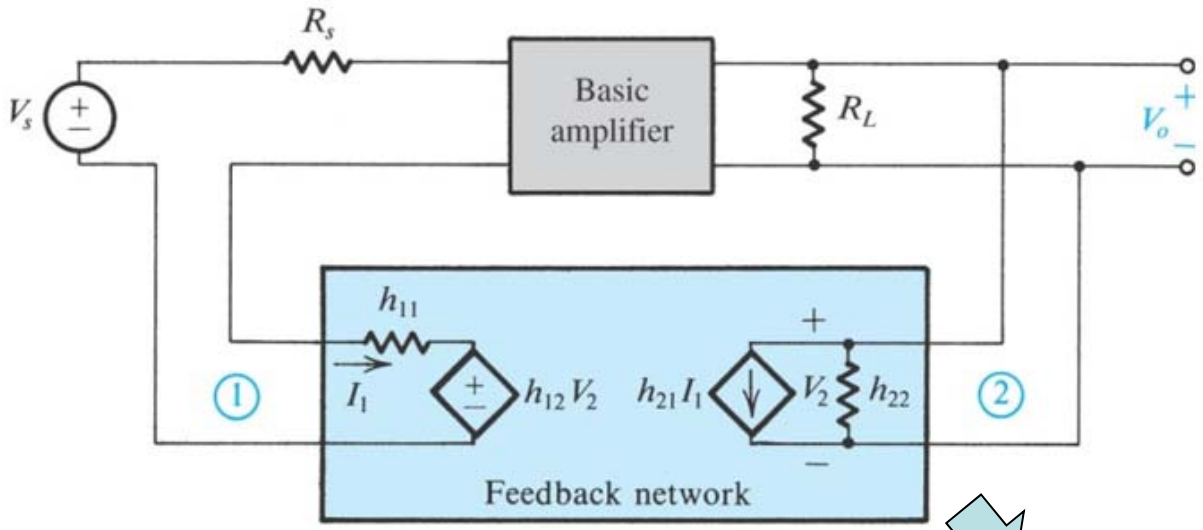
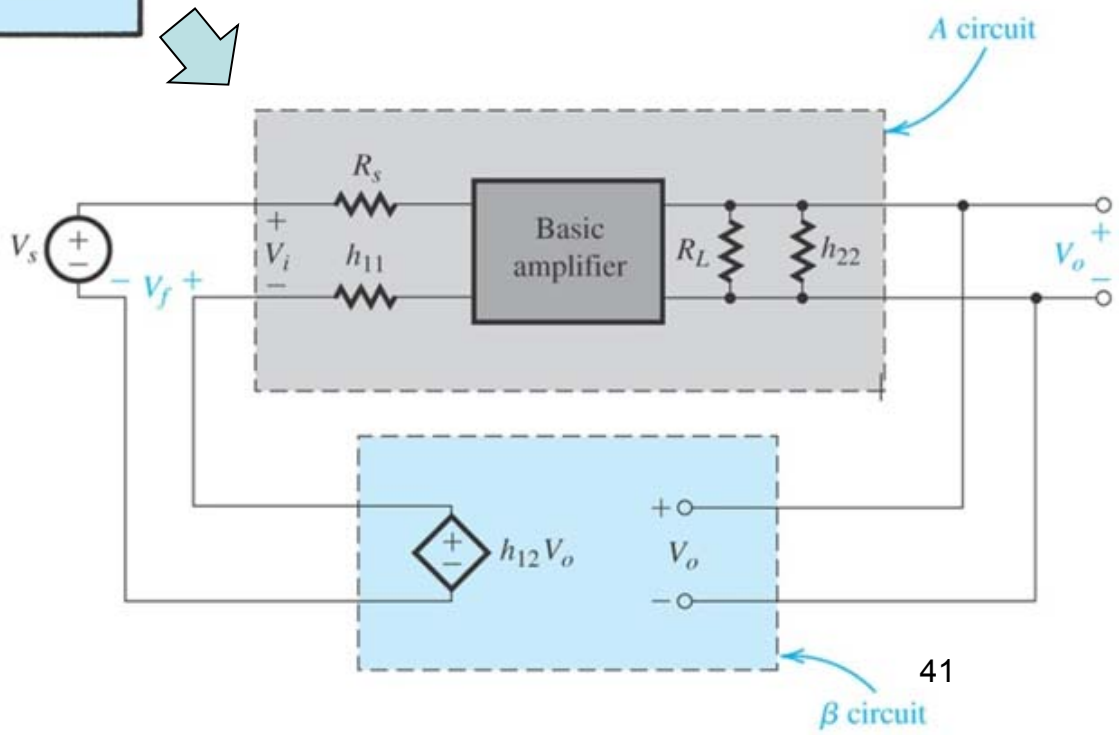
شبکه فیدبک غیر ایده آل

- در عمل شبکه فیدبک ایده آل نیست و اثر بارگذاری بر روی تقویت کننده اصلی دارد.
- ضمنا معمولا منبع سیگنال ورودی دارای مقاومت است.
- همچنین مقاومت بار را باید در نظر گرفت.

شبکه فیدبک غیر ایده آل

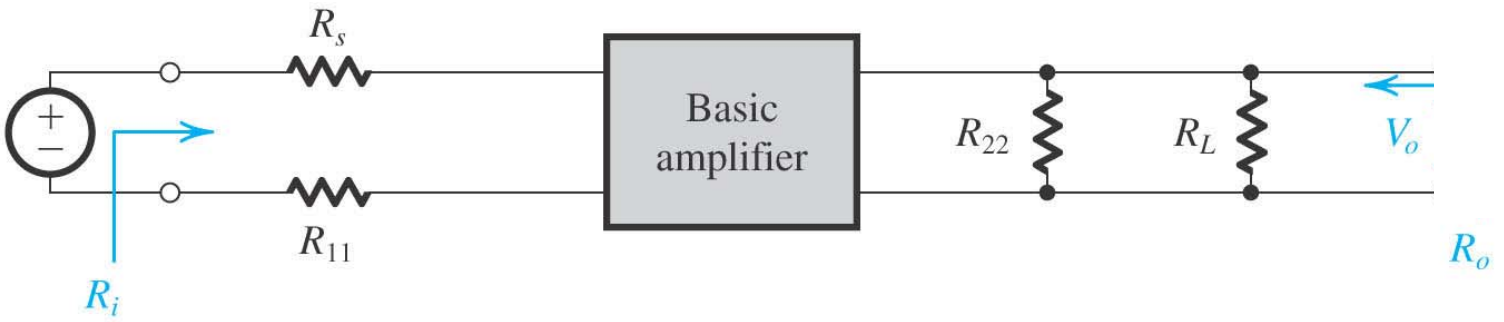


- برای بررسی این پدیده از اصول حاکم بر دو قطبی ها استفاده می کنیم.

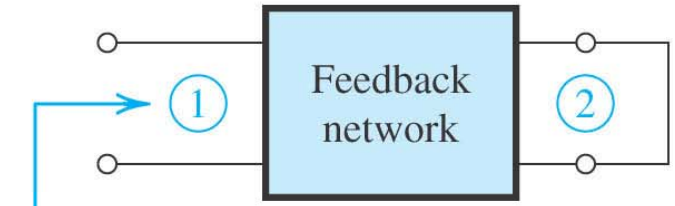


- ما مقاومت های دو قطبی و همچنین مقاومت بار و مقاومت منبع سیگنال را در کنار تقویت کننده اصلی قرار داده و مدار حاصل را مدار **A** می نامیم.
- در هنگام ساده سازی مدار شکل سمت راست، برای سهولت از بهره **feedforward**، h_{21}، صرف نظر شده است چراکه مقدار آن ناچیز است.

The A circuit is

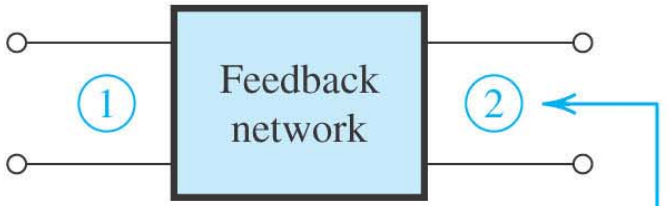


where R_{11} is obtained from



R_{11}

and R_{22} is obtained from



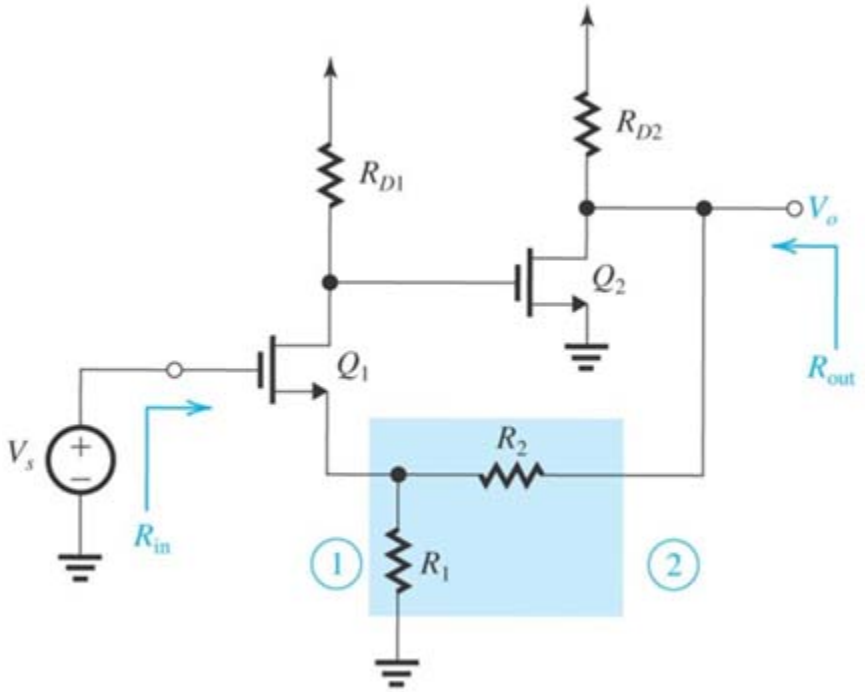
R_{22}

and the gain A is defined $A \equiv \dfrac{V_o}{V_i}$

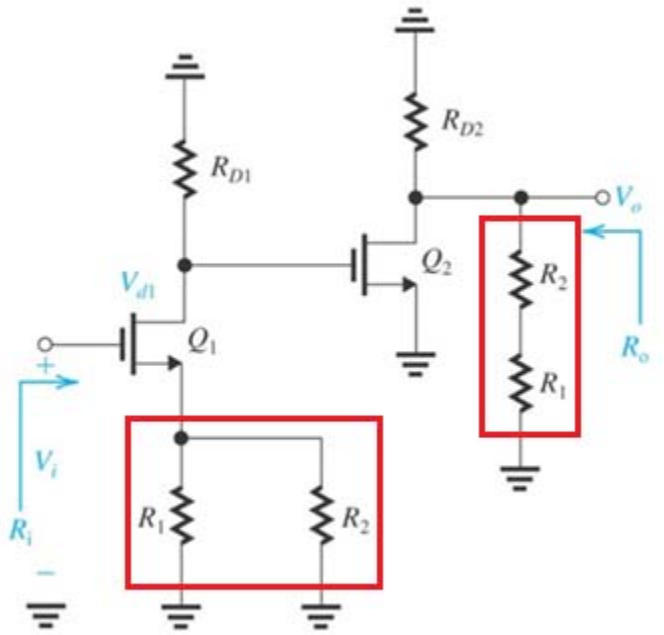
(b) β is obtained from

$$\beta \equiv \left.\frac{V_f}{V_o}\right|_{I_1 = 0}$$

مشخص کرددن مدار A و نحوه محاسبه β

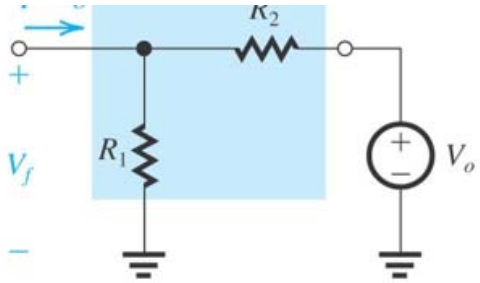


(a)



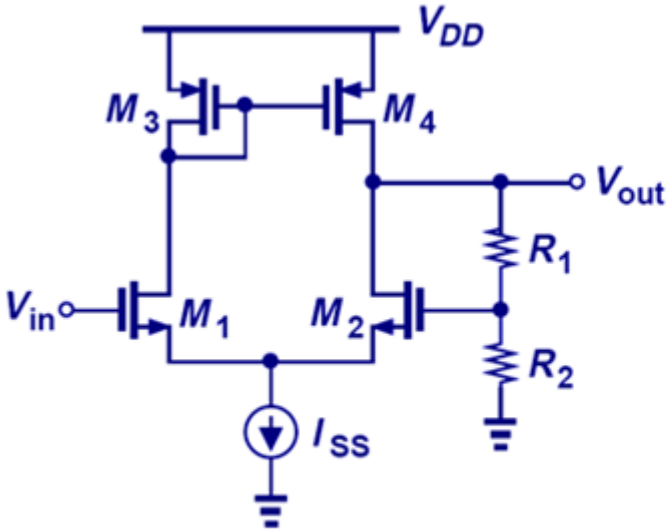
(b)

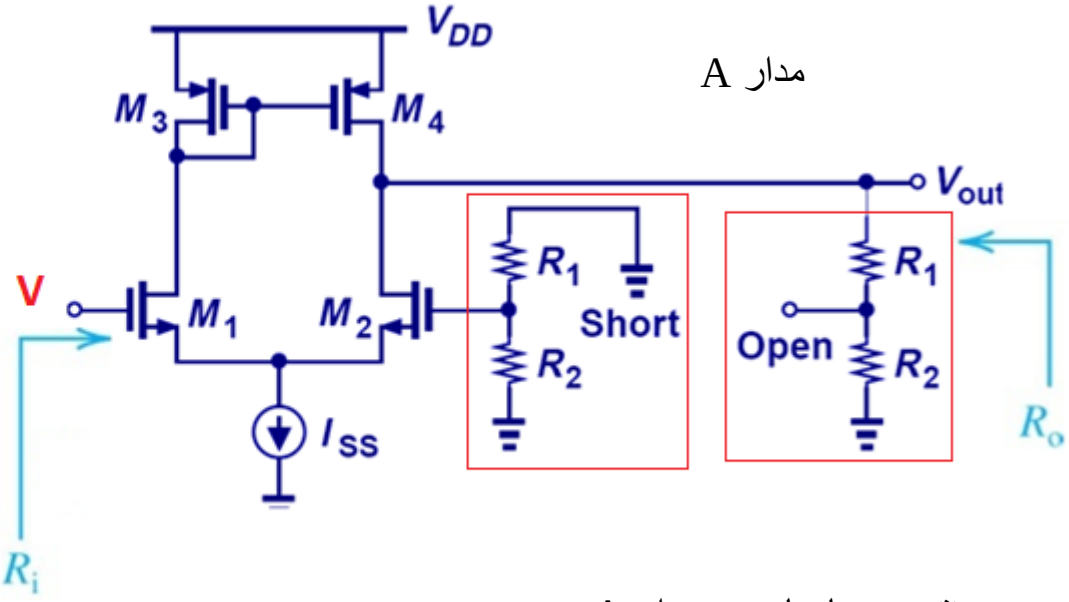
مدار A



نحوه محاسبه ضریب فیدبک

مثال 1 از فیدبک ولتاژ-ولتاژ





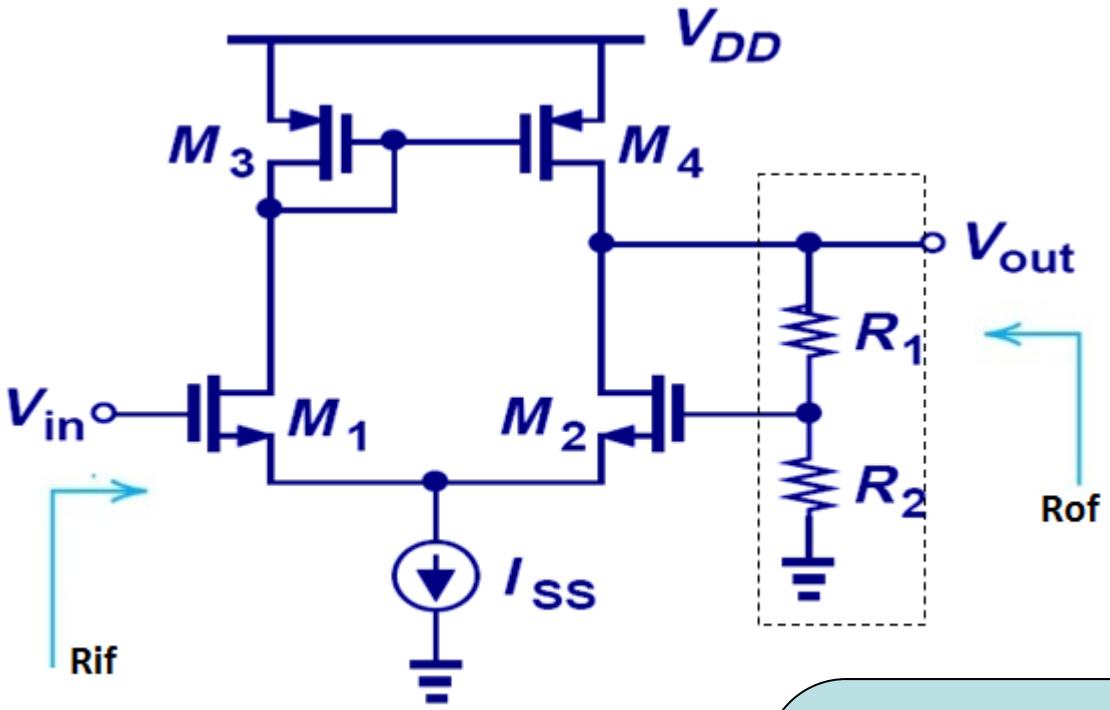
نتیجه محاسبات در مدار A :

$$A_v = g_{mN}\left[r_{ON} \parallel r_{OP} \parallel (R_1 + R_2)\right]$$

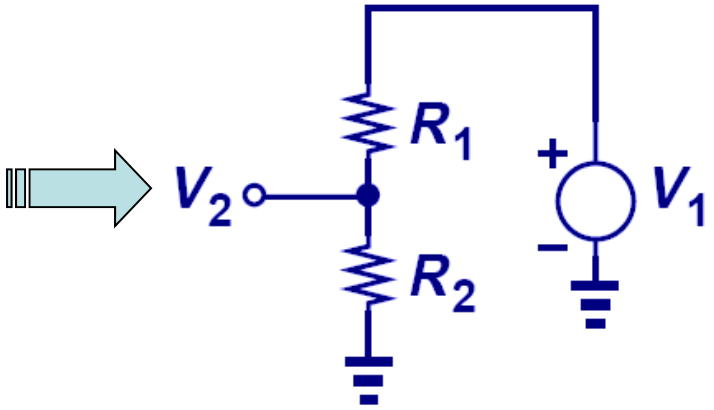
$$R_i = \infty$$

$$R_o = r_{ON} \parallel r_{OP} \parallel (R_1 + R_2)$$

ادامه



نحوه محاسبه ضریب فیدبک



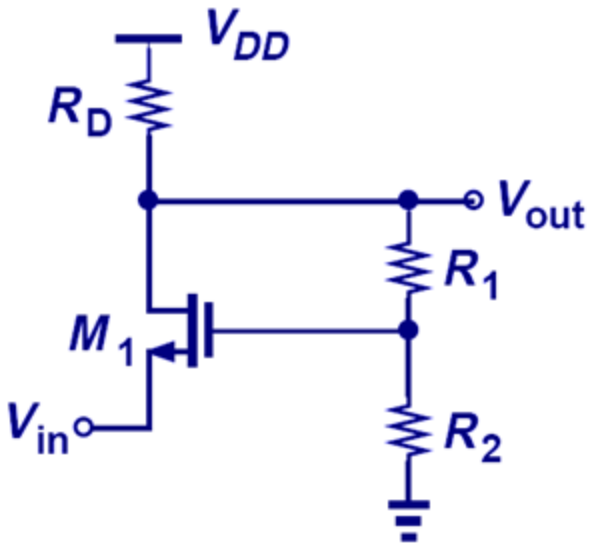
$$\beta = R_2 /(R_1 + R_2)$$

$$A_{v_f} = A_v /(1+\beta A_v)$$

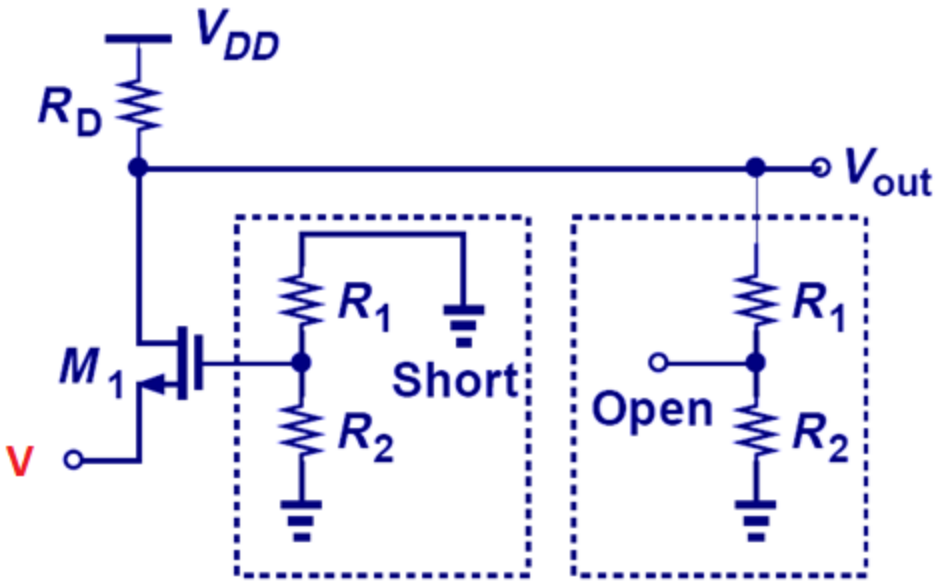
$$R_{i_f} = \infty$$

$$R_{o_f} = R_o /(1+\beta A_v)$$

مثال 2 از فیدبک ولتاژ-ولتاژ



مدار A



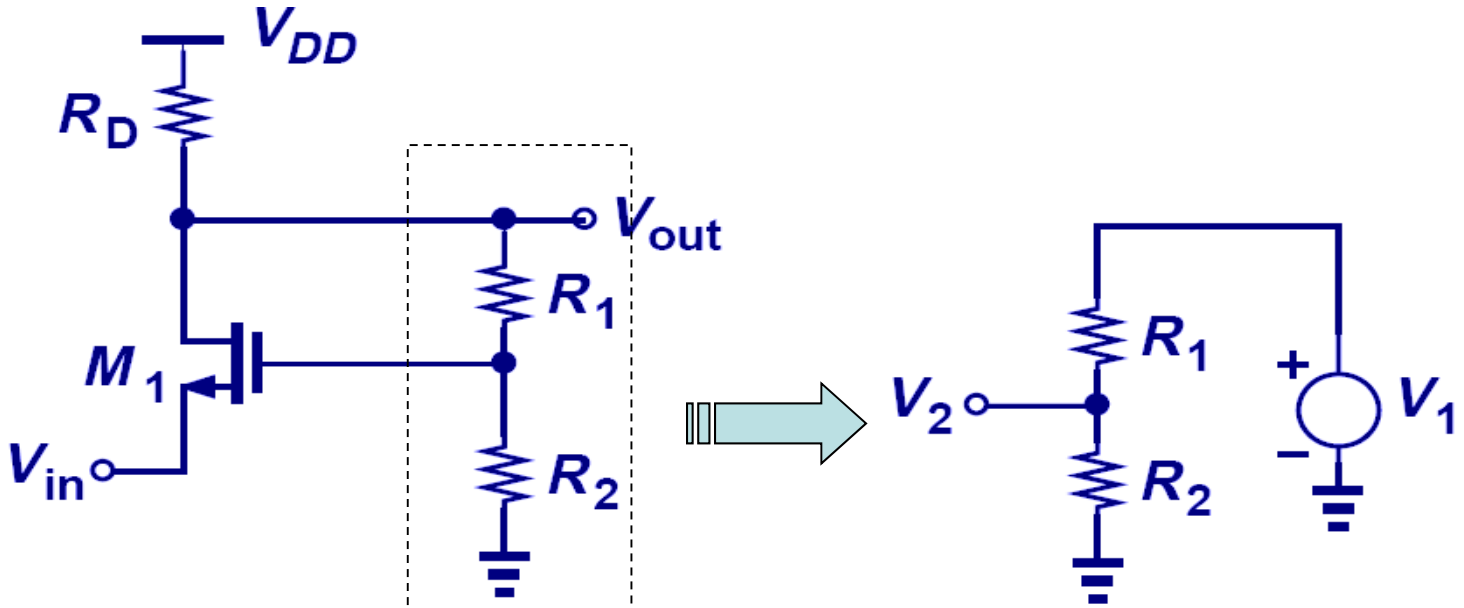
نتیجه محاسبات در مدار A :

$$A_v = g_{m1}\left[R_D \parallel \left(R_1 + R_2\right)\right]$$

$$R_i = 1/\, g_{m1}$$

$$R_o = R_D \parallel \left(R_1 + R_2\right)$$

ادامه



$$\beta = R_2 /(R_1 + R_2)$$

$$A_{v_f} = A_v /(1 + \beta A_v)$$

$$R_{i_f} = R_i(1 + \beta A_v)$$

$$R_{o_f} = R_o /(1 + \beta A_v)$$

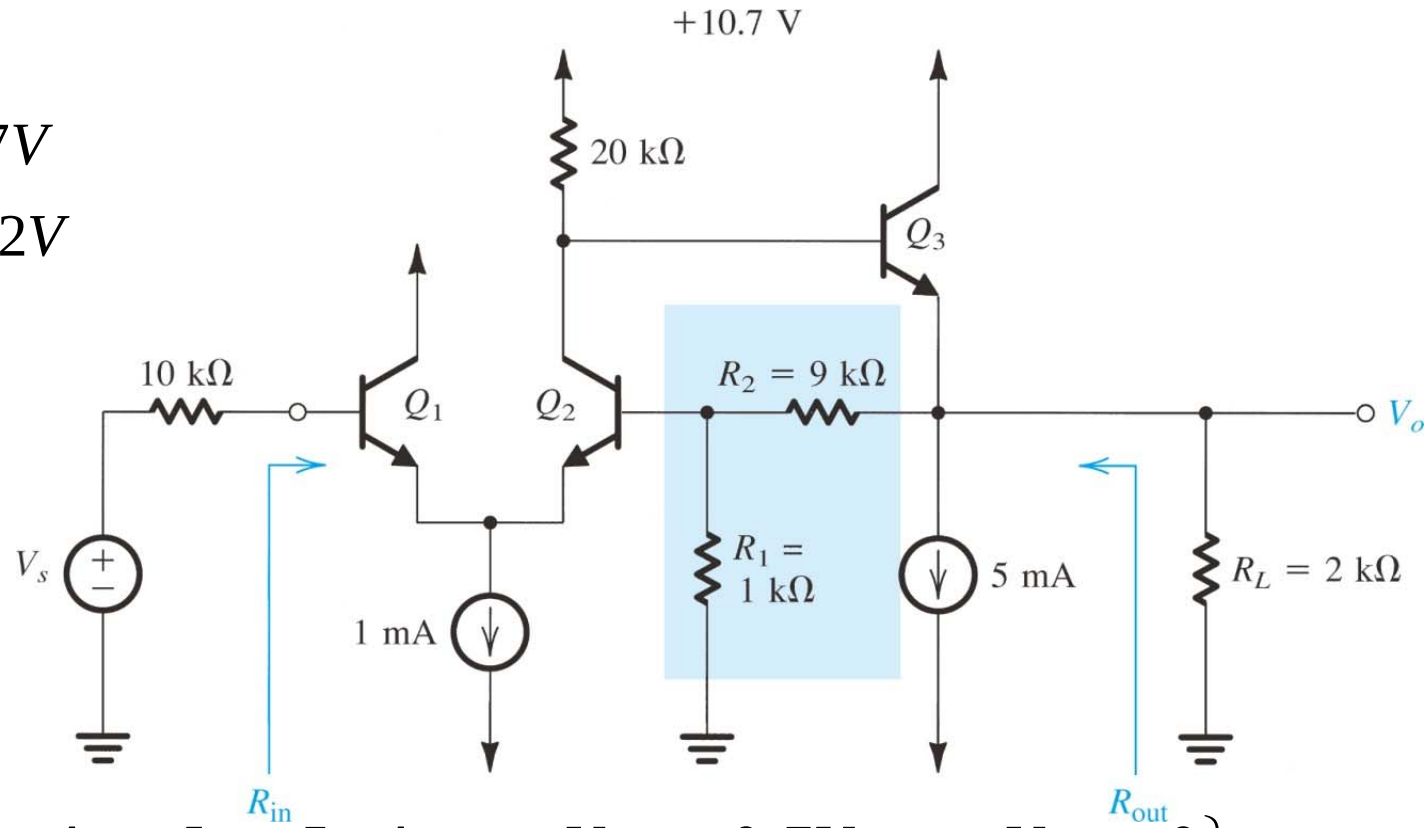
مثال 3 از فیدبک ولتاژ-ولتاژ

$\beta = 100$

$V_{BE}(on) = 0.7V$

$V_{CE}(sat) = 0.2V$

$r_o = \infty$



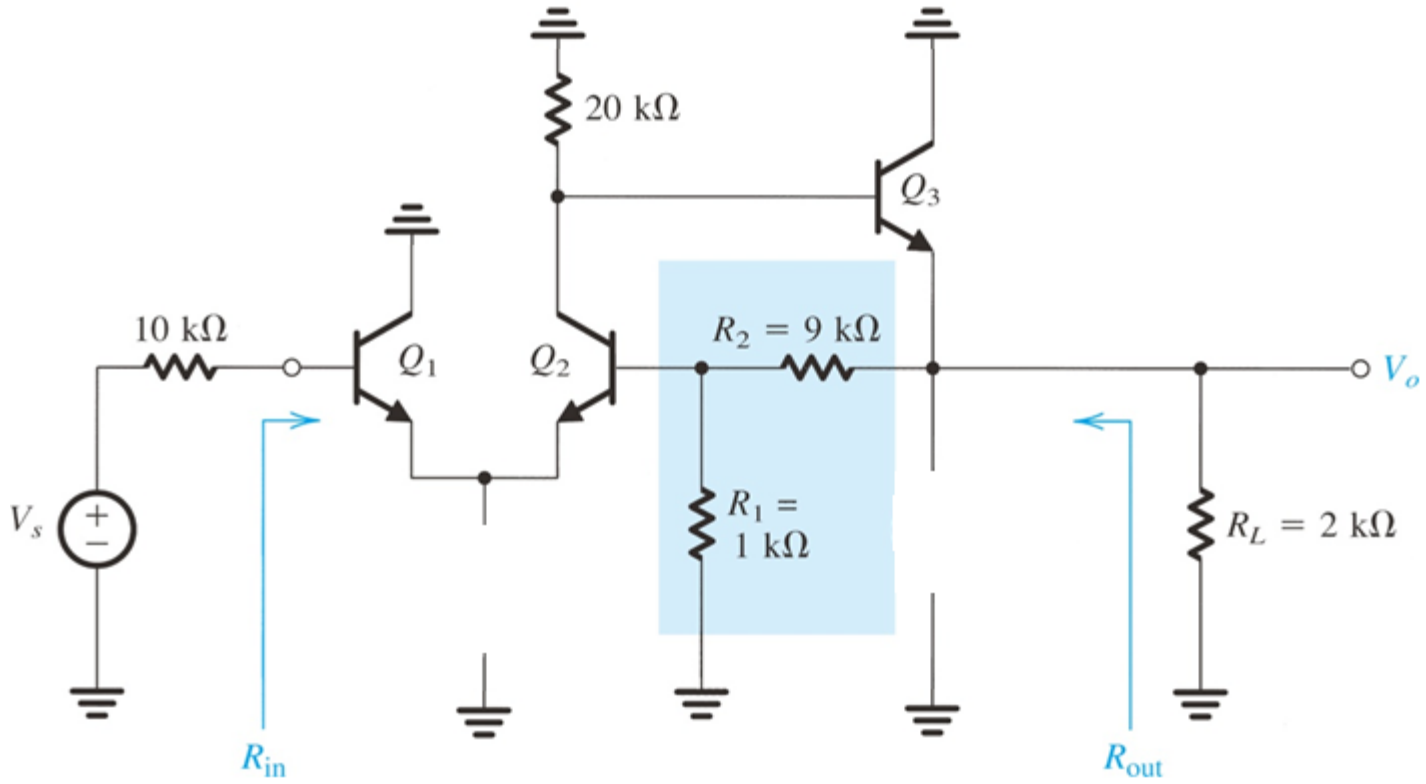
$$I_1 = I_2 \cong 0.5mA, \quad I_3 \cong 5mA \Longrightarrow V_{C2} = 0.7V \Longrightarrow V_{E3} = 0$$

$$V_{B1} \cong 0 \Longrightarrow V_{E1} = V_{E2} = -0.7V$$

$$\Longrightarrow V_{CE1} = 11.4V, V_{B2} = 0, V_{CE2} = 1.4V, V_{CE3} = 10.7V$$

$$r_{\pi 1,2} = 5.2k, g_{m_{1,2}} = 19.2\frac{mA}{V}, r_{\pi 3} = 0.52k, g_{m_{1,2}} = 192\frac{mA}{V}$$

تحلیل AC

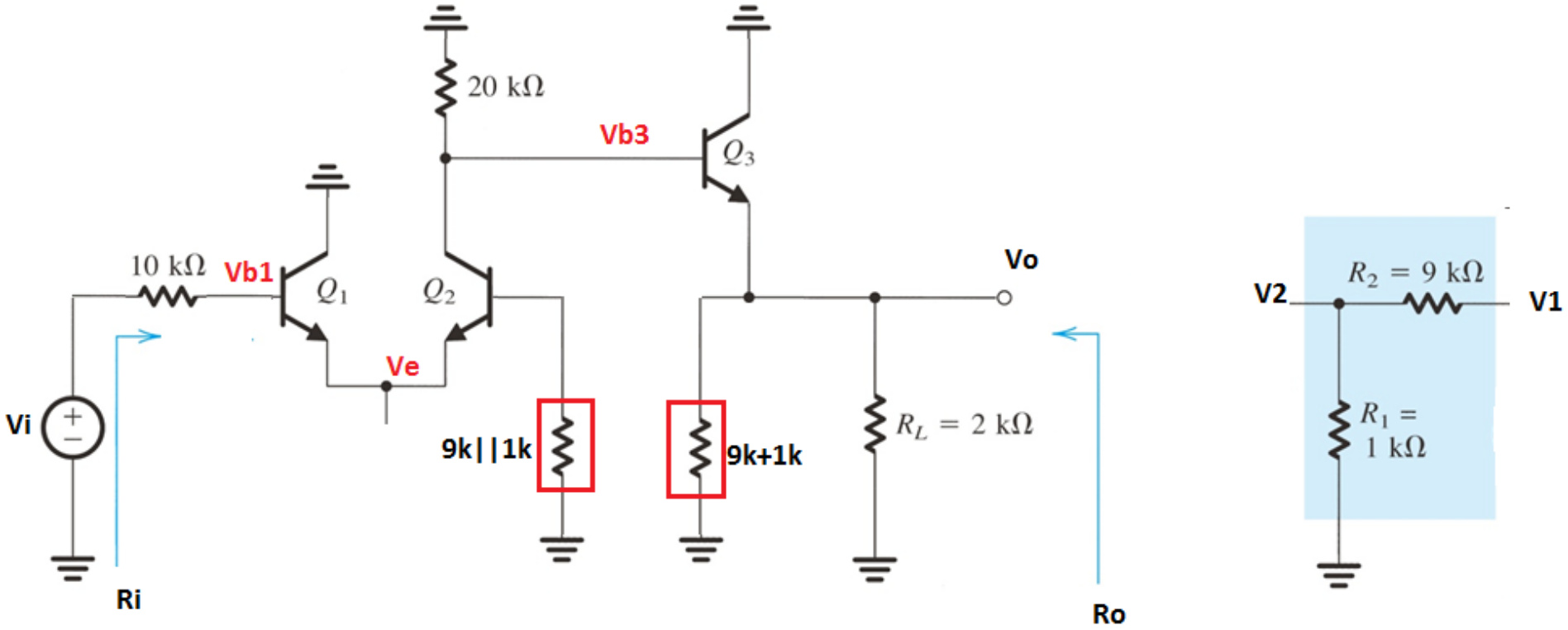


$$r_{\pi 1,2} = 5.2k, g_{m_{1,2}} = 19.2\frac{mA}{V}, r_{\pi 3} = 0.52k, g_{m_{1,2}} = 192\frac{mA}{V}$$

مشاهده می شود که مدار دارای فیدبک ولتاژ-ولتاژ است.

در مدار فوق شبکه فیدبک را در داخل مستطیل آبی رنگ قرار داده ایم.

رسم مدار A



اثر بار گذاری شبکه فیدبک لحاظ شده است.

Ri و Ro به نحوی تعریف شده اند که مقاومت منبع سیگنال و مقاومت بار را در بر بگیرند.

محاسبه ضریب فیدبک:

برای اینکه ضریب فیدبک با بتای ترانزیستور اشتباه گرفته نشود. ما ضریب فیدبک را با K نمایش می دهیم.

$$K = \frac{1k}{1k + 9k} = 0.1$$

تحلیل مدار A

$$\frac{V_o}{V_{b3}} = \frac{1.7k}{1.7k + \frac{1}{g_{m3}}} \cong 1$$

$$R_o = 1.7k \parallel (\frac{1}{g_{m3}} + \frac{20k}{1+\beta}) \cong 0.025k$$

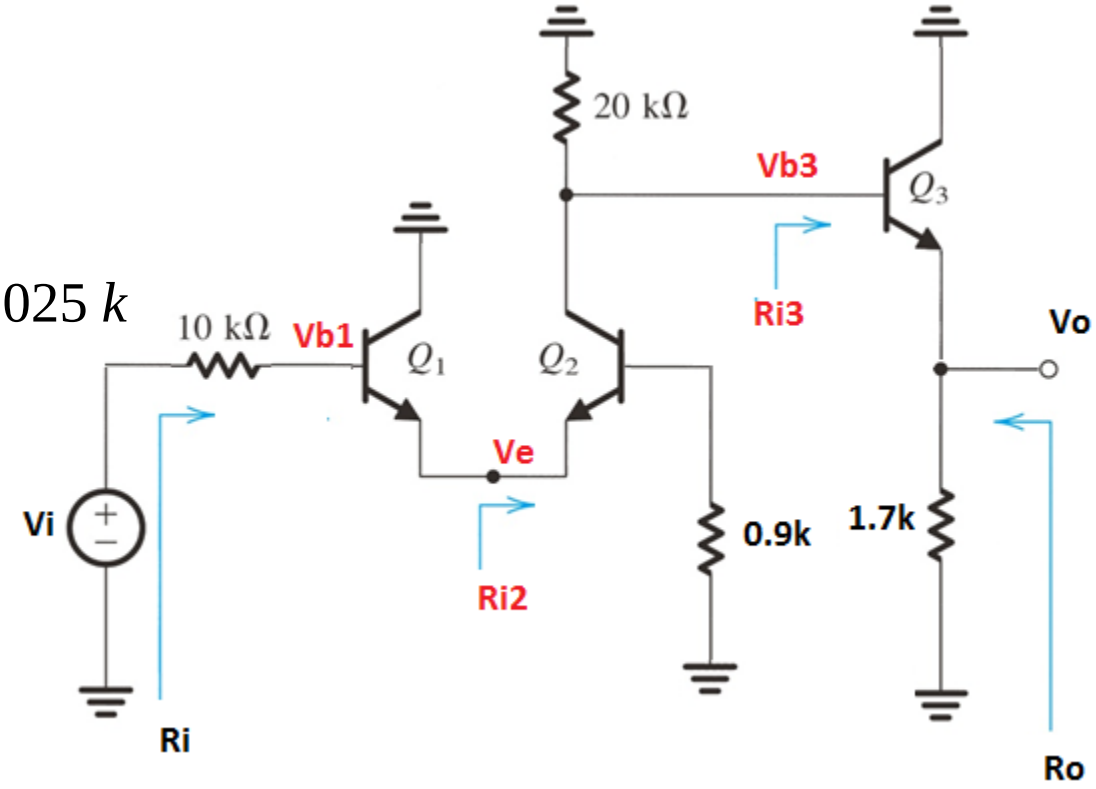
$$R_{i3} = r_{\pi 3} + (1+\beta)1.7k = 172k$$

$$\frac{V_{b3}}{V_e} = \frac{20k \parallel R_{i3}}{\frac{1}{g_{m2}} + \frac{0.9k}{1+\beta}} = 293$$

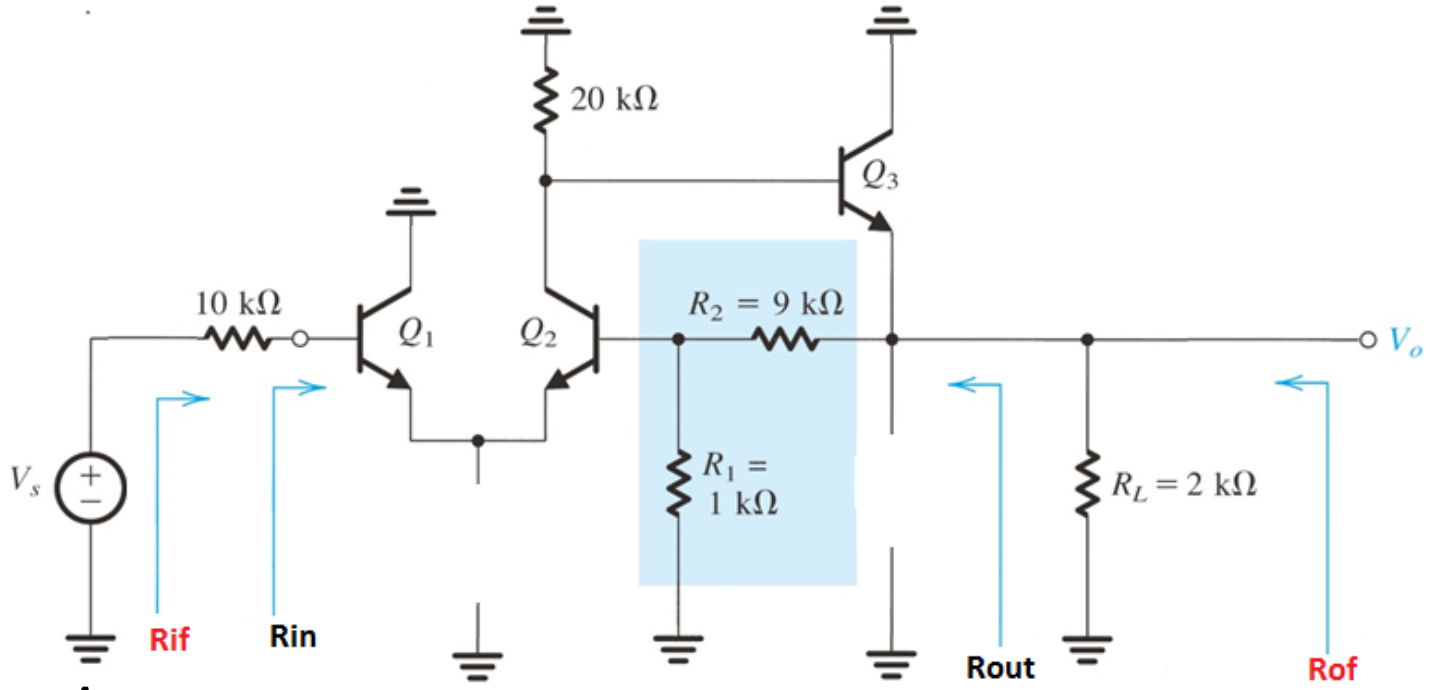
$$R_{i2} = \frac{1}{g_{m2}} + \frac{0.9k}{1+\beta} = 0.061k$$

$$\frac{V_e}{V_i} = \frac{R_{i2}}{R_{i2} + \frac{1}{g_{m1}} + \frac{10k}{1+\beta}} = 0.28, \quad R_i = 10k + r_{\pi 1} + (1+\beta)R_{i2} = 21.4k$$

$$A_v = 1 \times 293 \times 0.28 \Longrightarrow A_v = 82, R_i = 21.4k, R_o = 0.025k$$



تحلیل تقویت کننده دارای فیدبک



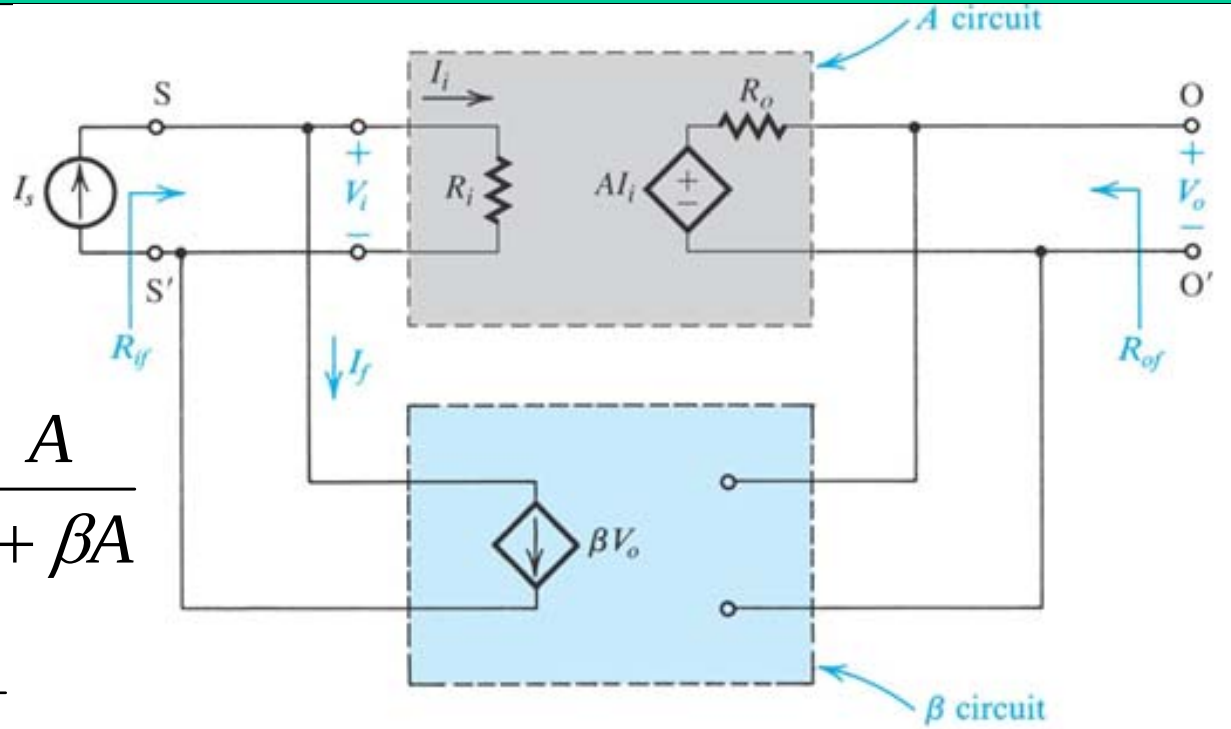
$$A_{vf} = \frac{A_{vf}}{1 + K \times A_{vf}} = \frac{82}{1 + 0.1 \times 82} = 8.9$$

$$R_{if} = (1 + K \times A_{vf})R_i = 9.2 \times 21.4k = 197\ k, \quad R_{of} = \frac{0.025\ k}{1 + K \times A_{vf}} = 0.0027\ k$$

$$R_{in} = R_{if} - 10\,k = 187\ k$$

$$R_{of} = R_{out} \parallel 2k \Longrightarrow 0.0027\ k = R_{out} \parallel 2k \Longrightarrow R_{out} \cong 2.7\Omega$$

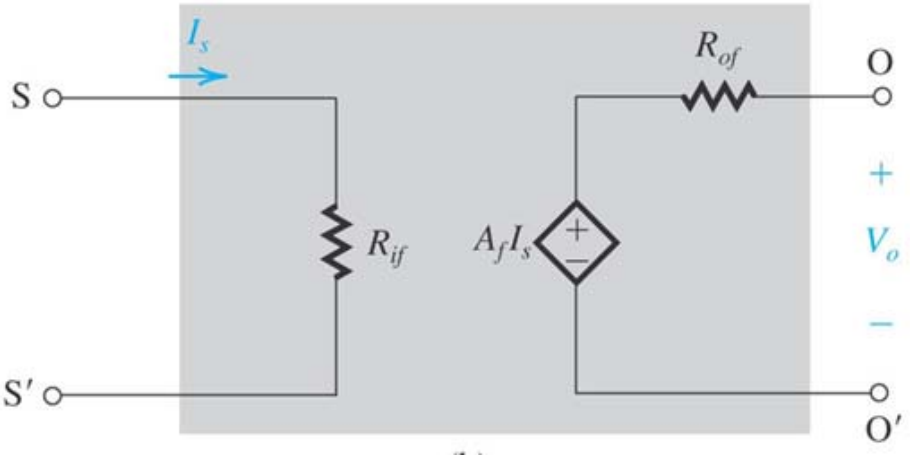
فیدبک ولتاژ-جریان



$$A_f = \frac{V_o}{I_s} = \frac{A}{1+\beta A}$$

$$R_{if} = \frac{R_i}{(1+\beta A)}$$

$$R_{of} = \frac{R_o}{(1+\beta A)}$$

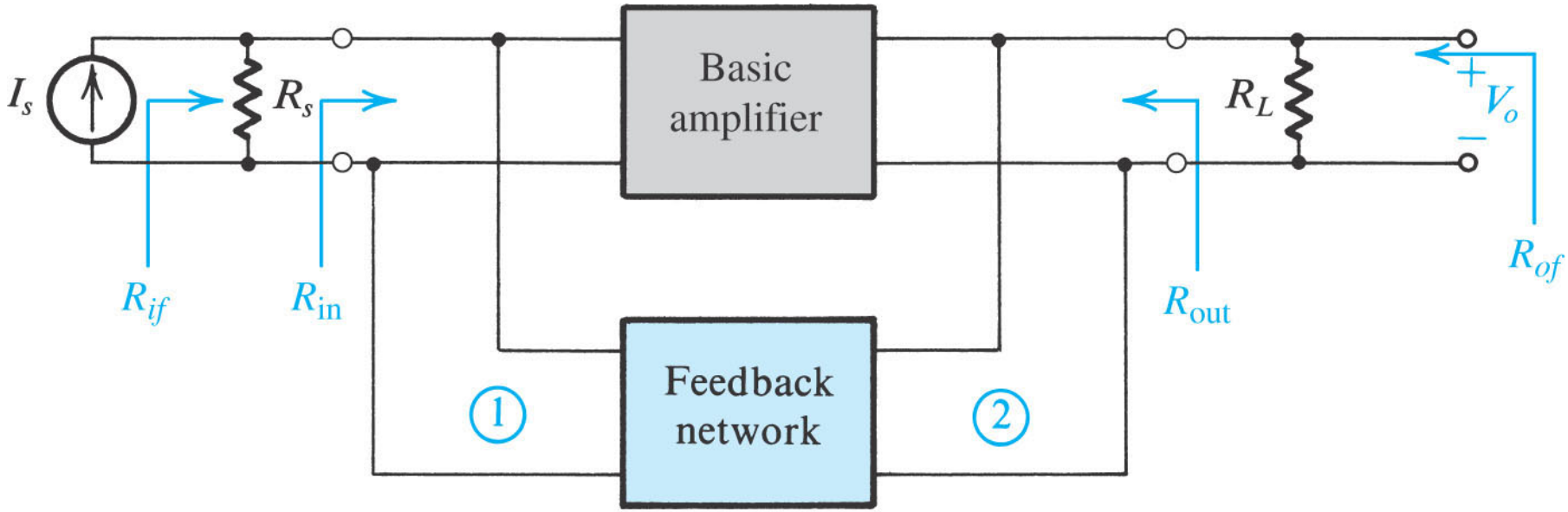


جمع بندی

- مشاهده می شود که در فیدبک ولتاژ-جریان هم امپدانس ورودی و هم امپدانس خروجی کاهش می یابد. به همین دلیل این فیدبک معمولا در تقویت کننده های مقاومت انتقالی به کار می رود.
- یادآوری می شود که در تقویت کننده های مقاومت انتقالی ما تمایل داریم که هم امپدانس ورودی و هم امپدانس خروجی کم باشد. فیدبک ولتاژ-جریان کمک می کند تا ما به هدف مان برسیم.

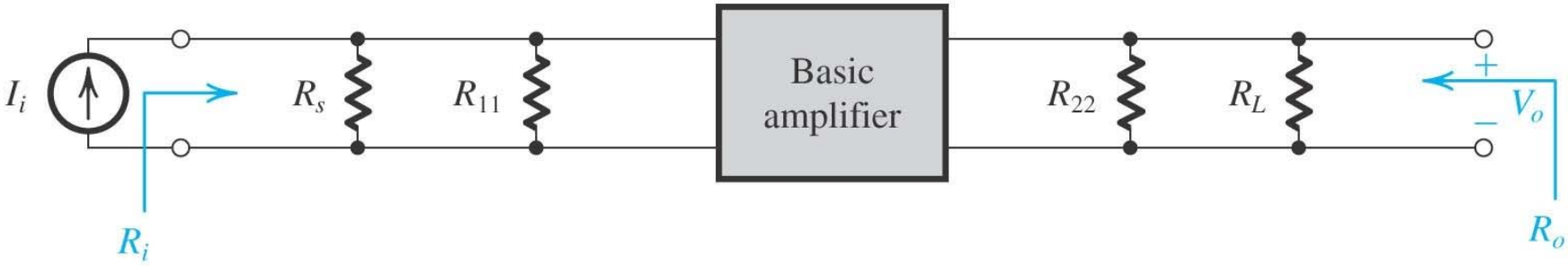
$$A_f = \frac{V_o}{I_s} = \frac{A}{1+\beta A} \qquad R_{if} == \frac{R_i}{(1+\beta A)} \qquad R_{of} = \frac{R_o}{(1+\beta A)}$$

فیدبک ولتاژ-جریان غیر ایده آل

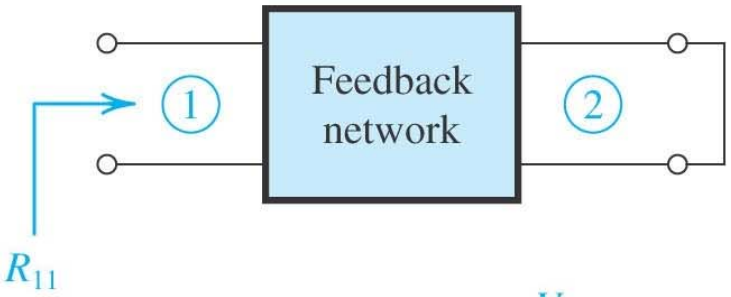


- در عمل شبکه فیدبک ایده آل نیست و اثر بارگذاری بر روی تقویت کننده اصلی دارد.
- ضمنا معمولا منبع سیگنال ورودی دارای مقاومت است.
- همچنین مقاومت بار را باید در نظر گرفت.
- می توان با استفاده از اصول حاکم بر دو قطبی ها، اثر بار گذاری شبکه فیدبک را تحلیل کرد. ما برای جلوگیری از طولانی شدن مباحث، در اسلاید بعد فقط نتیجه این تحلیل را بیان می کنیم.

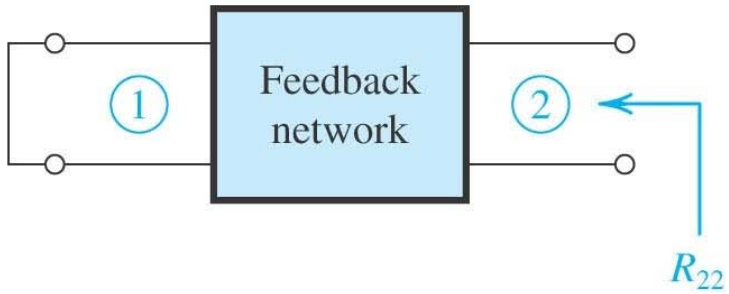
(a) The A circuit is



where R_{11} is obtained from

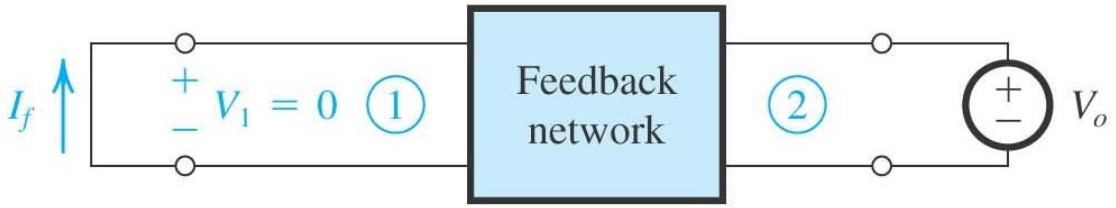


and R_{22} is obtained from



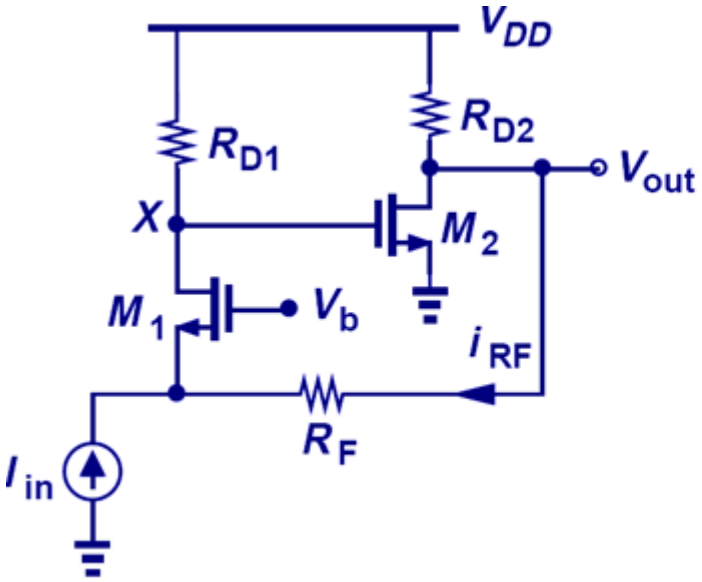
and the gain A is defined $A \equiv \dfrac{V_o}{I_i}$

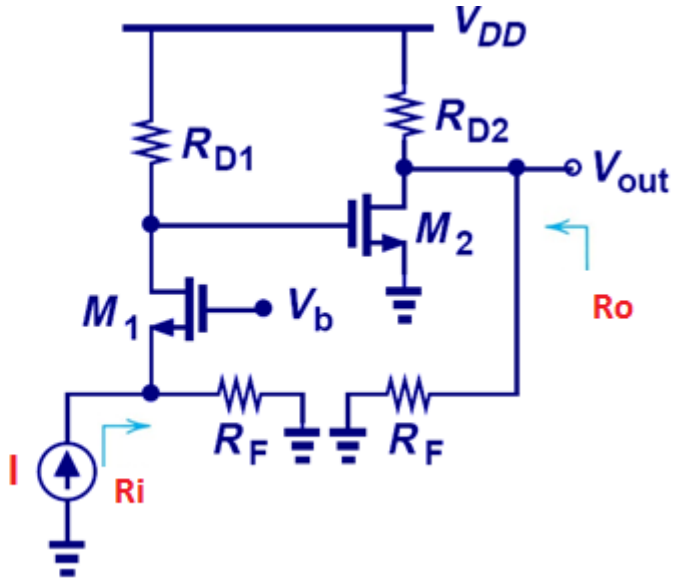
(b) β is obtained from



$$\beta \equiv \left.\frac{I_f}{V_o}\right|_{V_1 = 0}$$

مثال 1 از فیدبک ولتاژ-جریان





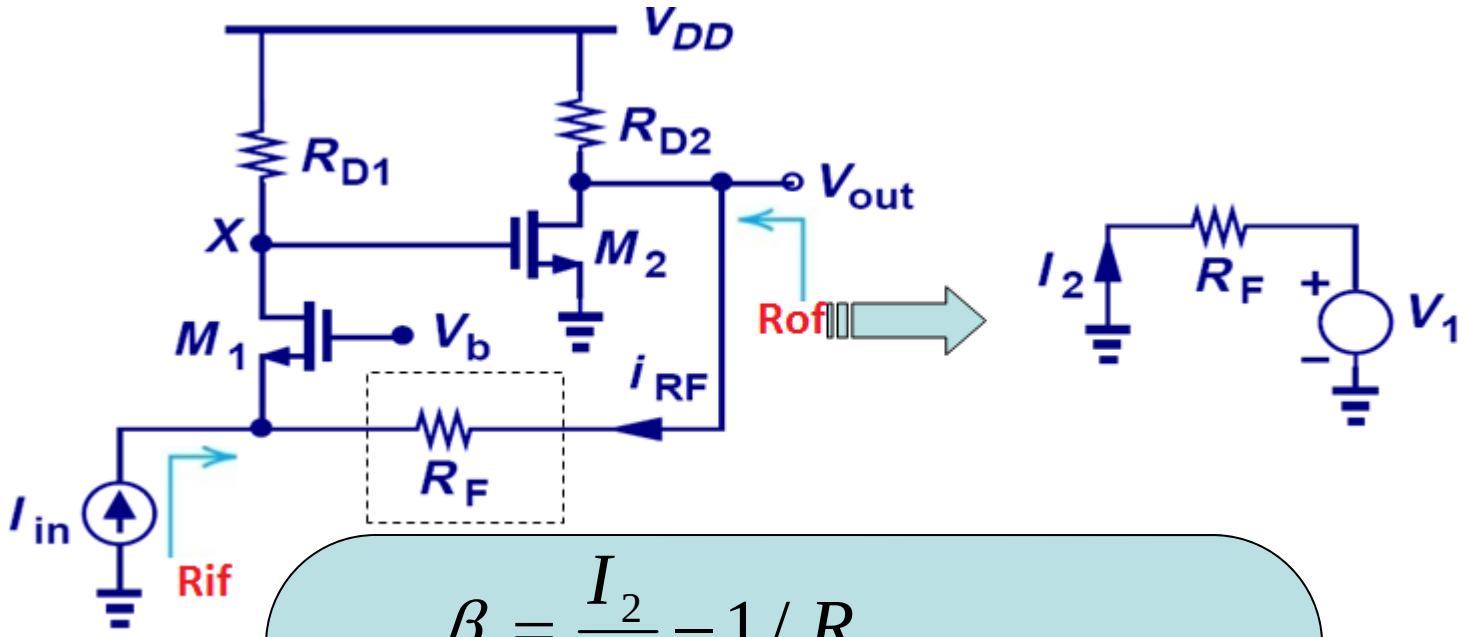
مدار A

$$\frac{V_{out}}{I} = \frac{R_F R_{D1}}{R_F + \dfrac{1}{g_{m1}}} \cdot \left[- g_{m2} \left(R_{D2} \parallel R_F \right) \right]$$

$$R_i = \frac{1}{g_{m1}} \parallel R_F$$

$$R_o = R_{D2} \parallel R_F$$

ادامه



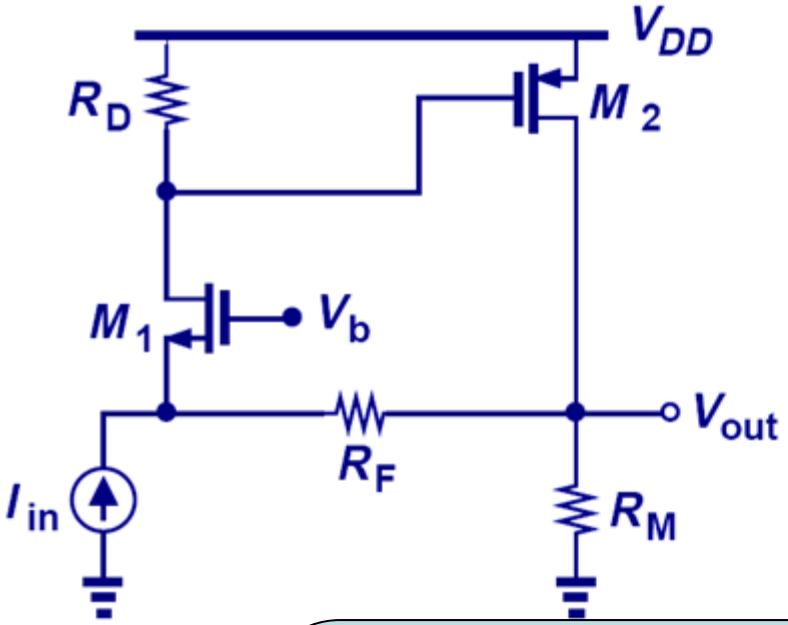
$$\beta = \frac{I_2}{V_1} - 1/R_F$$

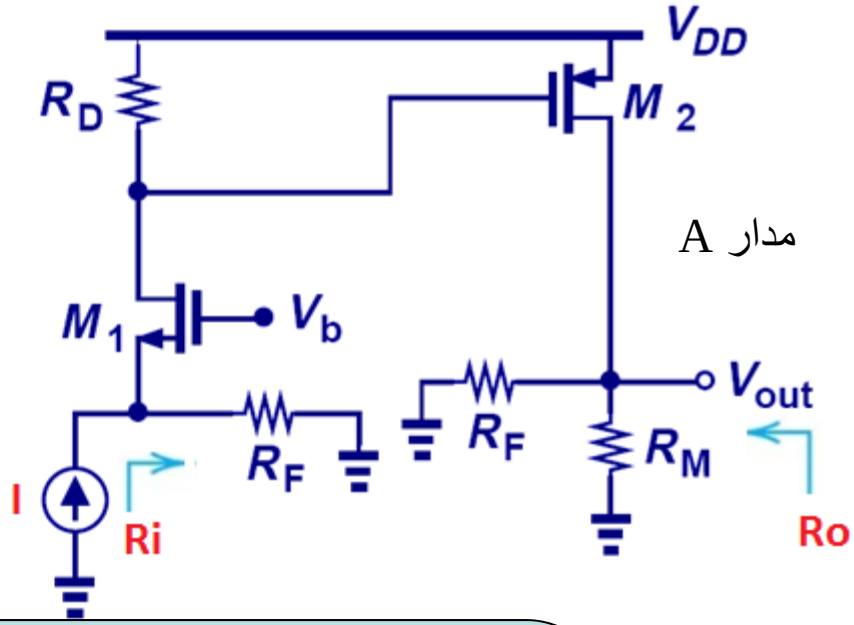
$$A_f = \frac{V_{out}}{I_{in}} = A/(1+\beta A)$$

$$R_{if} = R_i/(1+\beta A)$$

$$R_{of} = R_o/(1+\beta A)$$

مثال 2 از فیدبک ولتاژ-جریان





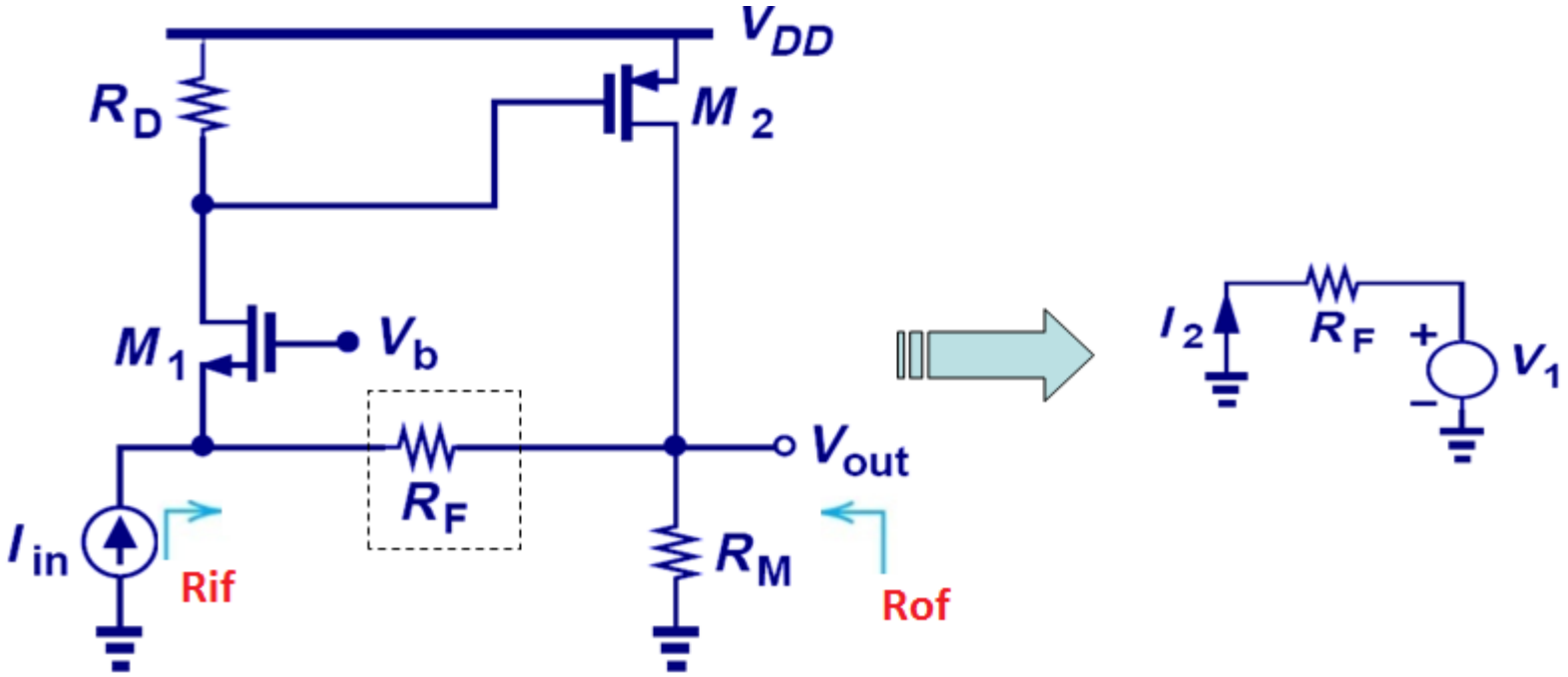
مدار A

$$A = \frac{V_{out}}{I} = \frac{R_F R_D}{R_F + 1/g_{m1}}[-g_{m2}(R_F \parallel R_M)]$$

$$R_i = \frac{1}{g_{m1}} \parallel R_F$$

$$R_o = R_F \parallel R_M$$

ادامه



$$\beta = \frac{I_2}{V_1} = -1/R_F$$

$$A_f = V_{out}/I_{in} = A/(1+\beta A)$$

$$R_{if} = R_i/(1+\beta A)$$

$$R_{of} = R_o/(1+\beta A)$$