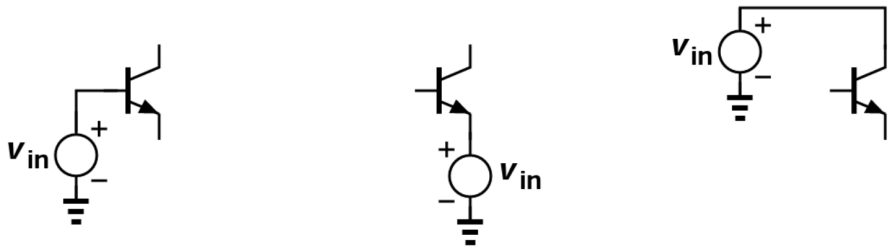
$I_c = I_s e^{\frac{v_{BE}}{V_T}}$

$g_m = \frac{\partial I_c}{\partial v_{BE}}$ عدد بزرگی

برای تقویت سیگنال به کدام پایه اعمال کنیم؟

اگر دنبالی که I_c با v_{BE} تغییرات خیلی کمی دارد v_i به کلکتور وصل نمی‌شود.

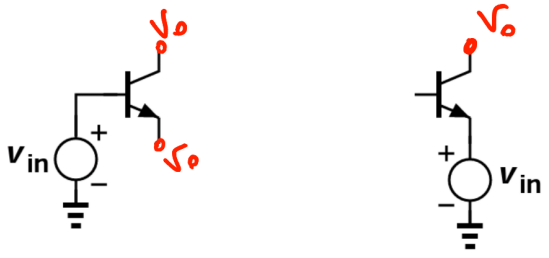


(a) (b) (c)

خروجی مدار از کدام پایه گرفته شود؟

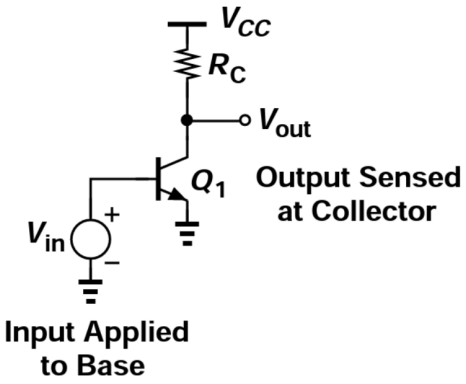
I_c با v_{BE} تغییرات دارد ← v_c و v_E هم تغییرات دارند

خروجی از کلکتور یا امیتر



(a) (b)

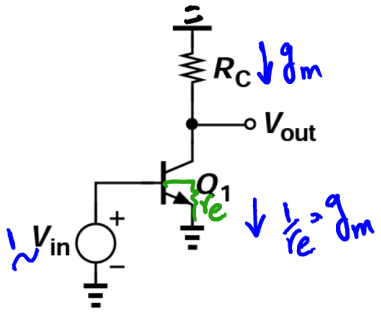
تقویت کننده امیتر مشترک :



اگر ورودی به بیس و خروجی از کلکتور گرفته شود. CE

سوال : آیا مدار بالا درعمل کار می‌کند؟

منبع ما خیلی کوچکات و قادر به تامین $V_{BE} = 0.7$ مثبت مدار نیاز به بایاس DC دارد.

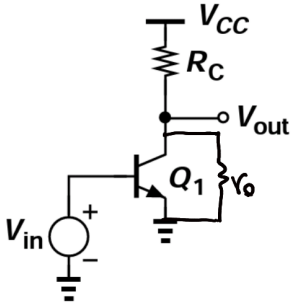


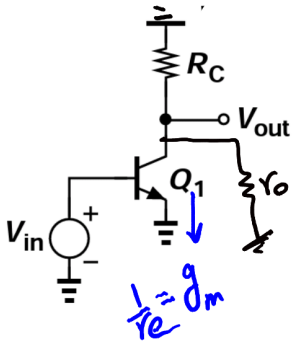
$$A_V = \frac{V_o}{V_{i=1}} = -g_m \cdot R_C$$

$$= -\frac{I_C}{V_T} \cdot R_C$$

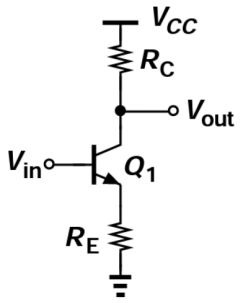
$$r_o = \frac{V_A}{I_C}, \quad g_m = \frac{I_C}{V_T}$$

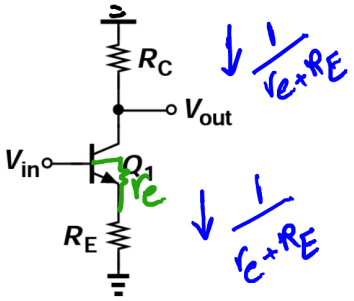
اثر اولی :





$$A_V = -R_C \| r_o \cdot g_m$$





$$A_V = \frac{V_o}{V_i} = \frac{-R_C}{r_e + R_E}$$

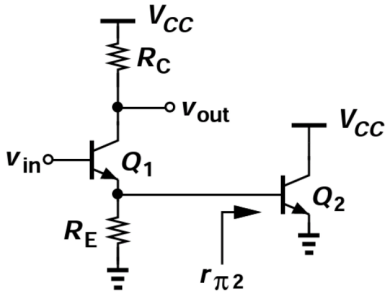
همیشه نسبت به قبل کم شد ولی اگر R_E بزرگ باشد

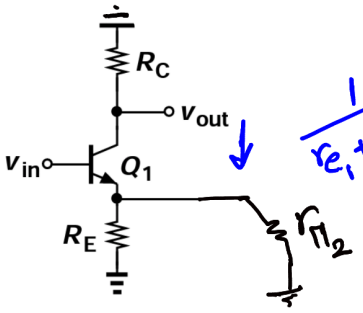
$$A_V \simeq \frac{-R_C}{R_E}$$

همیشه به جریان DC وابسته می‌شود.

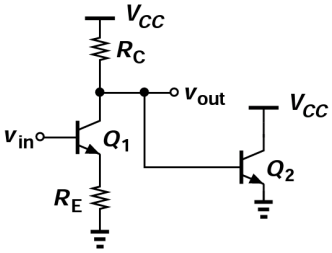
باعث خطی شدن مدار می‌شود.

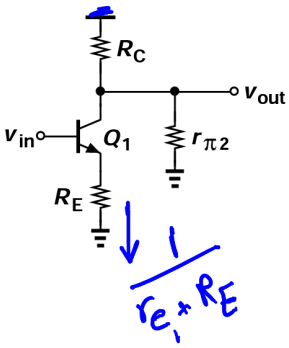
g_m با I_C تغییر می‌کند.





$$A_V = \frac{-R_C}{r_{e_1} + R_E \| r_{\pi_1}}$$



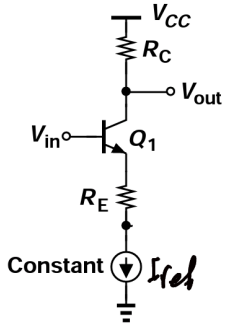


$$A_V = -\frac{R_C \parallel r_{\pi 2}}{r_{e_1}+R_E}$$

مدارات بالا چون بایاس DC ندارد کار نمی‌کند و A_V محاسبه شده هم به ما نمی‌دهد.

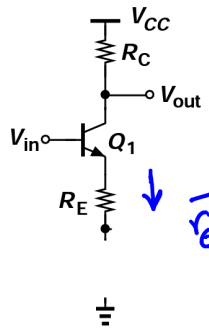
بایاس با منبع جریان :

آیا بایاس مدار روبه‌رو درست است ؟



از نظر DC بایاس شده و $I_C = I_{ref}$ bias DC ✓

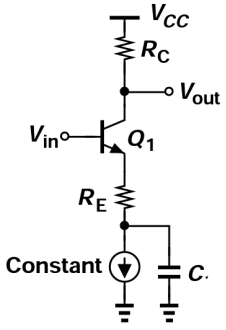
ac



$\frac{1}{r_e+R_E+\infty} = 0$

جریان ac صفر می‌شود

$$\boxed{A_V = 0}$$

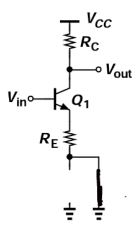


یعنی V_o = عدد ثابت = $V_{cc} - R_C I_{ref}$

و سیگنال ac تقویت شده ندارد.

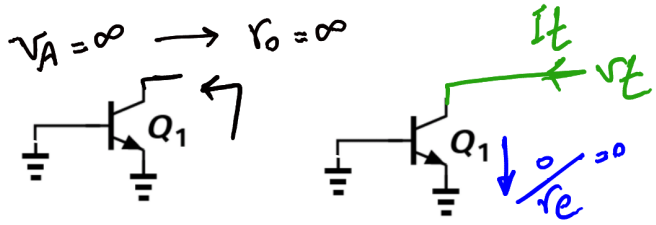
رفع عیب ؟

با پای پست کردن بوسیله خازن در حالت ac مسیر جریان به زمین داریم.



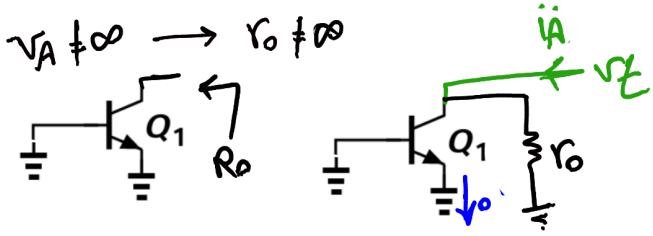
$$i_{ac} = \frac{1}{r_e+R_E} \rightarrow A_V = \frac{-R_C}{r_e+R_E}$$

و تاثیری روی بایاس DC ندارد.

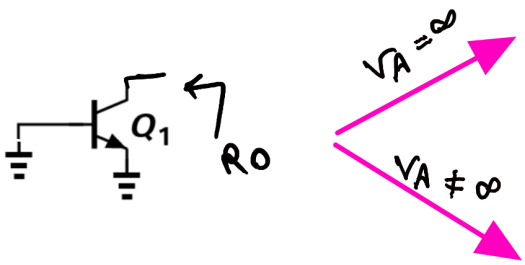


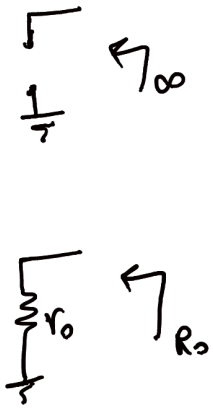
$I_t = 0 \rightarrow \frac{V_t}{I_t} = \infty$

$R_o = \infty$ مدار باز بین

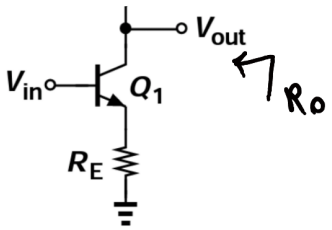


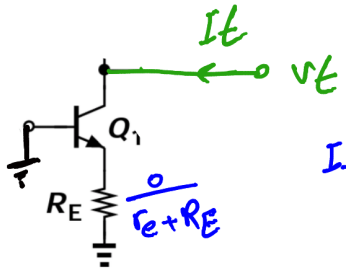
$V_t = r_o \rightarrow R_o = r_o$





$V_A=\infty \rightarrow r_o=\infty$

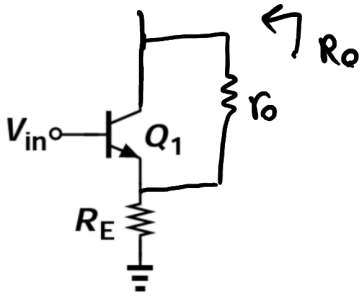


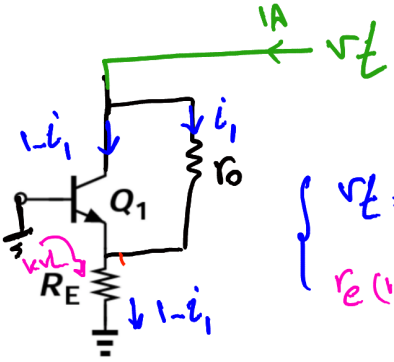


$I_t=0 \rightarrow R_o=\frac{V_t}{I_t}=\infty$

اگر $V_A=\infty$ یا $r_o=\infty$ و در صورت سوال امپدانس منبع ac نداشته باشیم ← مقاومت کلکتور صفر میشود.

$V_A \neq \infty$

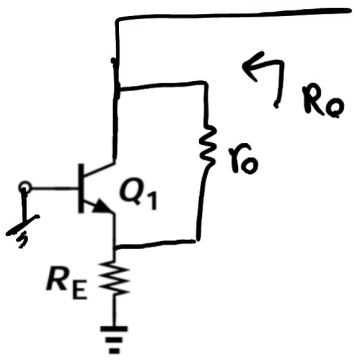




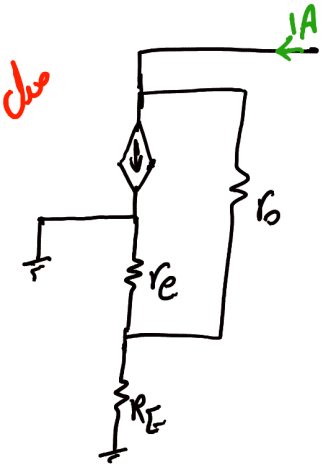
روش اول:

$$\begin{cases} V_t = r_o i_1 + R_E(1-i_1) \\ r_e(1-i_1)+R_E(1-i_1)=0 \end{cases}$$

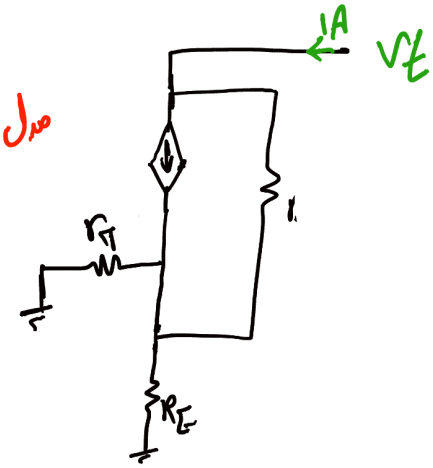
روش دوم: مفهوم کاست

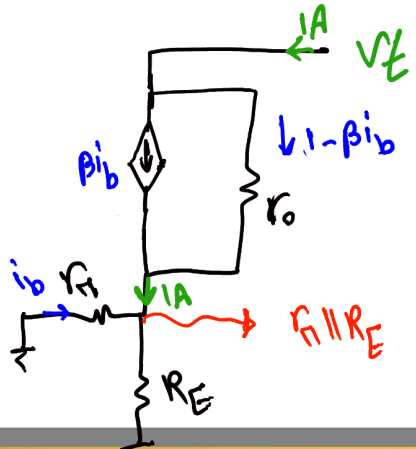


مدل T

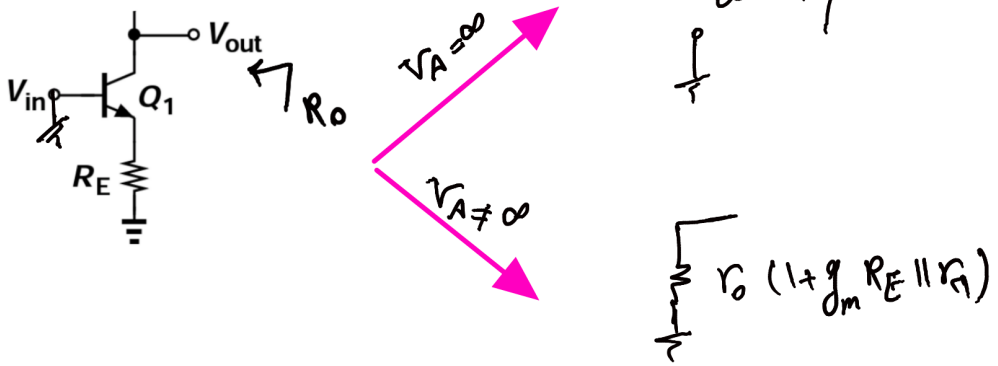


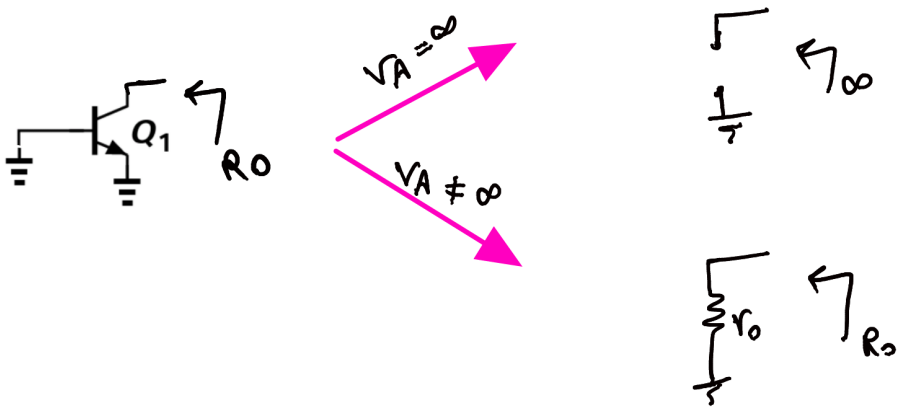
مدل π



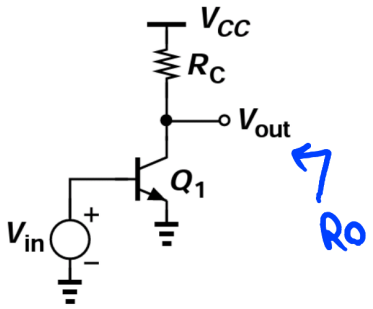


$$\begin{cases} V_t = (1-\beta i_b) r_o + r_\pi \| R_E \\ i_b = -\frac{r_\pi \| R_E}{r_\pi} \end{cases} \rightarrow \boxed{R_o = r_o\left(1+g_m R_E \| r_\pi\right)}$$


V_{out}
V_{in}
Q_1
R_E
R_O
$V_A = \infty$
$V_A \neq \infty$
∞
$r_o (1 + g_m R_E \| r_\pi)$

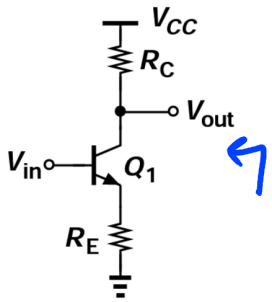

Q_1
R_O
$V_A = \infty$
$V_A \neq \infty$
$\frac{1}{\infty}$
∞
r_o
R_o

مقاومت خروجی امیتر مشترک :



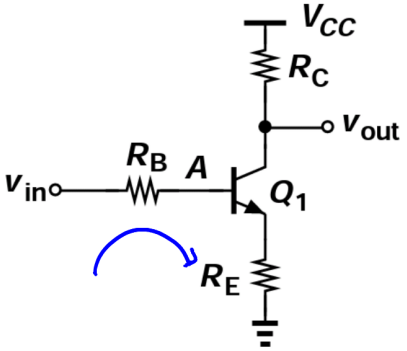
$$V_A = \infty \longrightarrow R_O = \infty \parallel R_C = R_C$$

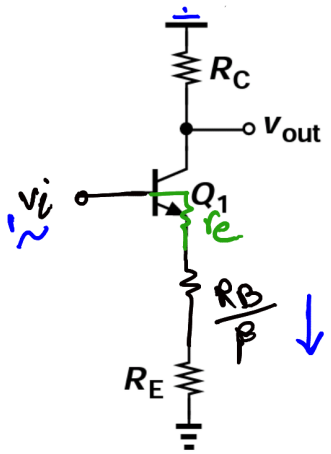
$$V_A \neq \infty \longrightarrow R_O = r_o \parallel R_C$$



$$V_A = \infty \longrightarrow R_O = R_C \parallel \infty = R_C$$

$$V_A \neq \infty \longrightarrow R_O = R_C \parallel r_o\left(1 + g_m R_E \parallel r_\pi\right)$$



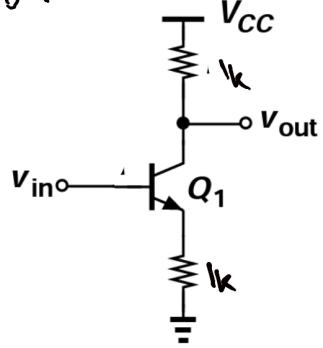


$$A_V = \frac{v_o}{v_i = 1} = \frac{-R_C}{r_e + \frac{R_B}{\beta} + R_E}$$

$$\frac{1}{r_e + \frac{R_B}{\beta} + R_E}$$

در مدار زیر با فرض آنکه مدار مقابل است و $I_C = 1mA$ باشد A_V محاسبه کنید. $V_A = 10$ ولت

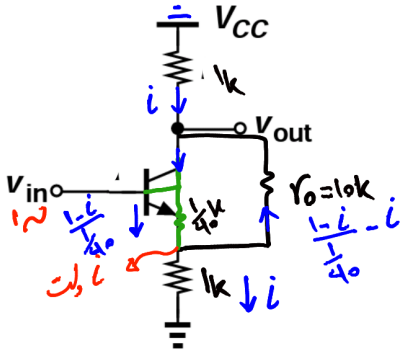
$r_o \neq \infty$



$$I_C = 1mA \rightarrow g_m = 40 I_C = 40\,mA/V$$

$$r_e = \frac{1}{40}k$$

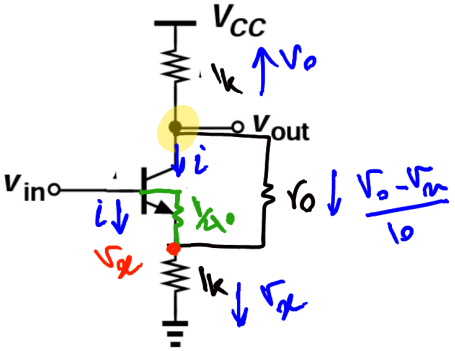
$$r_o = \frac{10}{1mA} = 10k$$



$$i - \left(40(1-i) + i\right)10 + i = 0$$

$$50i - 400 = 0 \rightarrow i = \frac{400}{50} = 8$$

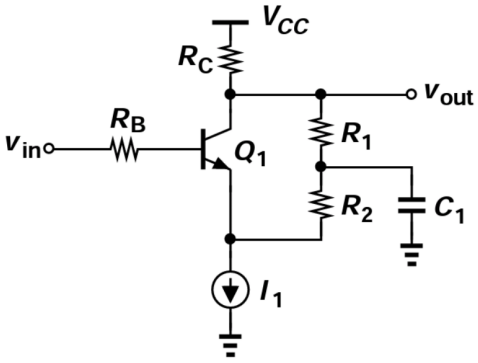
$$A_V = -i \times 1k = -8$$

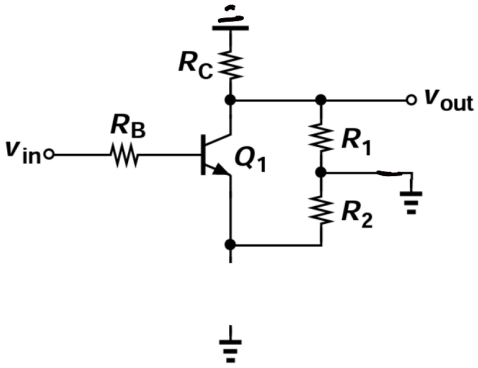


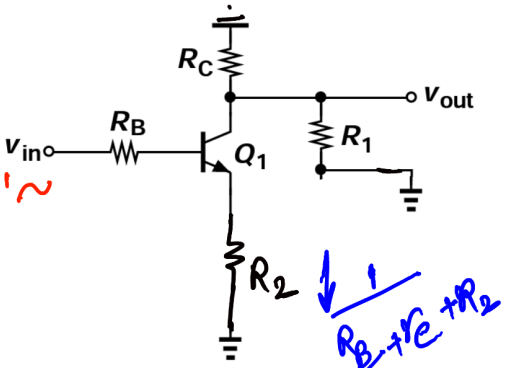
$$i = \frac{1 - v_x}{\frac{1}{40}} = 40(1 - v_m)$$

$$\text{KCL: } 40(1 - v_m) + \frac{v_o - v_m}{10} = v_x$$

$$\text{KCL: } 40(1 - v_m) + \frac{v_o - v_m}{10} + v_o = 0$$



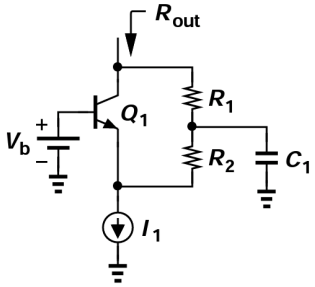


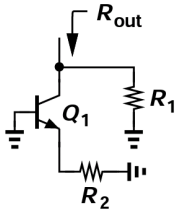


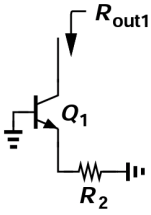
$\frac{1}{\frac{R_B}{\beta}+r_e+R_2}$

$$A_V = -R_C \| R_1 \left(\frac{1}{\frac{R_B}{\beta}+r_e+R_2} \right)$$

$V_A \neq \infty$



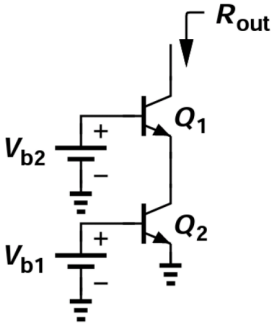


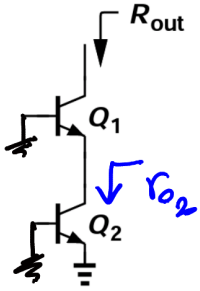


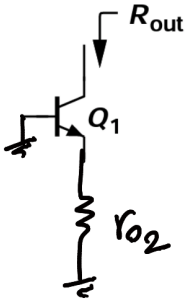
$R_{out1} = r_o \left(1 + g_m (R_2 \| r_\pi)\right)$

$R_{out} = R_{out1} \| R_1$

د

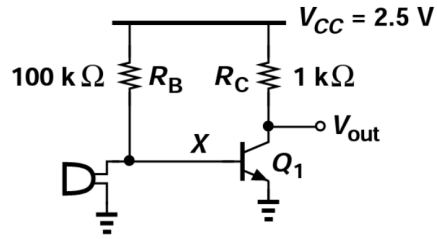


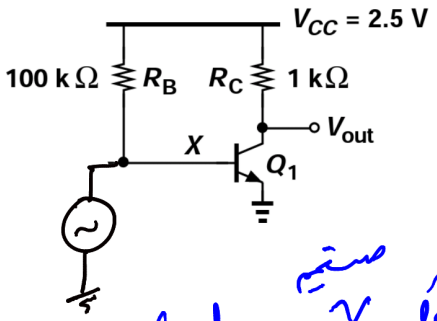




$$R_{out} = r_{o_1}\left(1 + g_{m_1} r_{o_2} \| r_{\pi_1}\right)$$

یک دانشجو میکروفن را به این تقویت کننده اعمال می‌کند چه مشکلی ایجاد می‌شود؟

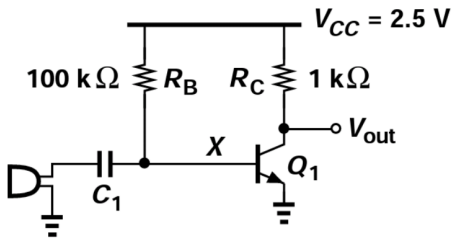




چون v_i سیگنال کوچک به مستقیم بیس وصل شده است $v_i = v_B$ و بایاس بی تاثیر می‌شود.
و Q_1 همواره خاموش است.

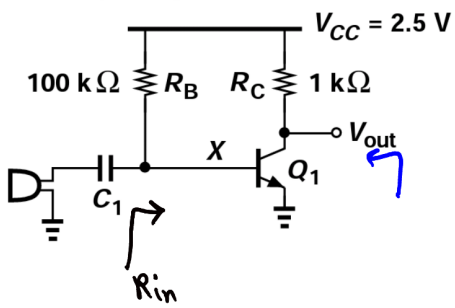
$v_x = v_i$

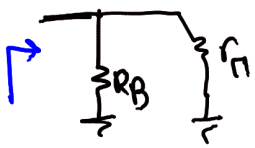
رفع مشکل: با گذاشتن خازن مدار ac و dc را از هم جدا می‌کنیم که سیگنال کوچک بایاس را تغییر ندهد.



$v_x = v_i + v_{bias}$

R_{in} و R_{out} و A_v ؟

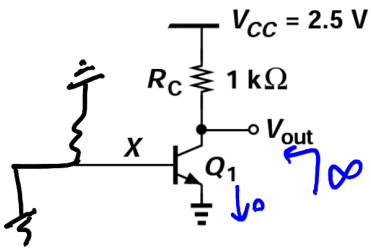


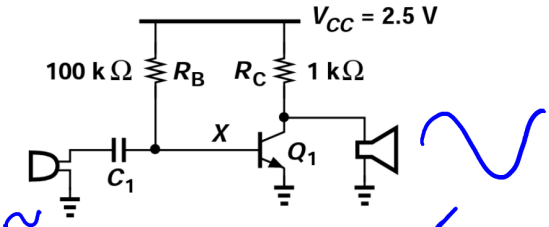


$R_{in} = R_B \| r_\pi$

$R_{out} = \infty \| R_C = R_C$

$A_v = -\frac{1}{r_e} \times R_C$





خازن بلندگو را به این صورت به تقویت کننده متصل می‌کنند.

ایراد اول: مقاومت بلندگو حدود ۴Ω یا ۸Ω و انتقال مستقیم این بار نگاتیو بایاس DC را خراب می‌کند.

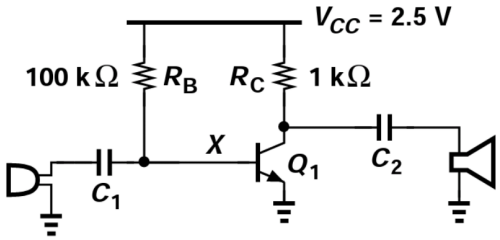
ایراد دوم: توان مصرفی بلندگو حدود ۱W یا بیشتر است.

$V_{o_{p-p}} = 2.5 \rightarrow P_L = \frac{1}{2}\frac{V_o^2}{R_L} = \frac{1}{2} \times \frac{1^2}{8} = \frac{1}{16}$ W

یعنی این مدار نمی‌تواند توان خوبی تحویل دهد. (ولتاژ خوبی را دهد ولی جریانش کم) ولت ایده‌آل

رفع مشکل:

ایراد اول با خازن حل می‌شود.



? A_V , R_{out} , R_{in}