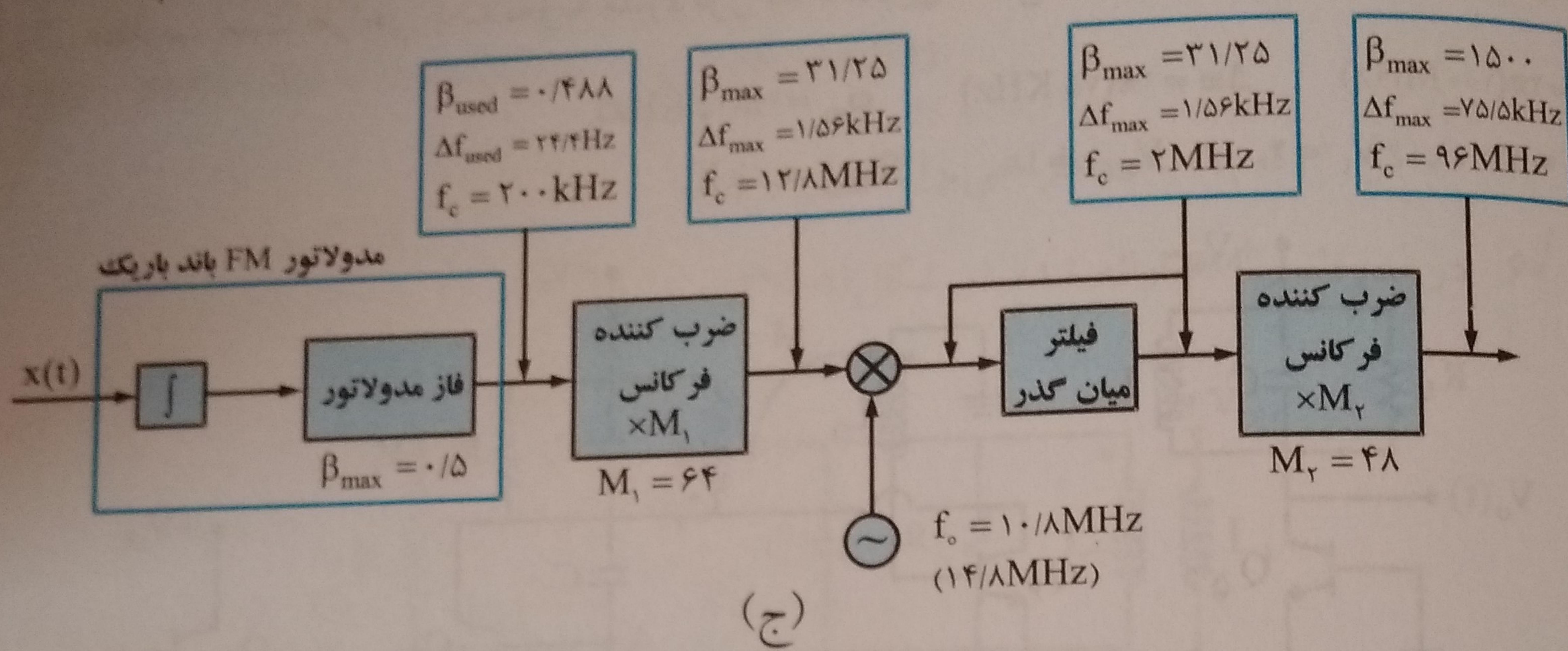


$$f_o = M_1 \cdot f_c \left|_{NB\ mod} - f_c \right|_{BP} = 64 \times 200 \text{ kHz} - 2 \text{ MHz} = 12.8 \text{ MHz} - 2 \text{ MHz} = 10.8 \text{ MHz}$$

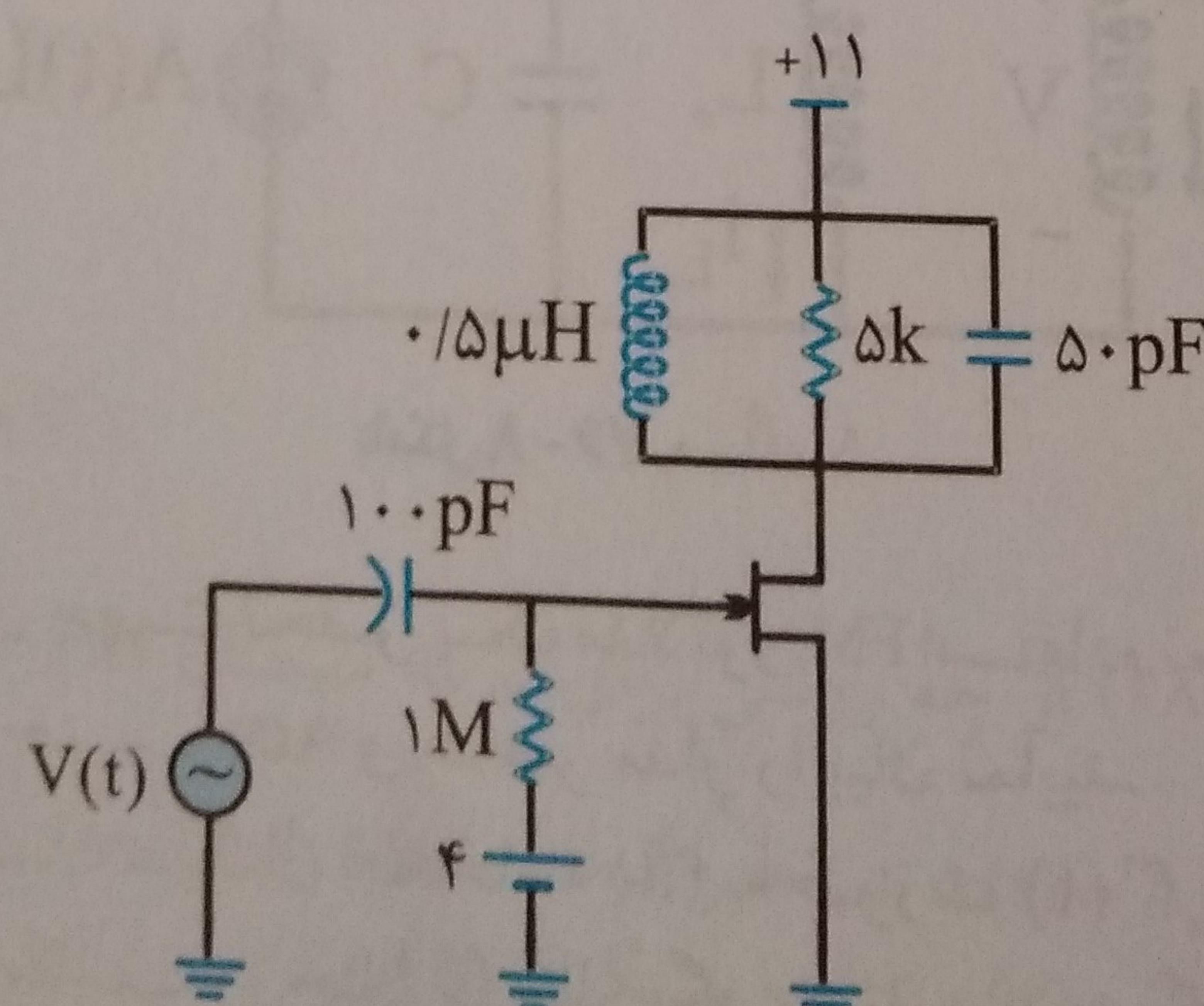
$$f_o = M_1 \cdot f_c \left|_{NB\ mod} + f_c \right|_{BP} = 64 \times 200 \text{ kHz} + 2 \text{ MHz} = 12.8 \text{ MHz} + 2 \text{ MHz} = 14.8 \text{ MHz}$$



شکل مثال ۲-۸

## مسائل فصل هشتم

۱. برای سیگنال FM با مشخصات ( $\omega_c = 2\pi(100 \text{ MHz})$ ,  $\Delta\omega = 2\pi(75 \text{ KHz})$ ,  $\omega_m = 2\pi(10 \text{ KHz})$ ) به کمک بسط توابع بسل پهنهای باند سیگنال را محاسبه نموده و سپس نتیجه را با نتایج شکل (۲-۸) مقایسه نمایید.
۲. نشان دهید چنانچه  $\Delta\omega$  باشد معادله دیفرانسیل سیگنال FM به صورت رابطه تقریبی (۱۲-۸) ارائه می‌گردد.
۳. در مدار شکل (۲۴-۸) ولتاژ خروجی در درین ترانزیستور را محاسبه نمایید. فرض کنید مشخصه‌ی FET به صورت چند جمله‌ای درجه دو باشد.



شکل ۲۴-۸

مسئله ۳

$$V(t) = \tau \cos \left( 10^8 t + 10^5 \int \cos 10^7 \theta d\theta \right)$$

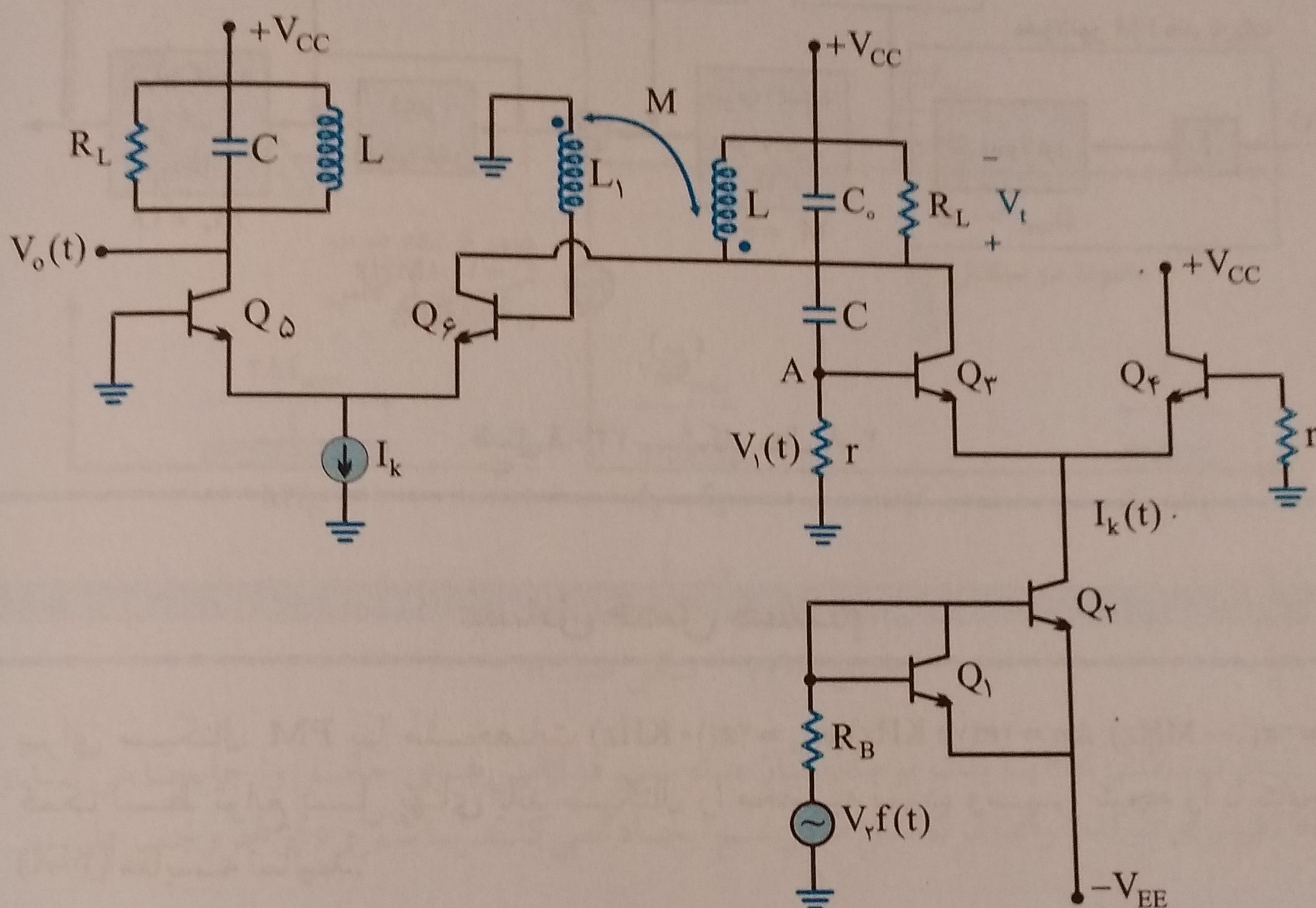
$$I_{DSS} = 2 \text{ mA}$$

$$V_p = -2 \text{ V}$$

۴. مطلوب است طراحی یک نمونه مدولاتور FM مطابق شکل و مشخصات زیر:

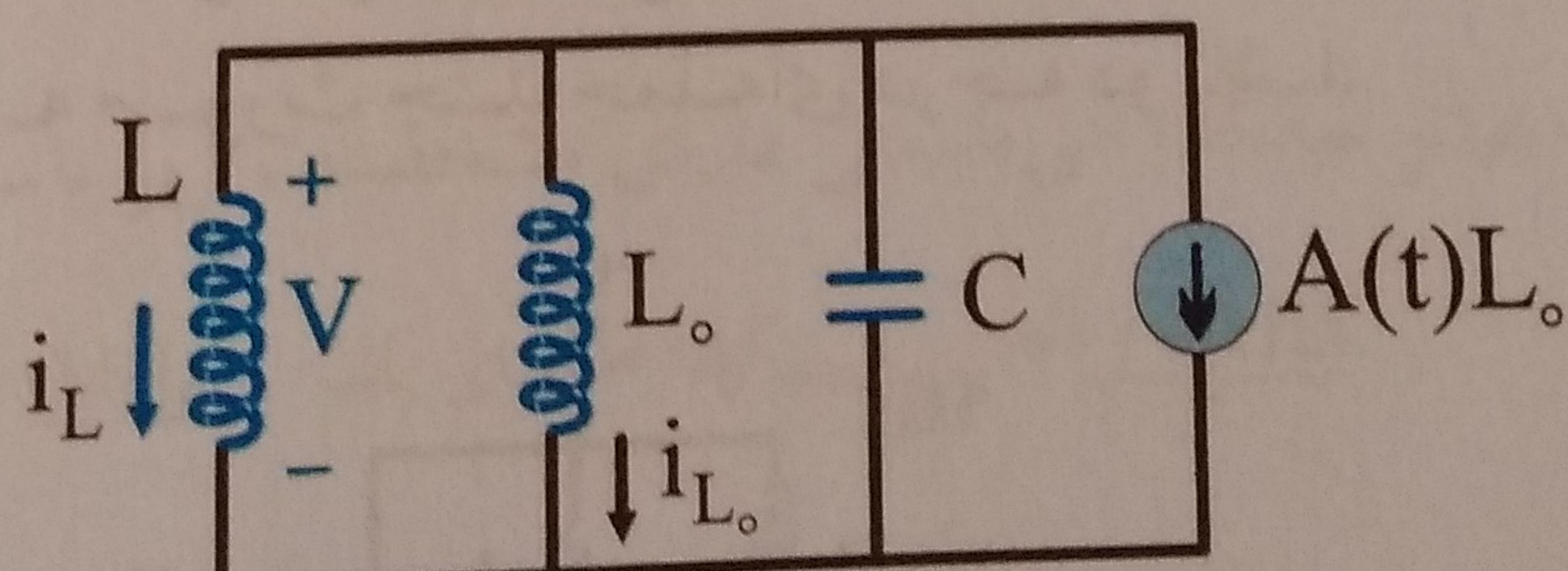
$$\omega_0 = 2\pi(100 \text{ MHz}) , \Delta\omega = 2\pi(75 \text{ KHz}) , \omega_m = 2\pi(15 \text{ KHz})$$

$$Q_T = 30 , V_t = 4 , V_{CC} = 10 , R_{loss} = 20 \text{ K}$$



شکل ۲۵-۸ مسئله ۴

۵. الف) برای شکل (۲۶-۸) معادله دیفرانسیل ولتاژ دو سر سلفها را به دست آورید.



شکل ۲۶-۸ مسئله ۵

ب) اگر از مدار فوق جهت تحقق یک مدولاتور FM استفاده نماییم فرکانس لحظه‌ای سیگنال  $A_i(t)\omega_i(t)$  را برحسب  $A(t)$  و عناصر مدار را بیان نماید.

ج) چنانچه  $A(t)$  بر حسب سیگنال اطلاعات  $f(t)$  به صورت  $A(t) = \beta_0 + \beta_1 f(t) + \beta_2 f'(t)$  باشد آنگاه تقریب‌های مناسب را چنان در نظر بگیرید تا بتوان سیگنال FM سینوسی را با روشی

فوق تحقق داد.

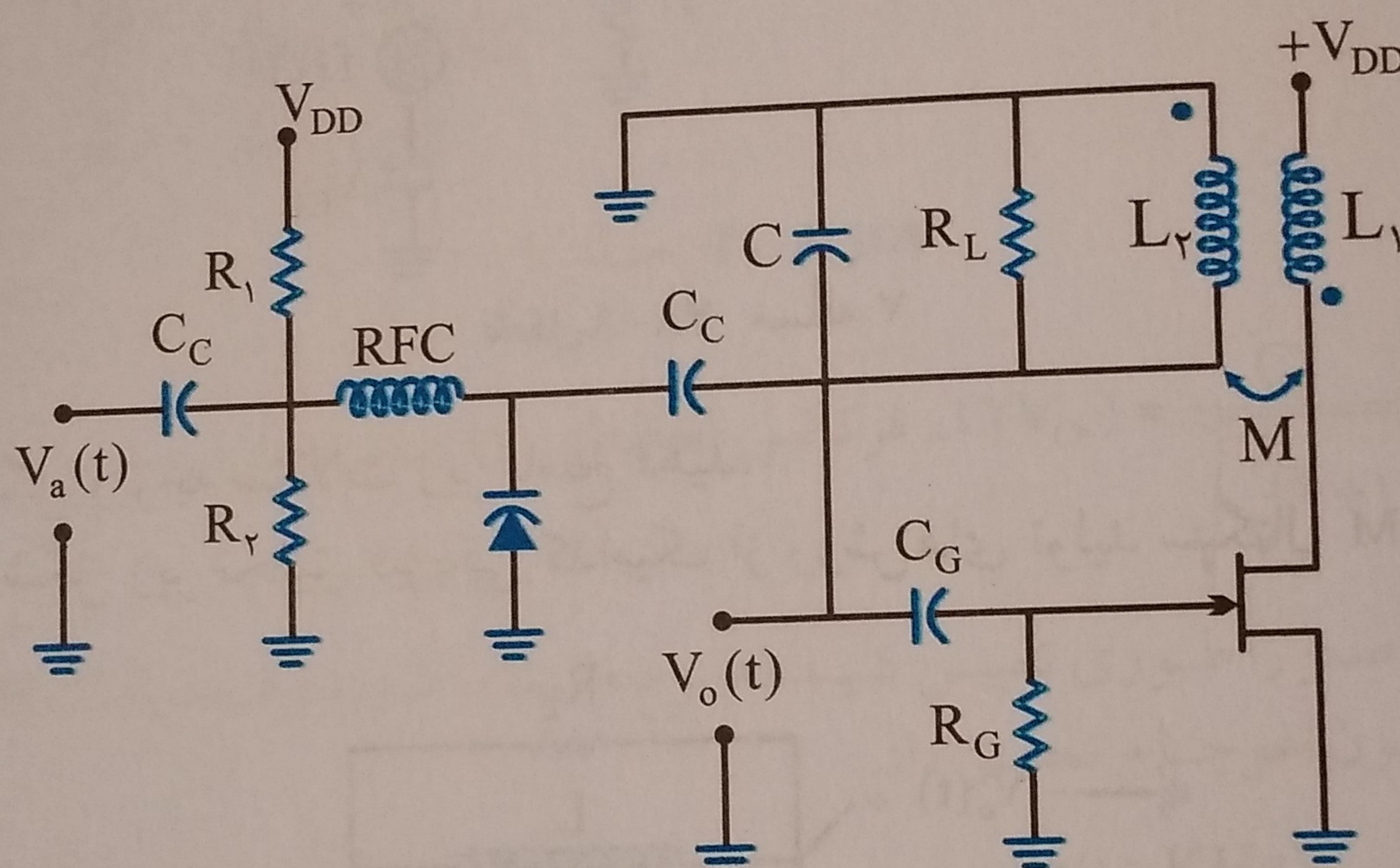
د) براساس مدار فوق یک مدولاتور FM را طوری طرح نمایید که سیگنال FM زیر تولید شود (ارائه شرایط لازم ضروری است).

$$V = V_0 \cos(\omega_0 t + \Delta\omega \int f(\theta) d\theta)$$

$$\omega_0 = 2\pi(100 \text{ MHz}) \quad \Delta\omega = 2\pi(75 \text{ KHz}) \quad \omega_m = 2\pi(10 \text{ KHz})$$

ه) اگر  $V = 3$  باشد طراحی را تکمیل نمایید.

ج) در مدولاتور FM ارائه شده در شکل (۲۷-۸):



شکل ۲۷-۸ مسئله ۶

الف: مقاومت‌های  $R_1, R_2$  را به گونه‌ای انتخاب کنید که فرکانس موج حامل  $10 \text{ MHz}$  باشد.

ب: دامنه سیگنال صوتی چقدر باشد تا انحراف فرکانس ماکزیمم  $10 \text{ KHz}$  باشد.

ج: مقادیر مجهول را برای آنکه دامنه نوسانات  $2 \text{ V}$  باشد تعیین نمایید.

$$C = 2 \text{ pF} \quad L = 1 \mu\text{H}$$

$$R_L = 5 \text{ k}\Omega \quad I_{DSS} = 4 \text{ mA}$$

$$C_D = \frac{30 \text{ pF}}{\sqrt{1 + \frac{V_r}{0.6}}}$$

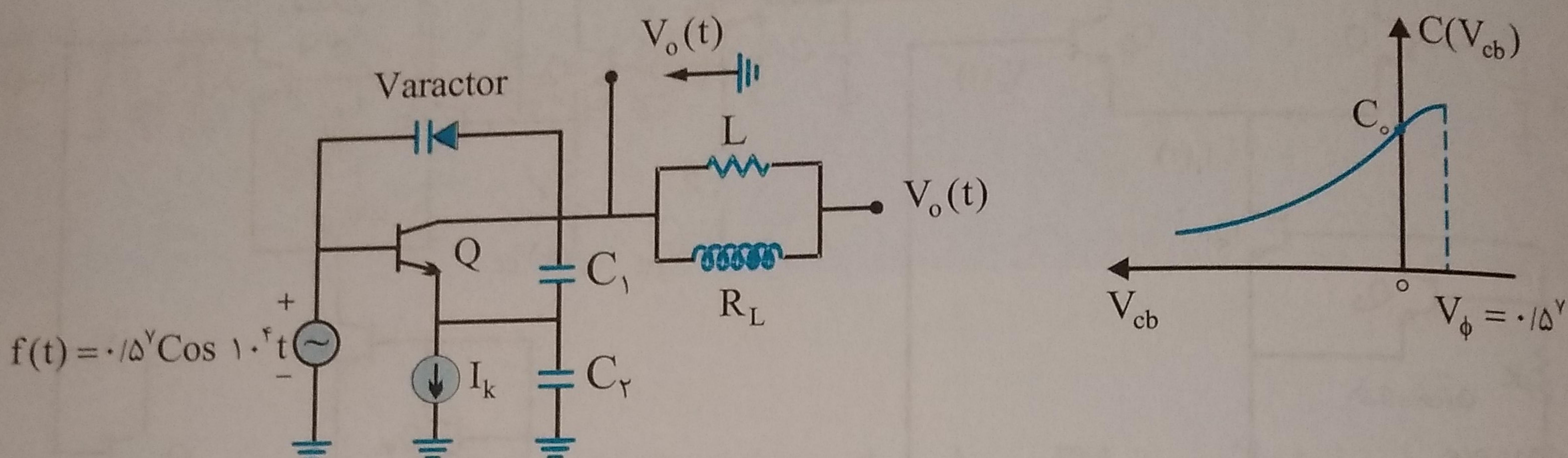
$$V_P = -4 \text{ V} \quad V_{DD} = 10 \text{ V}$$

الف: در شکل (۲۸-۸) از چه روشی برای تولید سیگنال FM سینوسی استفاده شده است.

ب: اگر  $A(t) = A_0 + A_1 f(t)$  در نظر گرفته شود. آنگاه مقادیر عناصر و شرایط لازم را طوری محاسبه و یا ارائه نمایید که سیگنال FM زیر بدون اعوجاج تولید گردد.

د: مقادیر عناصر مدار را طوری تعیین نمایید که بتوان سیگنال FM با دامنه  $1^{\circ}$  و فرکانس لحظه‌ای فوق را داشته باشیم.

۹. الف: نوع مدولاتور FM شکل زیر را مشخص نمایید.



شکل ۳۰-۸ مسئله ۹

ب: با فرض  $C(V_{cb}) = \frac{C_0}{\sqrt{\frac{V_{cb}}{V_Q} + 1}}$ ، فرکانس لحظه‌ای  $(t)$  و ولتاژ خروجی را محاسبه نمایید.

ج: مقادیر عناصر را طوری تعیین کنید (طرح مسئله) که بتوان سیگنال FM با مشخصات زیر را بدون اعوجاج تحقق داد.

$$\theta_i(t) = 2\pi(100 \text{ MHz})t + 2\pi(75 \text{ KHz}) \int^t f(\theta) d\theta, \quad \omega_m = 2\pi(15 \text{ KHz})$$

د: مقادیر عناصر مدار را طوری طرح نمایید که سیگنال با دامنه خروج  $2^{\circ}$  و فاز لحظه بالا تحقق یابد.

۱۰. مطلوب است طراحی یک نمونه مدولاتور FM سینوسی مطابق شکل (۳۱-۸) و مشخصات زیر:

$$\omega_0 = 2\pi(100 \text{ MHz}), \quad \Delta\omega = 2\pi(75 \text{ KHz}), \quad \omega_m = 2\pi(15 \text{ KHz})$$

در صورت لزوم مدار تکمیلی اضافه گردد.

### تمرین شبیه‌سازی

۱. مدار مسئله ۳ را به کمک نرم افزار شبیه‌سازی نموده و نتایج آن را با نتایج تحلیلی مقایسه نمائید.

۲. مدار مسئله ۷ را به کمک نرم افزار شبیه‌سازی نموده و نتایج آن را با نتایج تحلیلی مقایسه نمائید.

۳. چنانچه سیگنال FM با مشخصات  $\omega_0 = 2\pi(100 \text{ MHz}), \Delta\omega = 2\pi(50 \text{ KHz})$  (سیگنال اطلاعات یک سیگنال QPSK) در ورودی یک ساختار زوج تفاضلی قرار گیرد به کمک نرم افزار ADS طیف سیگنال خروجی را شبیه‌سازی نمائید.