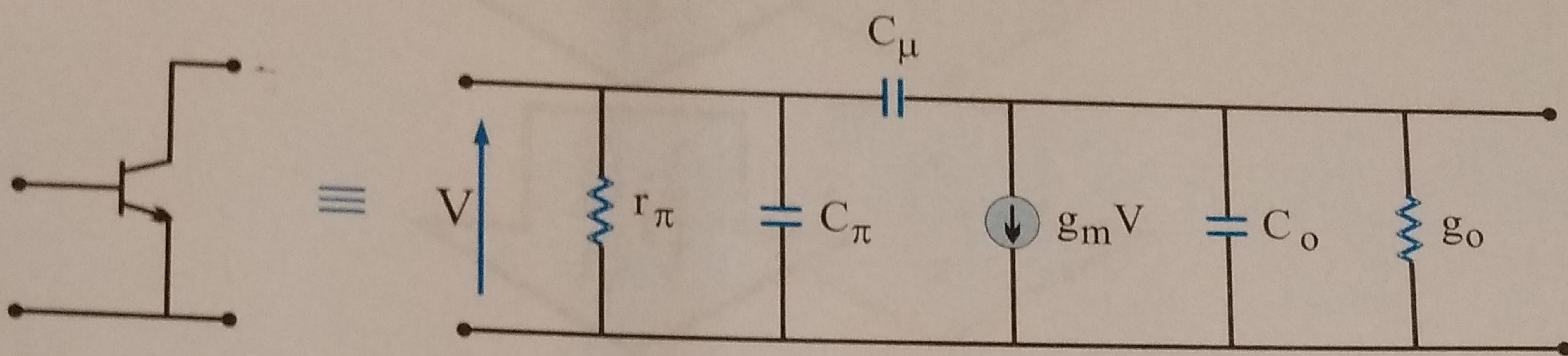


مسائل فصل دوم

۱۷. در شکل مدل یک ترانزیستور BJT نشان داده شده است:

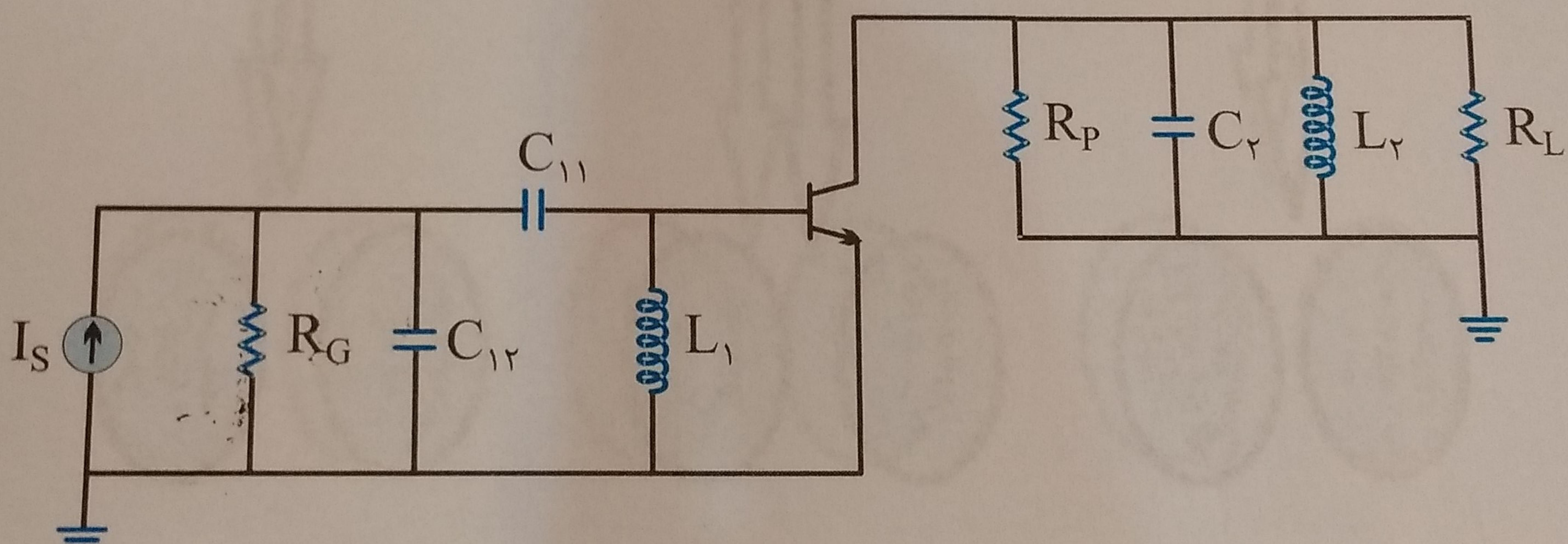


شکل ۲۹-۲ مسئله ۱

پارامترهای مدل این ترانزیستور در زیر آمده است:

$$r_\pi = 330 \Omega, C_\pi = 15 \text{ pF}, C_\mu = 0.5 \text{ pF}, g_m = 200 \text{ mS}, \\ C_o = 0.8 \text{ pF}, g_o = 0.3 \text{ mS}$$

از این ترانزیستور در تقویت کننده شکل زیر استفاده شده است (مقاومت بار 50Ω اهم فرض شود) :



شکل ۳۰-۲ مسئله ۳

قصد داریم تقویت کننده را با مشخصات زیر طراحی کنیم:

۱- فرکانس مرکزی 200 MHz

۲- پهنهای باند 3 dB برابر 8 MHz

۳- تطبیق همزمان در ورودی و خروجی با فرض $R_G = 50 \Omega$

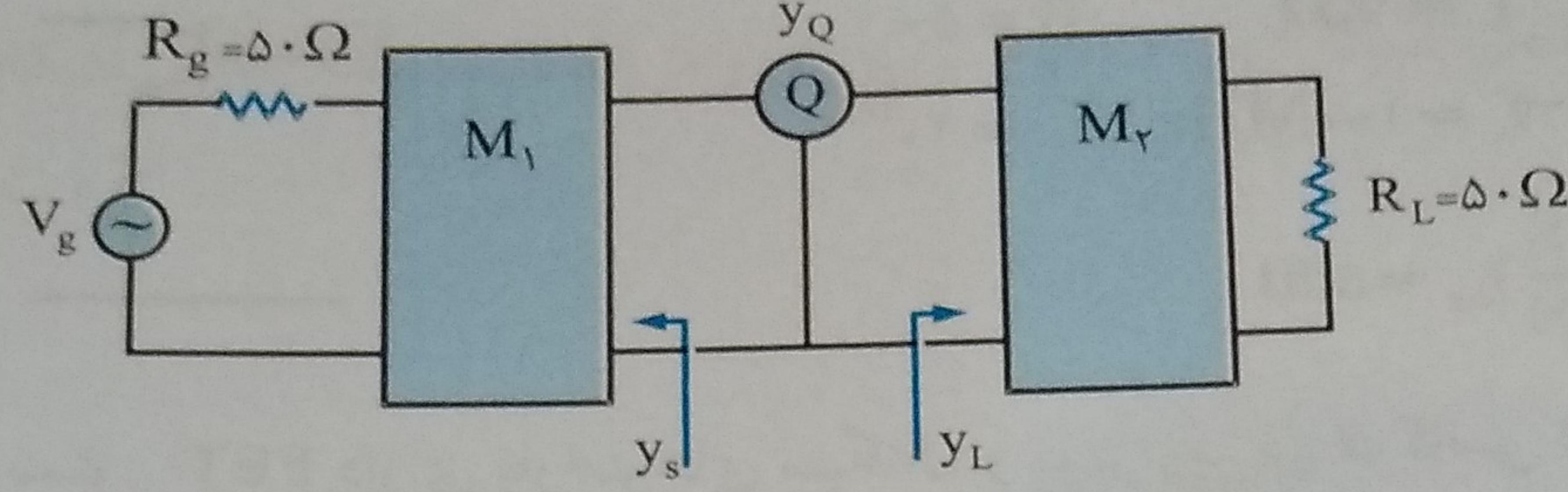
۴- ماکریم گین با توجه به ضریب پایداری $k = 5$ حاصل شود.

الف: مقادیر $R_L, R_P, C_2, L_2, C_{11}, L_1, R_G, C_{12}$ را برای ارضاعای شرایط بالا به دست آورید.

ب: در صورت حذف R_G و R_L یا هریک از آنها آیا تقویت کننده پایدار خواهد بود؟ (استدلال کنید).

ج: گین در فرکانس مرکزی را بیابید (P_L / P_{in}) .

۲۸. الف: با توجه به شکل زیر نشان دهید که G_t به صورت زیر بیان می شود.



شکل ۳۱-۲ مسئله ۲

$$G_t = \frac{4G_s G_1 |y_{11}|}{|(y_{11} + y_s)(y_{22} + y_L) - y_{12}y_{21}|}$$

$$y = \begin{pmatrix} y_{11} & y_{12} \\ y_{21} & y_{22} \end{pmatrix}$$

$$y_s = G_s + jB_s$$

$$y_L = G_L + jB_L$$

ب: چنانچه پارامترهای ادمیتانس و پارامترهای نویز ترانزیستور (در اینجا BJT) در فرکانس f_c و نقطه بایاس $V_{CE} = 4V$, $I_C = 3mA$ به صورت زیر باشد:

$$F_{min} = 7dB$$

$$R_n = 20\Omega$$

$$y_{s,opt} = (25 + j25)^{-1} S$$

$$g_\pi = 1mS$$

$$g_o = 100mS$$

$$g_m = 30mS$$

$$c_n = 20PF$$

$$c_o = 2PF$$

$$y_{11} = g_\pi + j\omega C_\pi$$

$$y_{22} = g_o + j\omega C_o$$

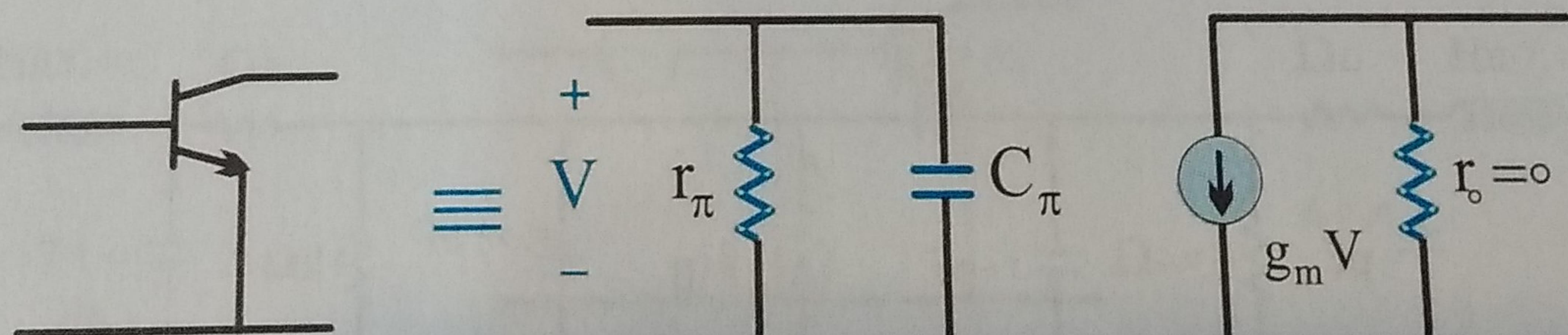
$$y_{12} \approx 0$$

$$y_{21} = g_m$$

تقویت کننده را برای داشتن عدد نویز $5/3$ و حداکثر بهره ممکن طراحی نمایید.

ج: چنانچه بعلت افزایش سطح سیگنال ورودی هدایت انقال و مقاومت r_π ترانزیستور مقادیر سیگنال بزرگ به خود بگیرند، آنگاه ضمن توصیف روند طراحی، به ازای تغیرات X (ولتاژ BE) ترانزیستور نرمالیزه شده نسبت به V_T (حول $\pm 10\%$ مقدار متوسط خود، مشکلات طراحی را در این رابطه بیان نمایید. چه تدبیری برای رسیدن به حداکثر مقدار بهره اتخاذ می نمایید.

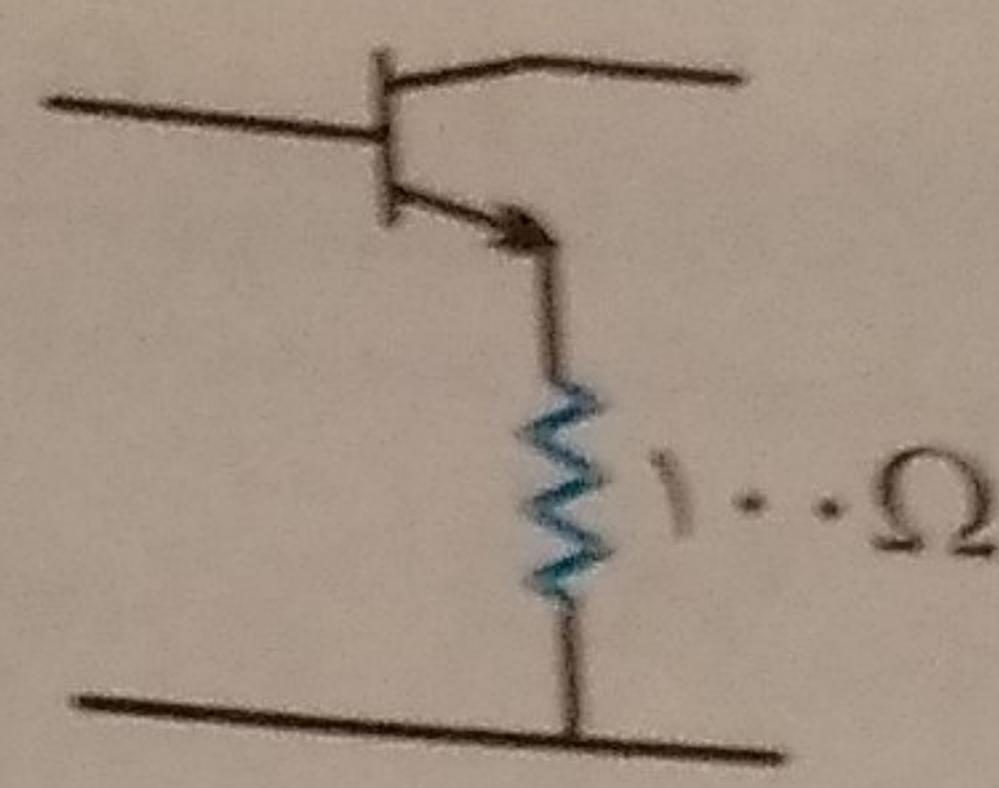
۳. چنانچه یک ترانزیستور BJT در فرکانس $100MHz$ دارای مدل و پارامترهای شکل زیر باشد،



شکل ۳۲-۲ مسئله ۳

با فرض غالب بودن نویز Shot، می نیمم سیگنال قابل آشکارسازی (MDS) شکل زیر را به دست آورده و نقش تلفات یک کابل با تلف $5/5$ در ورودی تقویت کننده را بررسی نمایید.

$$\begin{aligned} r_s &= 300\Omega & r_o &= 1k\Omega & \beta &= 50 \\ C_s &= 10\text{ pF} & f_c &= 100\text{ MHz} & I_C &= 20\text{ mA} \\ B.W. &= \%5f, \quad \left(\frac{S}{N}\right)_{out} & & & & \end{aligned}$$



۴. اگر یک ترانزیستور FET دارای پارامترهای سیگنال و نویز زیر در فرکانس ۱۰MHz باشد. آنگاه $f = f_{min} + 2\text{ dB}$, $G_t = G_{tu\max} - 2\text{ dB}$ ادمیتانس های بار و منبع y_L, y_S, y_D را برای طرح تقویت کننده با را به دست آورید. (در تعداد جواب های بحث نمایید).

$$\left(\begin{array}{l} y_i = 3 + jv(\text{ms}) \\ y_f = 50 - j20(\text{ms}) \end{array} \right), \left(\begin{array}{l} F_{min} = 1^{\text{dB}} \\ G_{S,\text{opt}} = 0.2^{(\text{ms})} \end{array} \right), \left(\begin{array}{l} R_n = 30\Omega \\ B_{S,\text{opt}} = 0.2^{(\text{ms})} \end{array} \right)$$

۵. به سوالات زیر با استدلال کافی پاسخ دهید.
- الف: ضرورت بررسی نویز در مدارات الکترونیکی چیست و منابع نویز مهم در ادوات الکترونیکی را مختصرآ توضیح دهید.
- ب: به منظور دسترس به حداقل مقدار نویز در یک تقویت کننده چه تدبیری را اتخاذ می نمایید.

ج: چنانچه ماتریس همبستگی نویز در یک دو دهانه در نمایش ادمیتانسی C^Y باشد، ماتریس همبستگی متواالی آن C^A را محاسبه نمایید. (اثبات روابط مربوطه لازم است).

د: نشان دهید برای یک شبکه دو دهانه ای نویزی در حالت تعادل ترمودینامیکی و دمای $T = T_0$, فاکتور نویز دو دهانه ای با تلفات آن L برابر است ($F = L$).

ه: علیرغم اینکه چگالی طیف نویز $\frac{1}{f}$ در فرکانس های پایین اهمیت دارد، چرا این نوع منبع نویز در ارزیابی عملکرد اسیلاتورها مهم است.

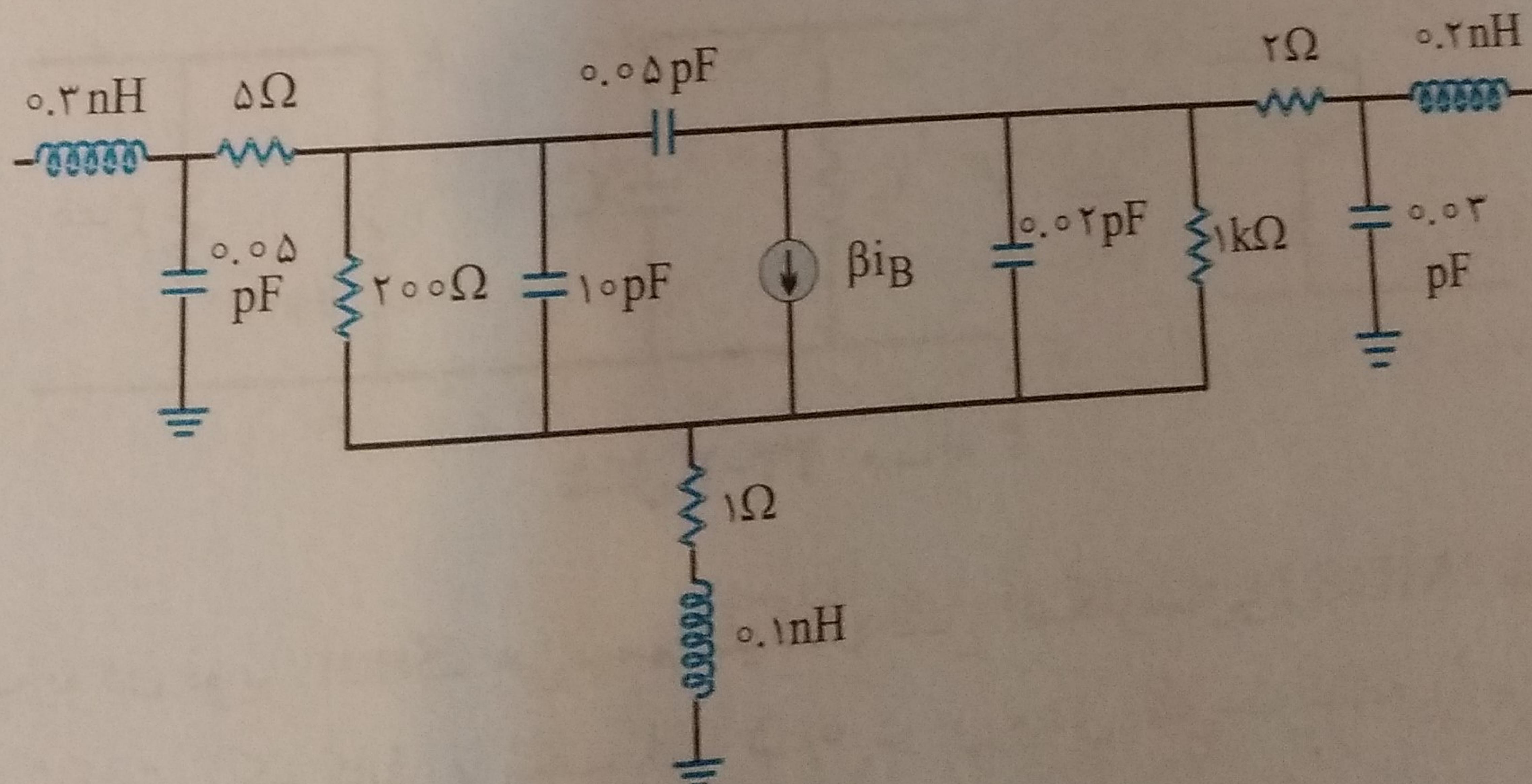
ز: با توجه به اینکه مدارات تطبیق غیر فعال می باشند، داشتن گین آنها به چه معنی است.

۶. در مدار شکل زیر با بکارگیری مدل نویز و ندر زیل و با فرض غالب بودن نویز شات، به کمک مفهوم ماتریس همبستگی فاکتور نویز را محاسبه نمایید.

$$I_C = 20\text{ mA} \quad B.W. = \%5f.$$

$$\beta = 40$$

$$f_c = 850\text{ MHz}$$

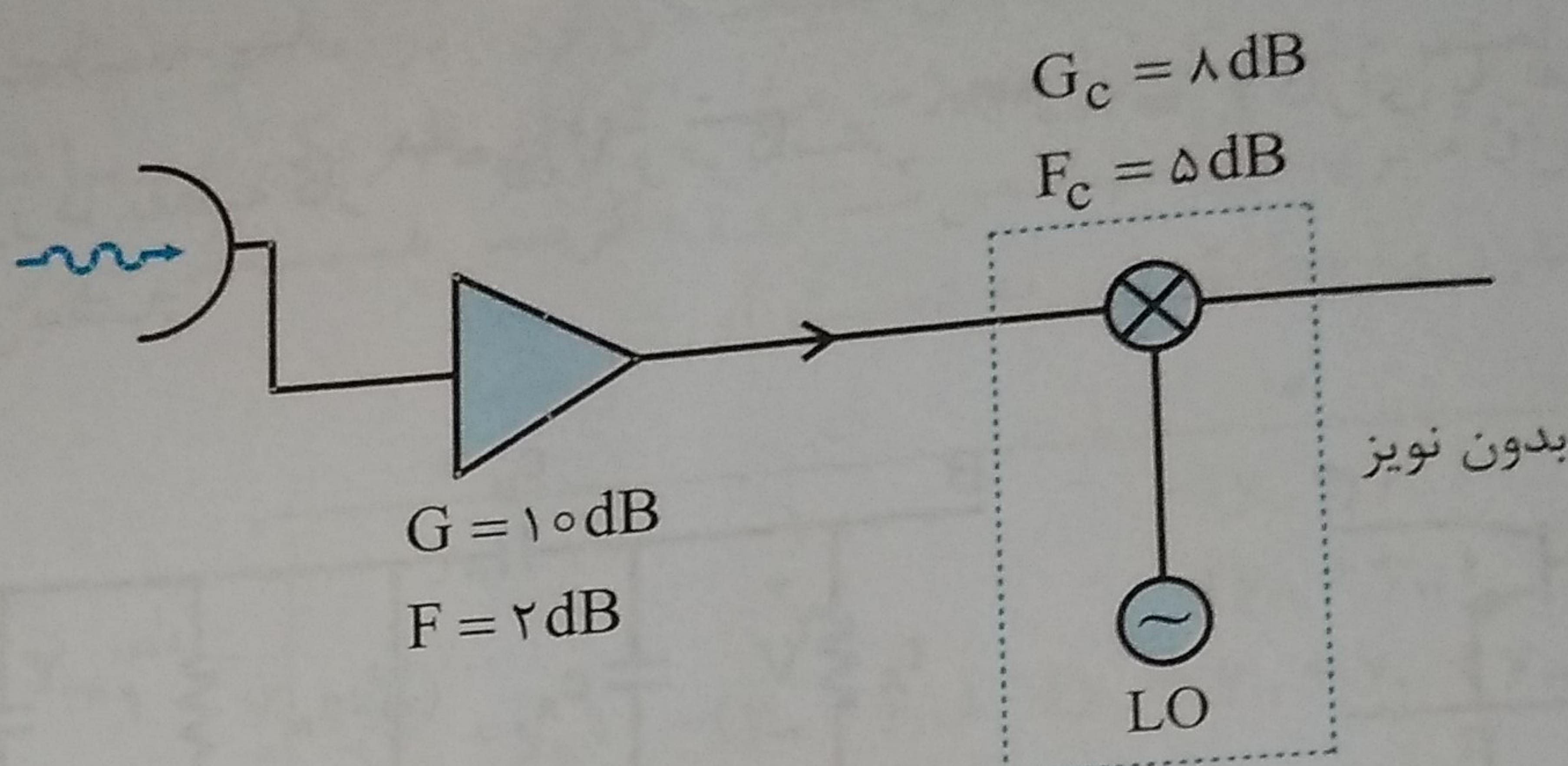


شکل ۲-۳۳ مسئله ۶

۷. برای گیرنده‌ی شکل زیر فاکتور نویز کل و می‌نیمم سیگنال قابل آشکارسازی را محاسبه نمایید.

$$(S/N)_{out} = 5 \text{ dB}$$

$$B.W. = 5 \text{ MHz}$$



شکل ۲-۳۴ مسئله ۷

۸. در یک ترانزیستور RF، مکان هندسی نقاطی که عدد نویز آنها، در فرکانس ۷۰ مگاهرتز، $F = 5 \text{ dB}$ می‌باشد داده شده است: (واحدها در این رابطه mS است).

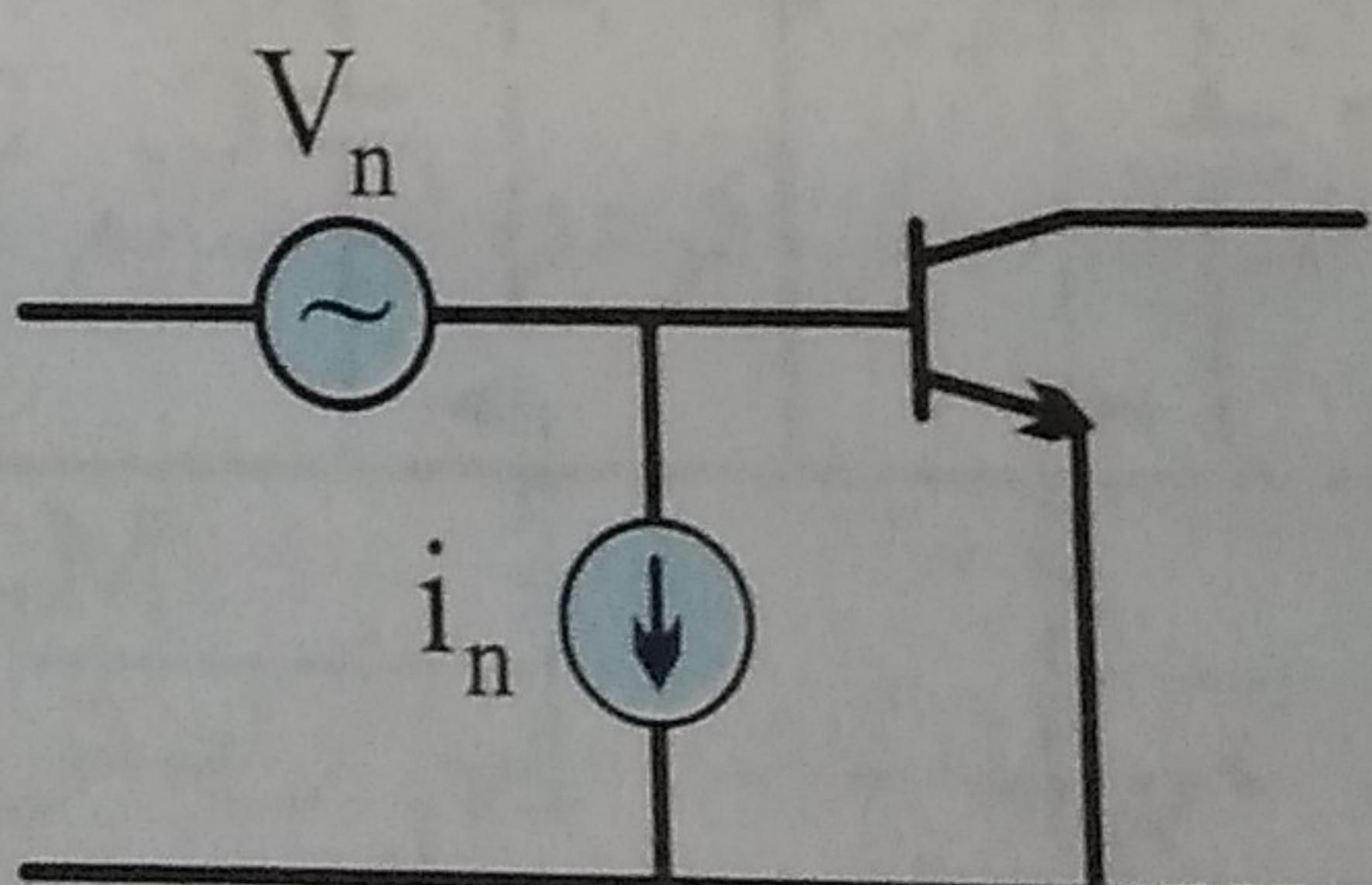
$$(G_S - 19,167)^2 + (B_S + 5)^2 = 361,12$$

اولاً، ادمیتانس بهینه نویز را تعیین نموده و مدار ورودی را برای کمترین عدد نویز تطبیق دهید.
ثانیاً، اگر عدد نویز بهینه این ترانزیستور برابر $B = 3 \text{ dB}$ باشد، مقدار مقاومت نویز دو دهانه آن را تعیین کنید.

۹. نشان دهید اگر n دو دهانه‌ای با فاکتور نویز F_i و گین G_i به صورت متوالی به هم متصل شده باشد، فاکتور نویز کل از رابطه زیر به دست می‌آید که به رابطه Friis مشهور است.

$$F = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \dots + \frac{F_n - 1}{G_1 G_2 \dots G_{n-1}}$$

۱۰. اگر ماتریس همبستگی نویز ترانزیستور در نمایش متوالی C^A باشد.



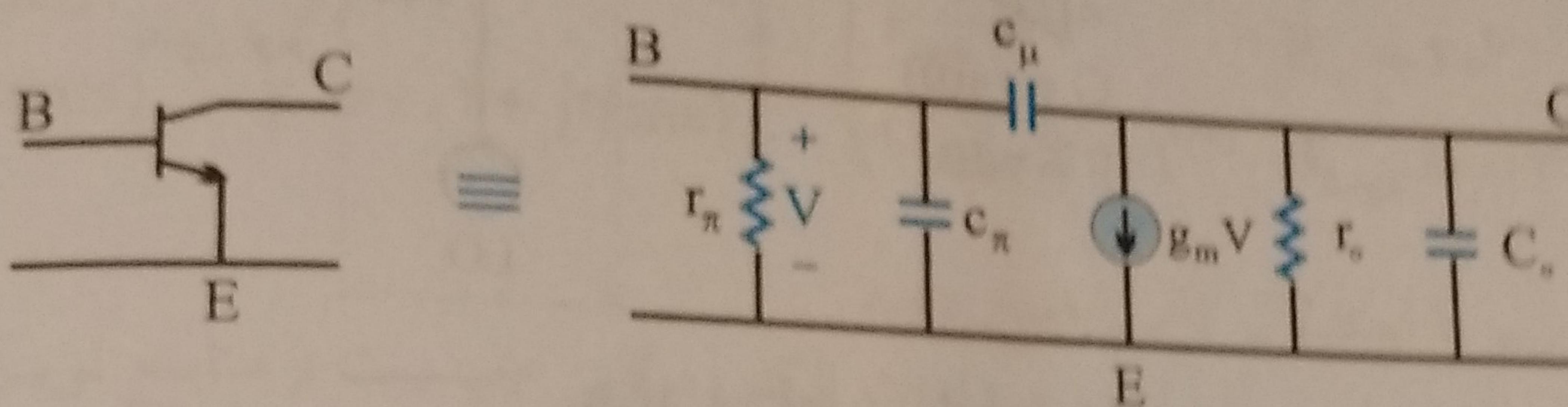
شکل ۲-۳۵ مسئله ۱۰

$$C^A = \begin{pmatrix} V_n \\ i_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_n^* & i_n^* \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \overline{V_n V_n^*} & \overline{V_n i_n^*} \\ \overline{i_n V_n^*} & \overline{i_n i_n^*} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_{11}^A & C_{12}^A \\ C_{21}^A & C_{22}^A \end{pmatrix}$$

پتانسیله فاکتور نویز ترانزیستور به صورت $F = 1 + \frac{C_{\pi}^A - r \operatorname{Re}\{y_S C_{\pi}^A\} + |y_S|^2 C_{\pi}^A}{r k T \operatorname{Re}\{y_S\}}$ بیان شود.

براساس رابطه ارتباط پارامترهای نویز یعنی $Z_{S,\text{opt}}, G_n, F_{\min}$ را با عنصر ماتریس همیستگی بیان نمایید.

۱۱. اگر ترانزیستور در نقطه کار $V_{CE} = ۲\text{V}$ و فرکانس $f_e = ۱۰\text{MHz}$ دارای پارامتری سیگنال و نویز به صورت ذیل باشد.



شکل ۲-۳۶ مسئله ۱۱

$$r_\pi = 50\Omega \quad C_\pi = 1\text{PF} \quad I_c = 5\text{mA}$$

$$r_o = 1\text{K}\Omega \quad C_s = 2\text{PF}$$

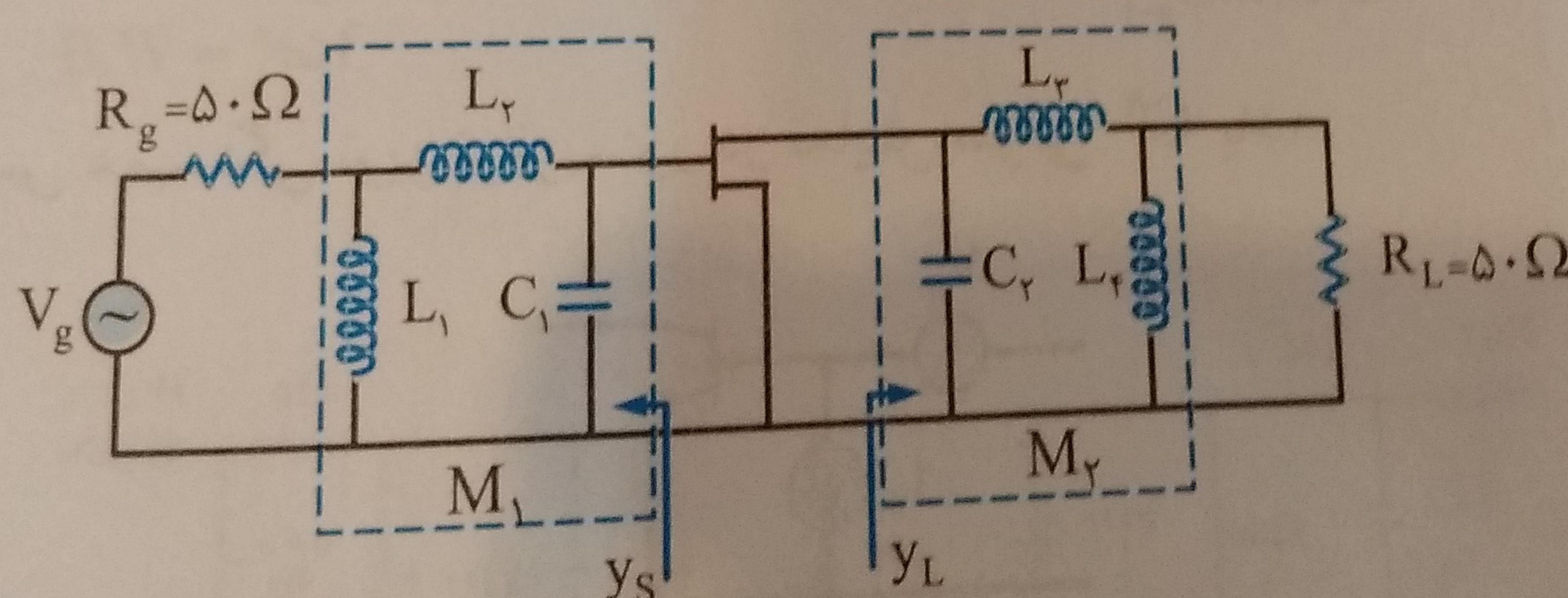
$$F_{\min} = 2\text{dB} \quad C_\mu = 0.2\text{PF}$$

$$y_{s,\text{opt}} = (2 + j2)^{-1} \text{ S}$$

$$R_B = 5\Omega$$

آن گاه تقویت‌کننده‌ای طرح نمایید که در فرکانس مورد نظر ($f_e = 10\text{MHz}$) دارای فاکتور نویز $F < 4\text{dB}$ و بهره به مقدار نصف حداکثر بهره ممکن خود باشد.

۱۲. الف: با توجه به شکل زیر بهره انتقال G_t را محاسبه نمایید.



شکل ۲-۳۷ مسئله ۱۲

ب: حداکثر بهره‌ای که از دو دهانه‌های M_1, M_2 می‌توان به دست آورد چقدر است و در اینحالت G_t را محاسبه نمایید.

ج: چگونه می‌توان $G_{tu\max}$ مدار فوق را افزایش داد (بحث نمایید)