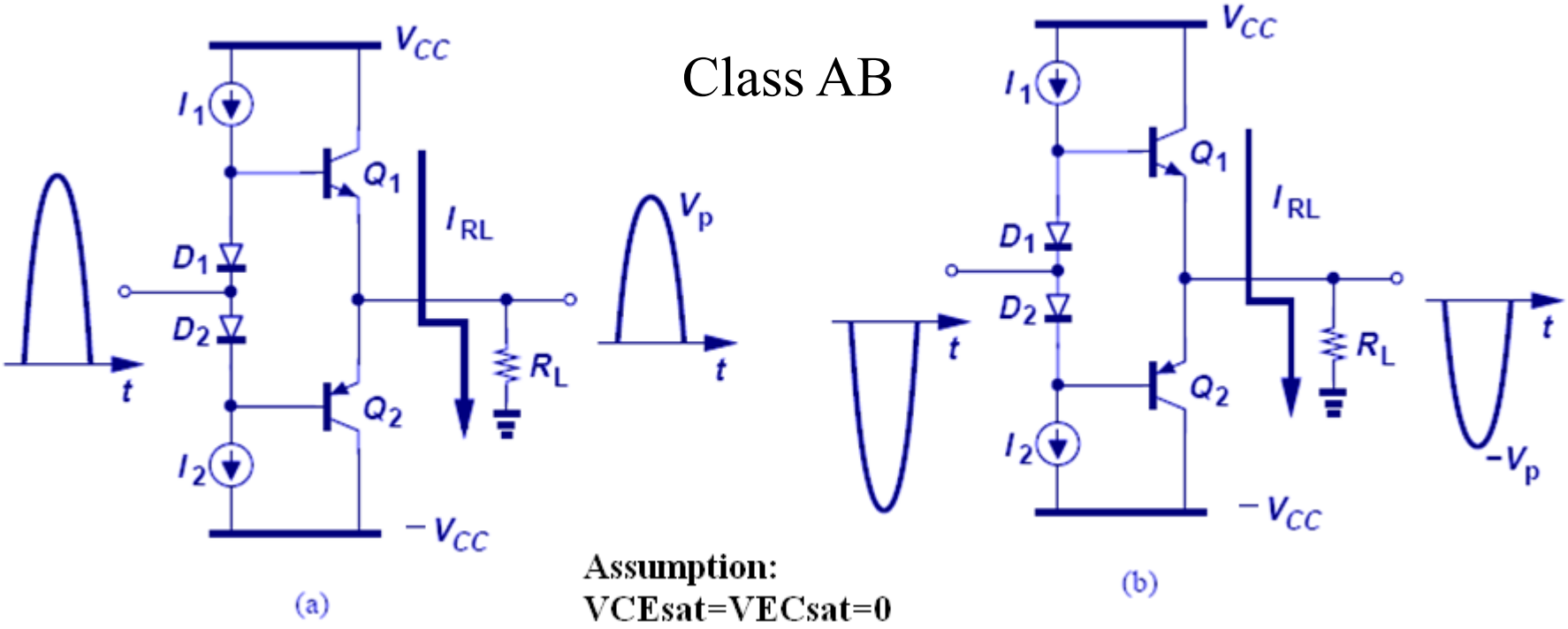
سوئینگ خروجی طبقه پوش-پول

Class AB



Assumption:
VCEsat=VECsat=0

Assuming: $I_1\beta_1 R_L = I_2\beta_2 R_L = V_{CC} - V_{CEsat} = V_{EC} - V_{ECsat}$ ⇨

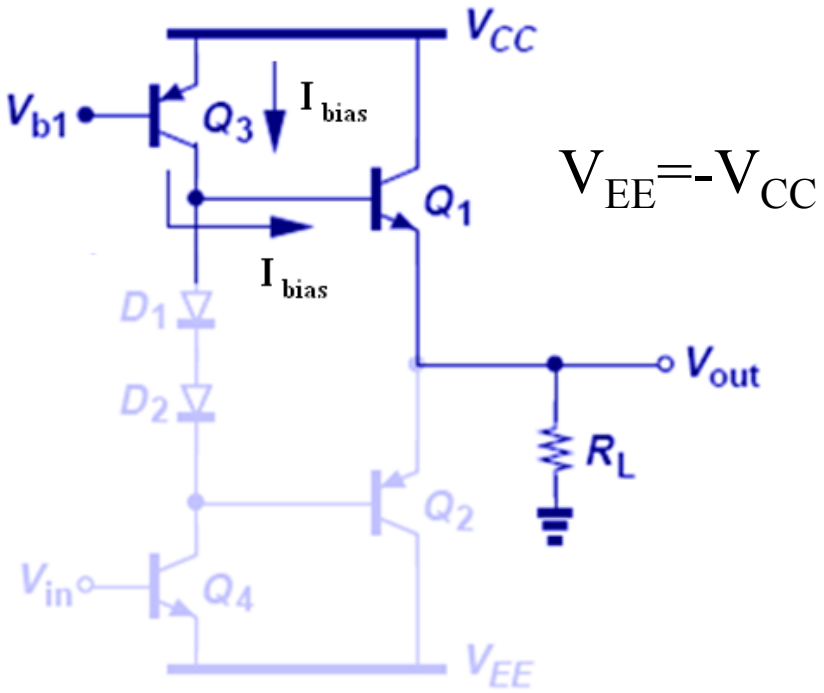
$$V_o(dc) = 0$$

$$M.S.V_o = V_{CC}$$

$$0 < V_p < V_{CC}$$

محاسبه سوئینگ خروجی

Class AB

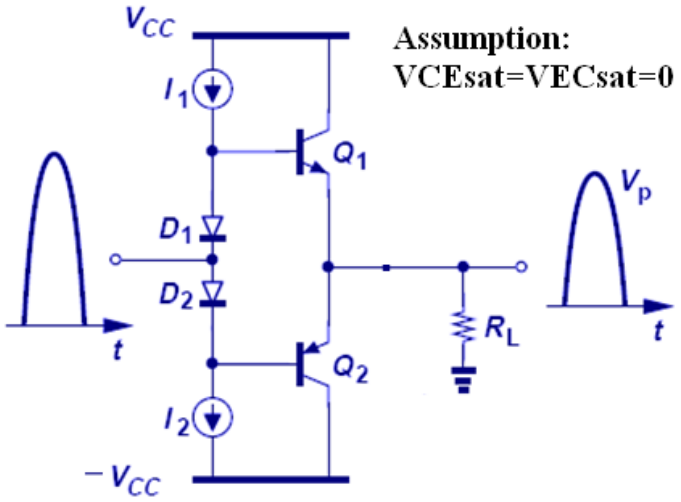


$V_{EE}=-V_{CC}$

$$M.S.V_o = \min\left(\beta I_{bias} R_L, V_{CC} - V_{CEsat}, V_{CC} - V_{CEsat4} - V_{EB2}(on), V_{CC} - V_{ECsat2}\right)$$

- حداکثر جریانی که می تواند وارد بیس **Q1** شود برابر با I_{bias} است. بنابراین حد بالای جریان امیتر **Q1** برابر با I_{bias} **(1+β)** است.

محاسبات توان



توان متوسط تحویل داده شده به بار:

$$P_L = \frac{1}{2}\frac{v_p^{\,2}}{R_L}$$

$$I_p = \frac{v_p}{R_L}$$

توان متوسط مصرف شده از منبع تغذیه Vcc:

$$P_{cc1} = \frac{1}{T}\int_0^T V_{CC} \times i_{C_1} dt \cong \frac{1}{T}\int_0^{\frac{T}{2}} V_{CC} I_p \sin \omega t dt = \frac{1}{\pi} V_{CC} I_p$$

توان متوسط مصرف شده از منبع تغذیه -Vcc:

$$P_{cc2} = \frac{1}{\pi} V_{CC} I_p$$

توان متوسط مصرف شده از هر دو منبع تغذیه:

$$P_{cc} = P_{cc1} + P_{cc2} = \frac{2}{\pi} V_{CC} I_p$$

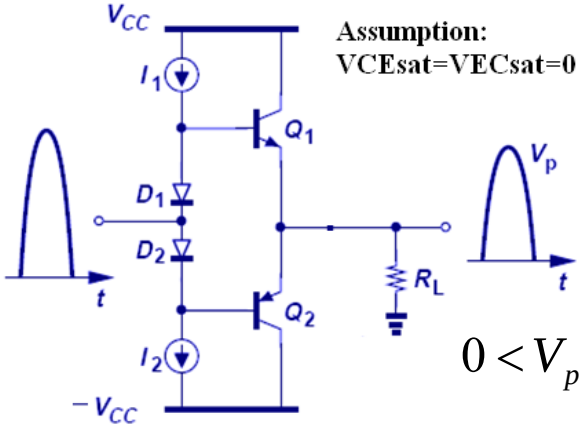
توان متوسط تلف شده در هر ترانزیستور:

$$P_{Q1} = P_{Q2} = P_Q$$

فرمول موازنه توان:

$$2P_Q = P_{CC} - P_L = \frac{2}{\pi} V_{CC} I_p - \frac{1}{2}\frac{v_p^{\,2}}{R_L}$$

ادامه



Assumption:
VCEsat=VECsat=0

$$0 < V_p < V_{CC}$$

$$P_L = \frac{1}{2}\frac{v_p^{\,2}}{R_L} \quad ==> P_{L\max} = P_L\Big|_{v_p = V_{CC}} = \frac{1}{2}\frac{V_{CC}^{\,2}}{R_L}$$

$$I_p = \frac{v_p}{R_L}$$

$$P_{cc} = \frac{2}{\pi}V_{CC}I_p = \frac{2}{\pi}V_{CC}\frac{v_p}{R_L}$$

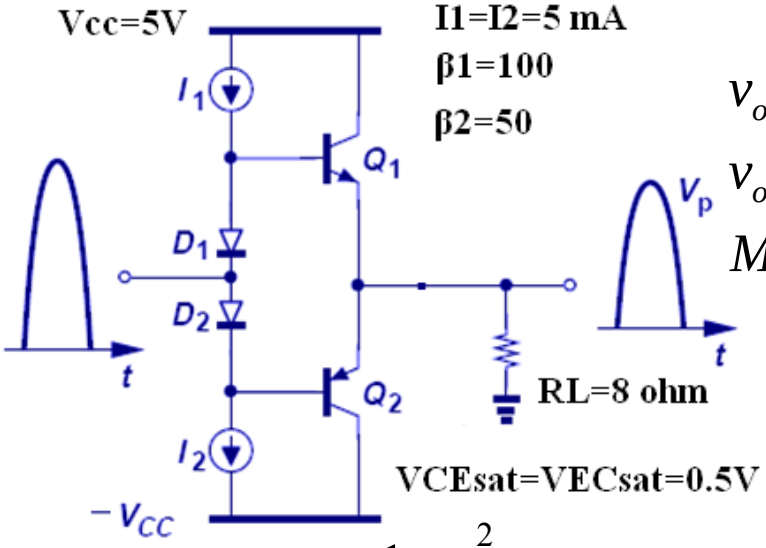
$$\eta = \frac{P_L}{P_{CC}} = \frac{\frac{1}{2}\frac{v_p^{\,2}}{R_L}}{\frac{2}{\pi}V_{CC}\frac{v_p}{R_L}} = \frac{\pi}{4}\frac{v_p}{V_{CC}} ==> \eta_{\max} = \eta\Big|_{v_p = V_{cc}} = 78.5\%$$

$$P_Q = \frac{1}{2}\left(\frac{2}{\pi}V_{CC}I_p - \frac{1}{2}\frac{v_p^{\,2}}{R_L}\right) ==> P_{Q\max} = ?$$

$$\frac{\partial P_Q}{\partial v_p} = 0 \Rightarrow v_p = \frac{2}{\pi}V_{CC} \Rightarrow P_{Q\max} = P_Q\Big|_{v_p = \frac{2}{\pi}V_{CC}} = \frac{1}{\pi^2}\frac{V_{CC}^2}{R_L}$$

$$F.O.M = \frac{P_{Q_{\max}}}{P_{L_{\max}}} = \frac{\frac{1}{\pi^2}\frac{V_{CC}^{\,2}}{R_L}}{\frac{1}{2}\frac{V_{CC}^{\,2}}{R_L}} = 0.2$$

مثال



$$v_{o\max} = \min\left(I1\times\beta_1\times R_L, V_{CC} - V_{CEsat}\right) = \min(4,4.5) = 4$$

$$v_{o\min} = \min\left(I2\times\beta2\times R_L, V_{CC} - V_{ECsat}\right) = \min(2,4.5) = 2$$

$$M.S.Vo = 2V \Longrightarrow 0 < v_p < 2$$

$$P_L = \frac{1}{2}\frac{v_p^{\,2}}{R_L} \Longrightarrow P_{L\max} = P_L\Big|_{v_p=2} = 0.25W$$

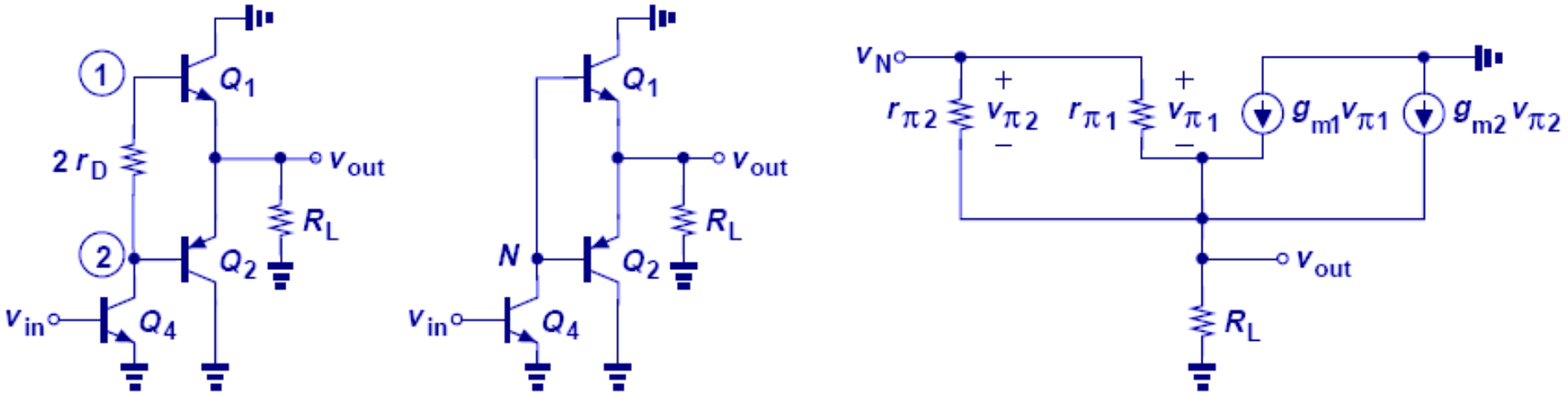
$$P_{cc} = \frac{2}{\pi}V_{CC}I_p = \frac{2}{\pi}V_{CC}\frac{v_p}{R_L}$$

$$\eta = \frac{P_L}{P_{CC}} = \frac{\frac{1}{2}\frac{v_p^{\,2}}{R_L}}{\frac{2}{\pi}V_{CC}\frac{v_p}{R_L}} = \frac{\pi}{4}\frac{v_p}{V_{CC}} \Longrightarrow \eta_{\max} = \eta\Big|_{v_p=2} = 31.4\%$$

$$P_Q = \frac{1}{2}\left(\frac{2}{\pi}V_{CC}I_p - \frac{1}{2}\frac{v_p^{\,2}}{R_L}\right) \Longrightarrow P_{Q\max} = ?$$

$$\frac{\partial P_Q}{\partial v_p} = 0 \Rightarrow v_p = \frac{2}{\pi}V_{CC} = 3.18 \quad !!! \Rightarrow P_{Q\max} = P_Q\Big|_{v_p=2} = 0.27W \quad F.O.M = \frac{P_{Q_{\max}}}{P_{L_{\max}}} = \frac{0.27}{0.25} = 1.08$$

تحلیل سیگنال کوچک

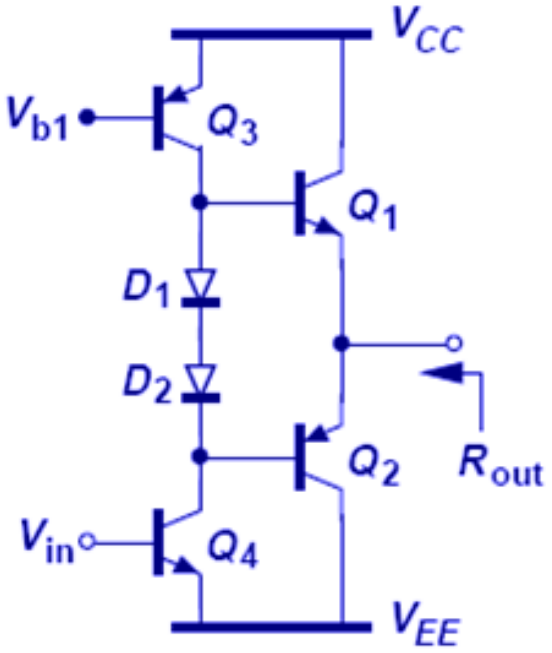


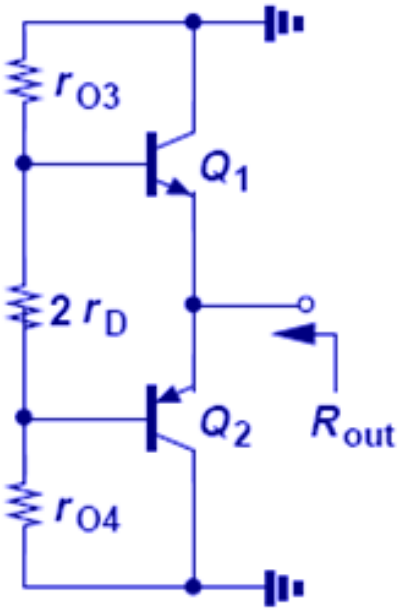
- با فرض کوچک بودن $2r_D$ و فرض اینکه $(g_{m1}+g_{m2})R_L >> 1$، بهره ولتاژ به شرح زیر به دست می آید.

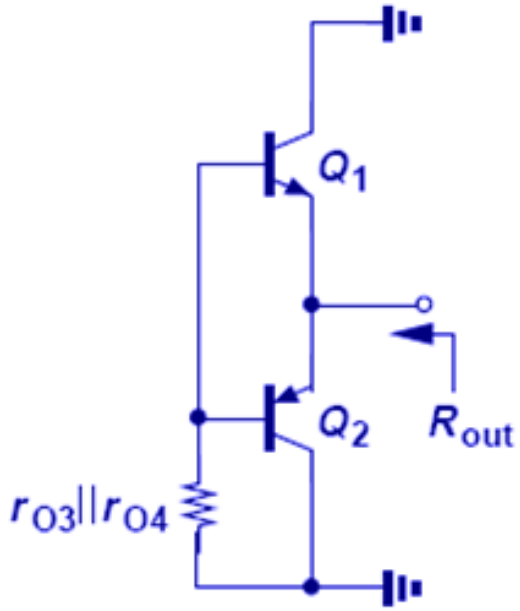
$$A_V=-g_{m4}(r_{\pi 1}||r_{\pi 2})(g_{m1}+g_{m2})R_L$$

محاسبه امپدانس خروجی

Class AB



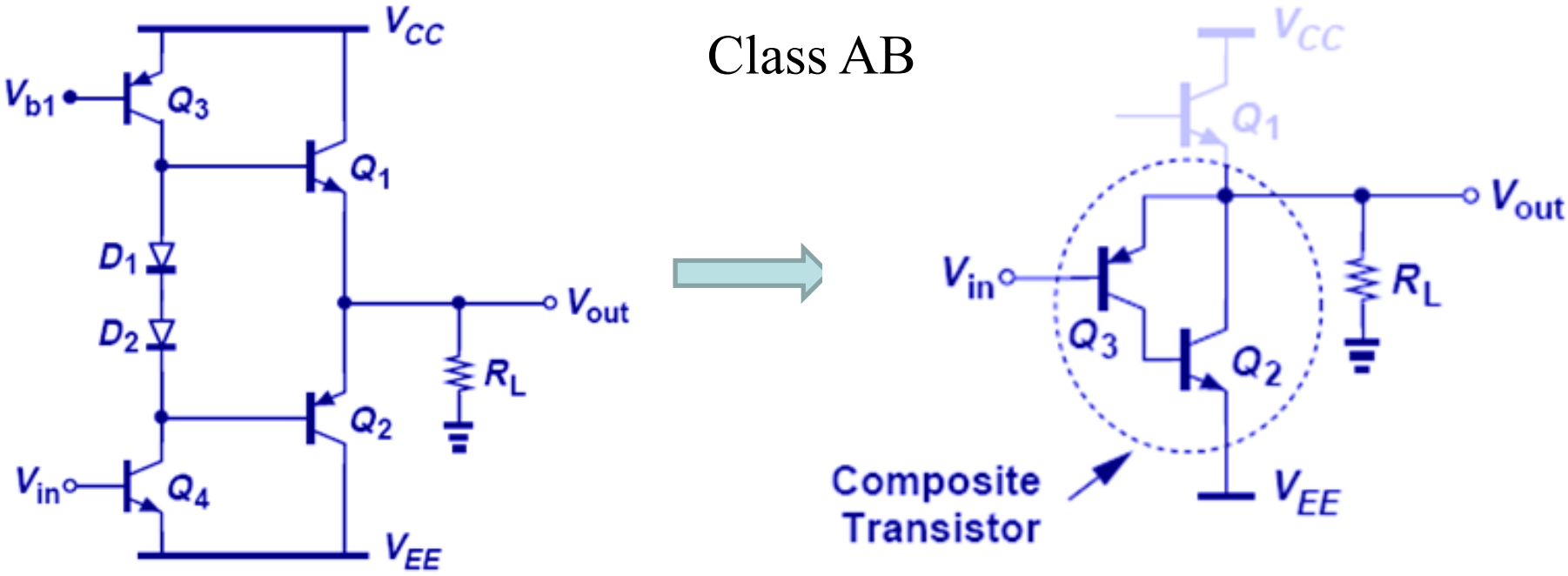




$$R_{out} \approx \frac{1}{g_{m1}+g_{m2}} + \frac{r_{O3} \| r_{O4}}{(g_{m1}+g_{m2})(r_{\pi 1} \| r_{\pi 2})}$$

- اگر مقدار β کم باشد در این صورت در رابطه بالا عبارت دوم افزایش می یابد و همین امر سبب افزایش امپدانس خروجی مدار می شود.

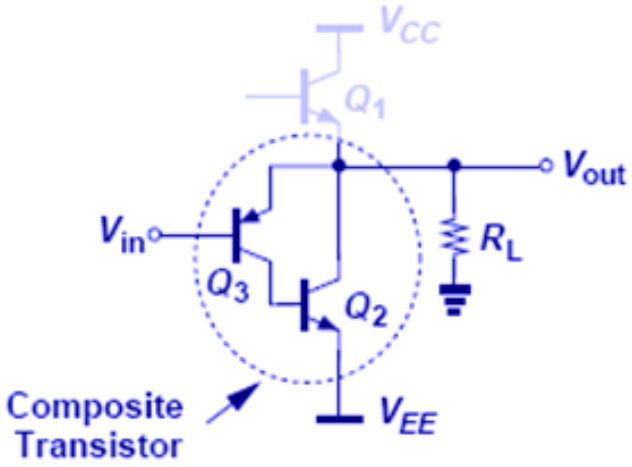
اصلاح تقویت کننده امیتر فالوور PNP

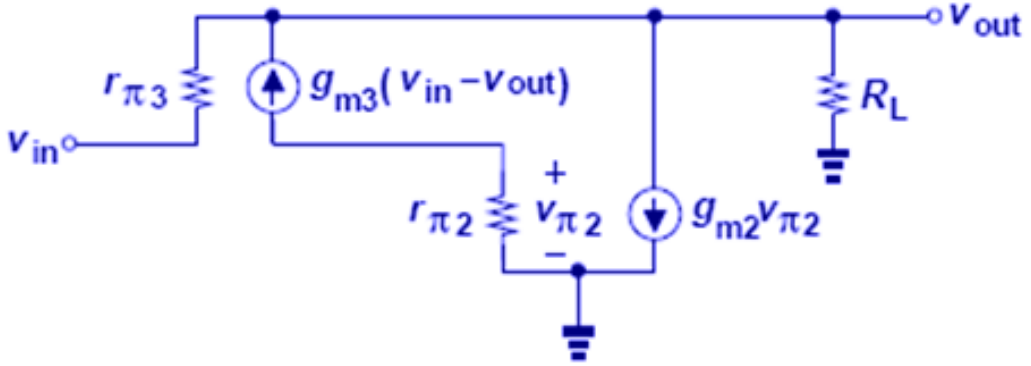


$$R_{out} \approx \frac{1}{(\beta_2 + 1) g_{m3}}$$

- به جای استفاده از یک ترانزیستور pnp به عنوان امیتر فالوور، در عمل از ترکیب ترانزیستورهای npn و pnp استفاده می شود.
- این کار سبب می شود که سرعت مدار افزایش و امپدانس خروجی کاهش یابد.

محاسبه امپدانس ورودی ترانزیستورهای کامپوزیت



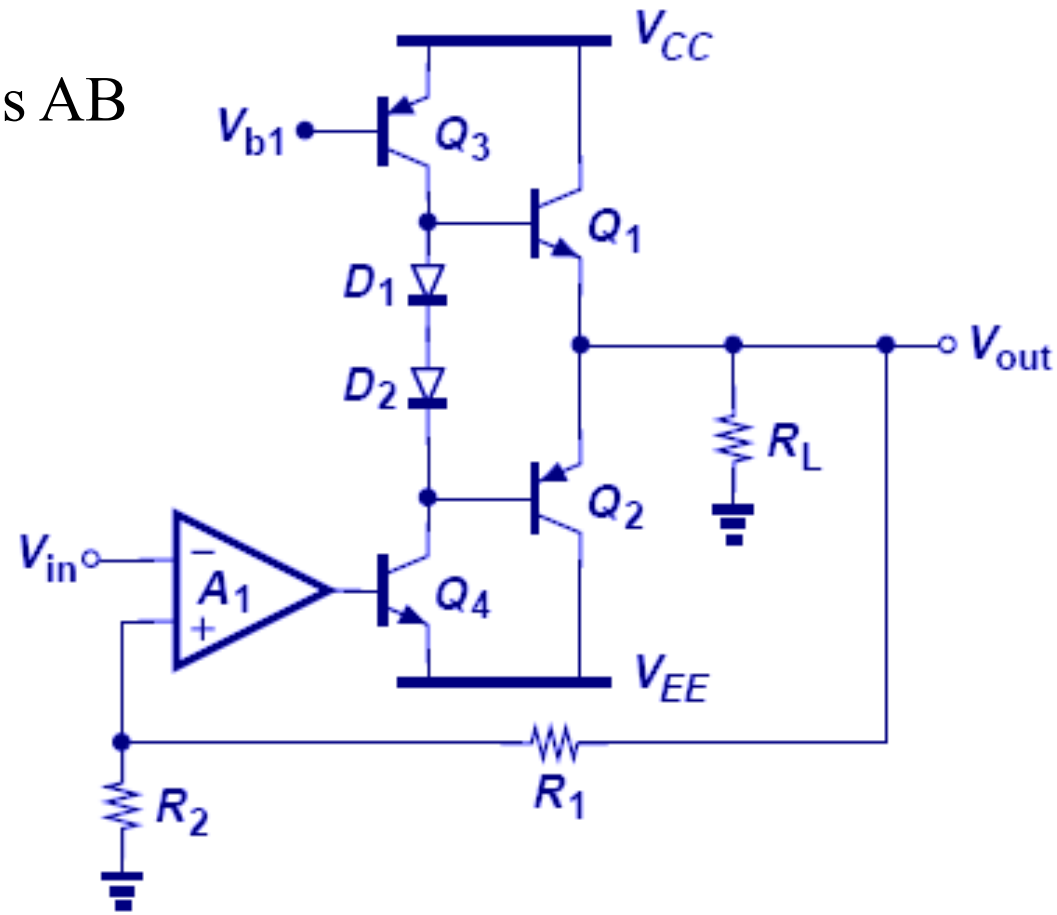


$$i_{in} = \frac{1}{r_{\pi 3}}\left(v_{in} - v_{in}\frac{R_L}{R_L + \dfrac{1}{(\beta_2+1)g_{m3}}} \right)$$

$$r_{in} = \beta_3(\beta_2+1)R_L + r_{\pi 3}$$

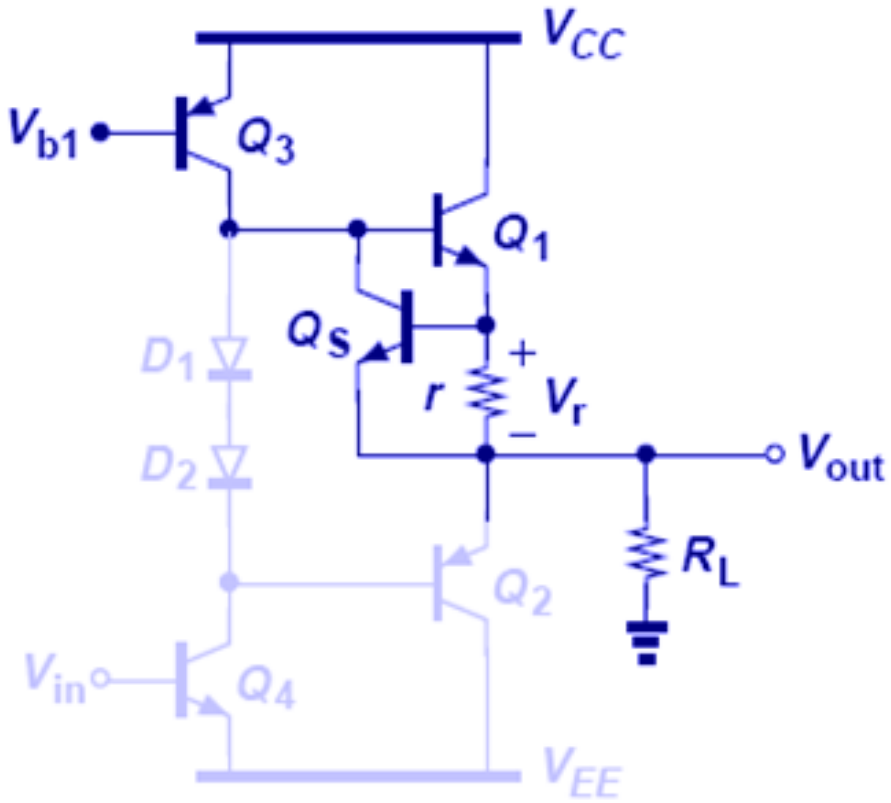
بهبود خطینگی تقویت کننده کلاس AB

Class AB



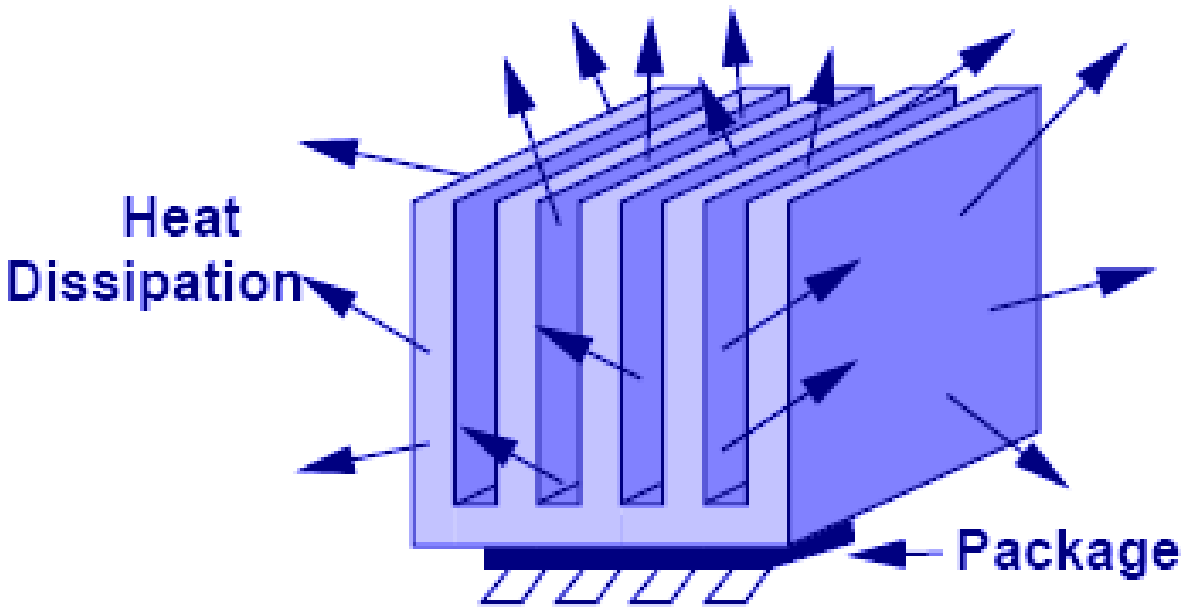
- با استفاده از فیدبک منفی می توان رفتار خطسانی مدار را بهبود داد.

حفاظت از مدار در هنگام اتصال کوتاه



- هنگامی که خروجی به صورت ناگهانی به زمین وصل شود، جریان **Q1** افزایش و به تبع آن **Vr** نیز افزایش می یابد. با افزایش **Vr** ترانزیستور **Qs** روشن می شود.
- روشن شدن **Qs** بسان یک فیدبک منفی عمل می کند و سبب کاهش جریان بیس **Q1** می شود.

Heat Sink



- هیت سینک یا گرماخور با فراهم کردن یک سطح بزرگ سبب می شود که ترانزیستور زودتر خنک شود.