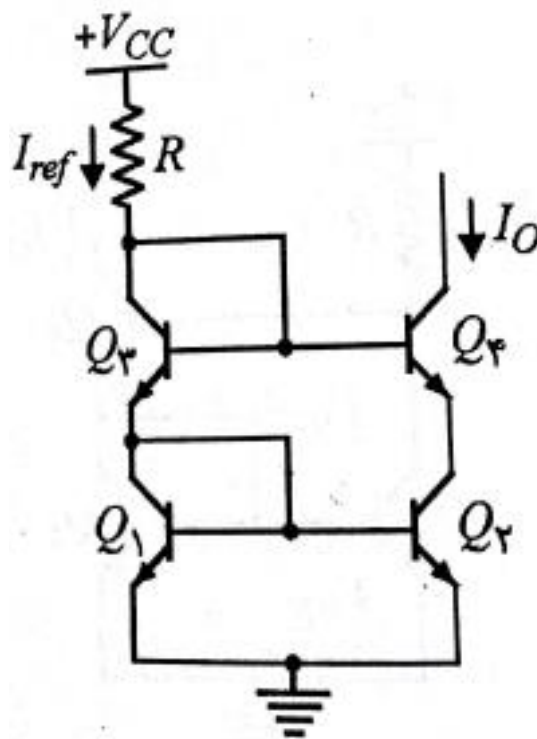
$$V_T \ln \frac{I_{C_1}}{I_{S_1}} - V_T \ln \frac{I_{C_2}}{I_{S_2}} - R_T I_{C_2} = 0$$

$$V_T \ln \frac{I_{C_1}}{I_{C_2}} = R_T I_{C_2}$$

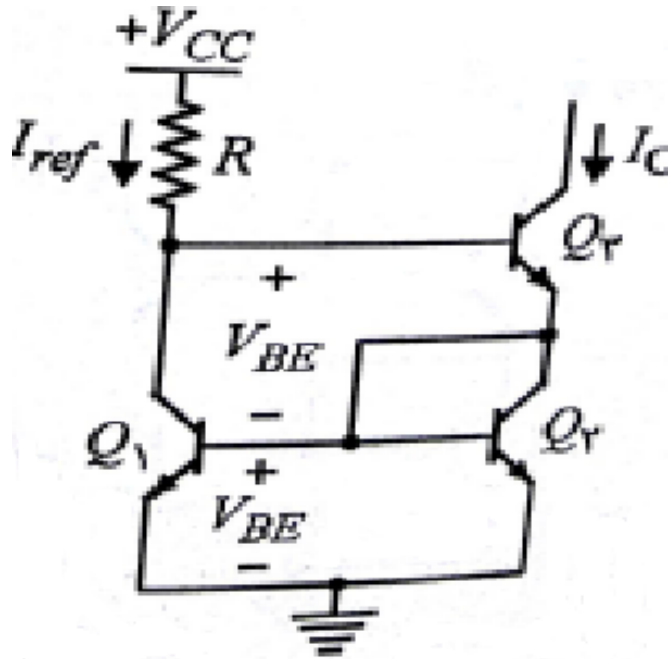
$$R_o \cong r_o \left(\frac{1 + g_{m_2} R_T}{1 + g_{m_2} R_T / h_{fe}} \right)$$

منبع جریان کاسکود

$$I_O = I_{C_2} = I_{C_1} = I_{ref}$$



منبع جریان ویلسون



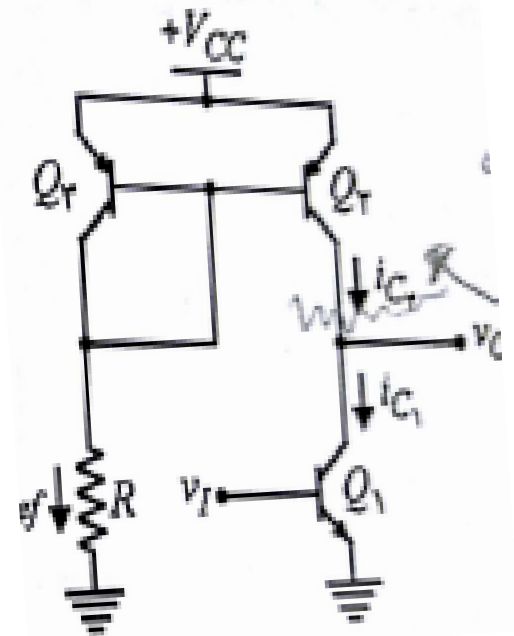
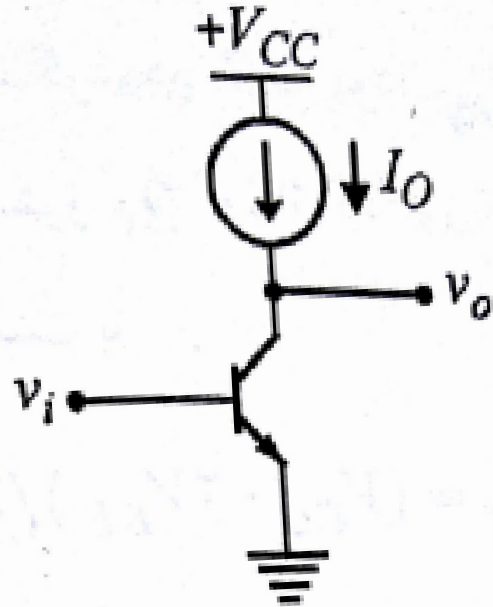
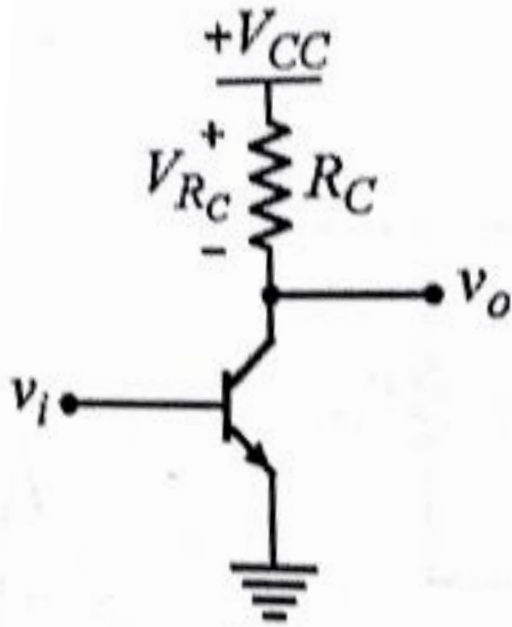
$$I_{C_1} = I_{C_2} = I_{ref} - \frac{I_{C_r}}{h_{fe}}$$

$$I_{C_1} = I_{C_2} = \frac{h_{fe} + 1}{h_{fe}} I_{C_r} - (I_{B_1} + I_{B_2})$$

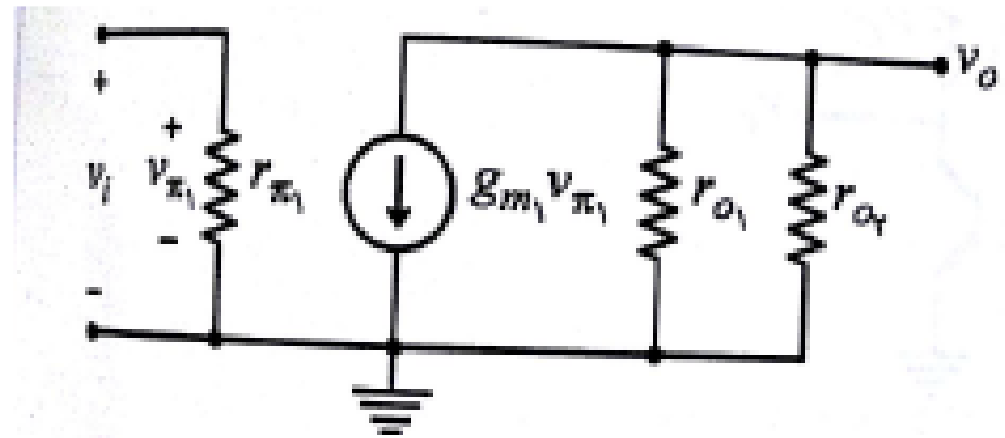
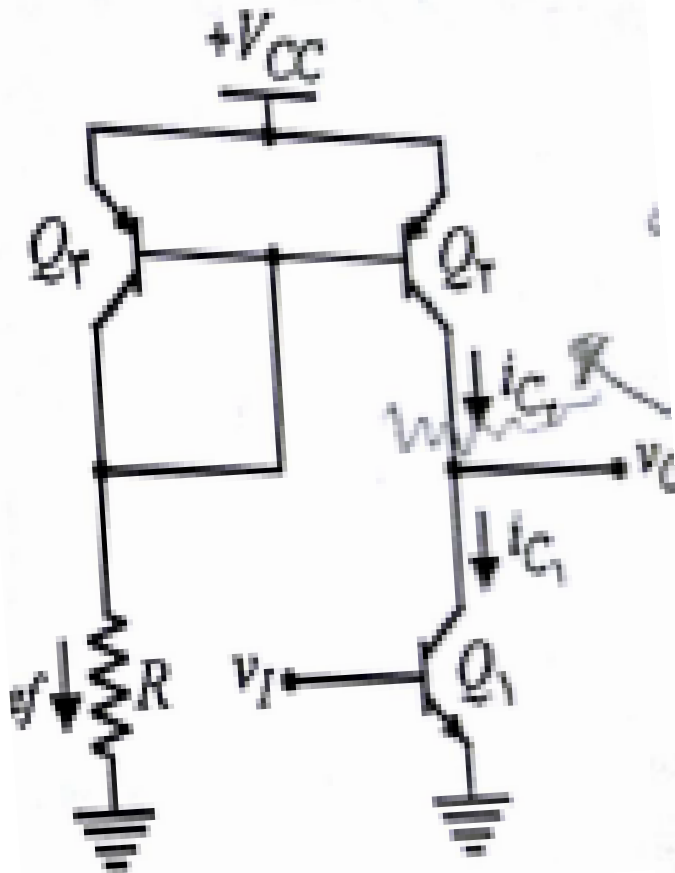
$$I_{C_1} = \frac{h_{fe} + 1}{h_{fe}} I_{C_r} - \frac{2 I_{C_1}}{h_{fe}}$$

$$I_O = I_{C_r} = I_{ref} \left[1 - \frac{2}{h_{fe} + 2h_{fe} + 2} \right]$$

بار فعال

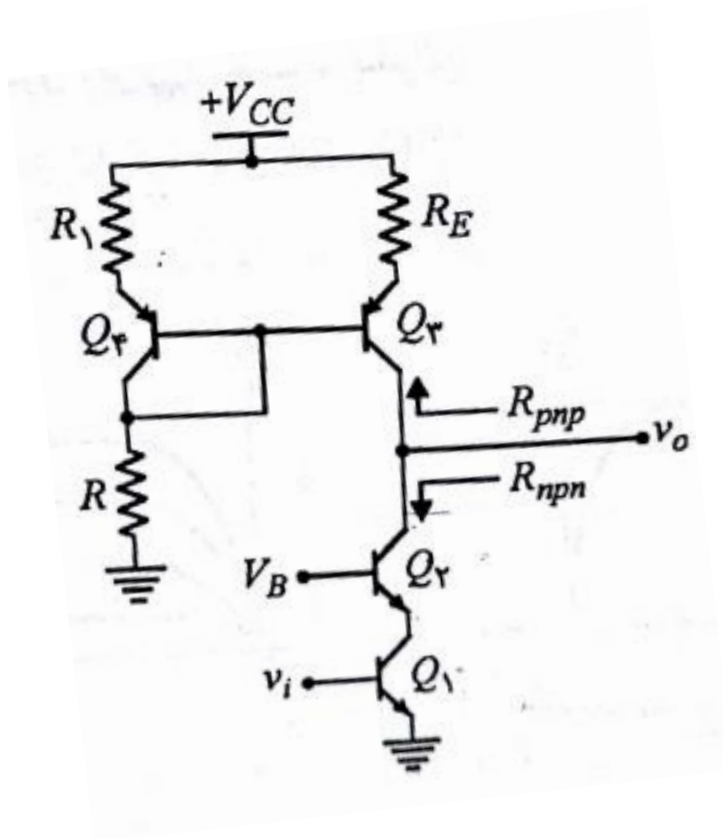


مدار امیتر مشترک با بار فعال



$$A_V = \frac{v_o}{v_i} = -g_{m1} (r_{o1} \parallel r_{o2}) = -g_{m1} \left(\frac{V_{A1}}{I_{C1}} \parallel \frac{V_{A2}}{I_{C2}} \right)$$

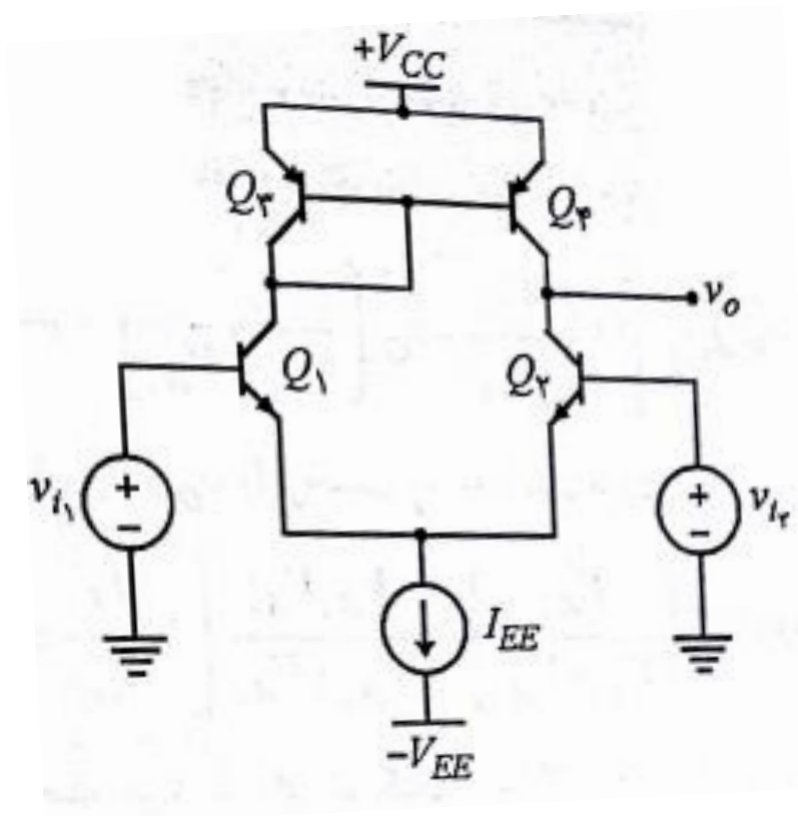
مدار امیتر مشترک با بار فعال



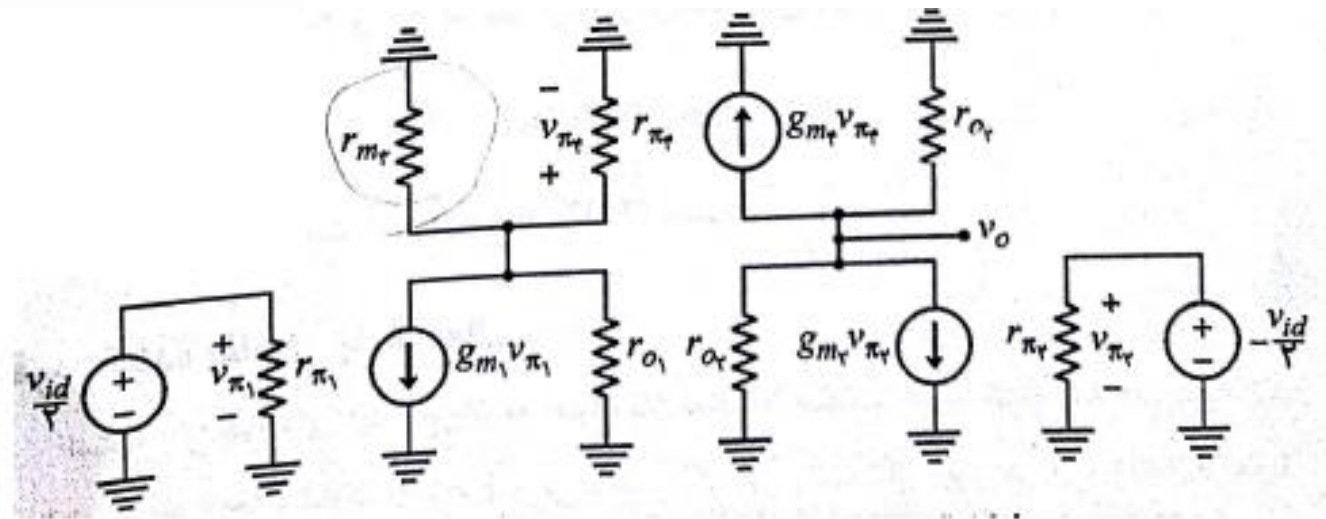
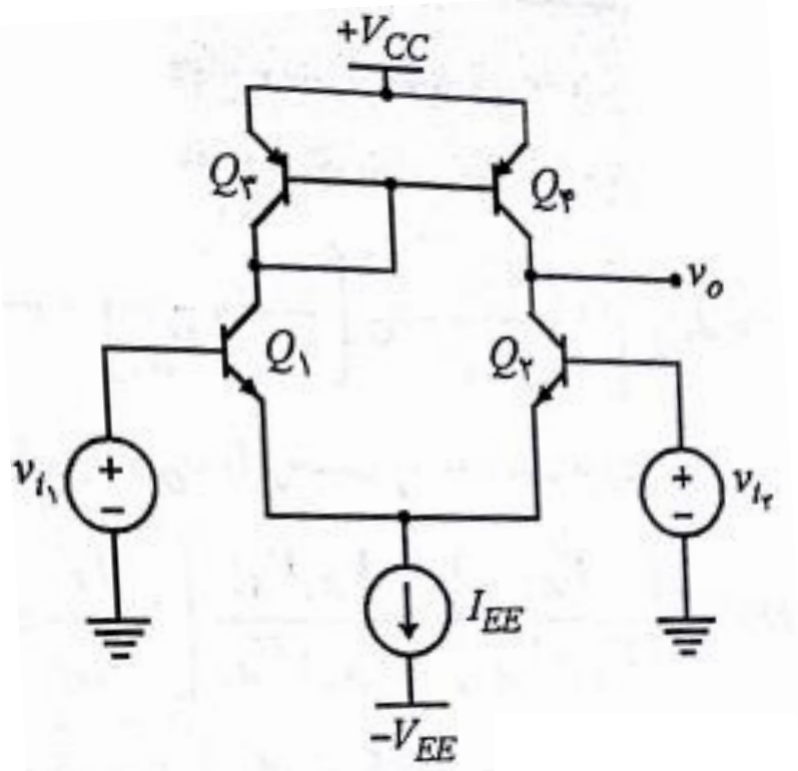
$$R_o = R_{pnp} \parallel R_{nnpn} \doteq R_{pnp} \parallel \beta r_{o1}$$

$$A_V = \frac{v_o}{v_i} = -g_m R_{pnp} \quad \text{تمرین}$$

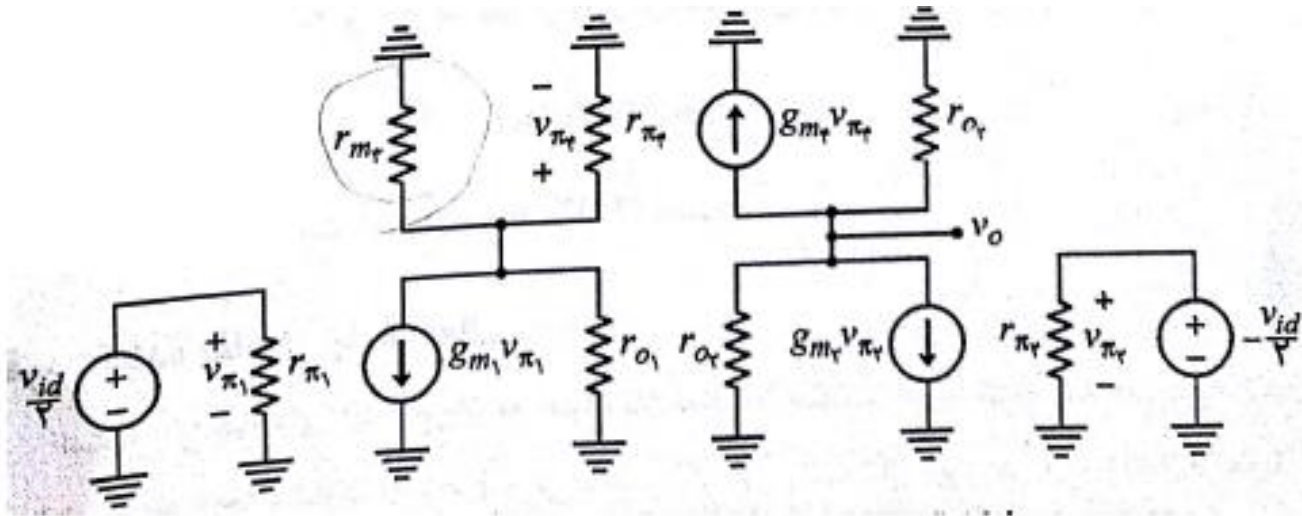
تقویت کننده تفاضلی با بار فعال



تقویت کننده تفاضلی با بار فعال



تقویت کننده تفاضلی با بار فعال



$$v_o = -(g_{m1} v_{\pi_1} + g_{m2} v_{\pi_2}) (r_{o1} \parallel r_{o2})$$

$$v_{\pi_2} = -\frac{v_{id}}{\beta}$$

$$v_{\pi_2} = -g_{m1} v_{\pi_1} (r_{m_2} \parallel r_{\pi_2} \parallel r_{o1}) \approx -g_{m1} v_{\pi_1} r_{m_2} = -v_{\pi_1} = -\frac{v_{id}}{\beta}$$

$$v_o = +g_{m1} v_{id} (r_{o1} \parallel r_{o2})$$

$$A_d = \frac{v_o}{v_{id}} = g_{m1} (r_{o1} \parallel r_{o2})$$

تقویت کننده تفاضلی با بار فعال

