

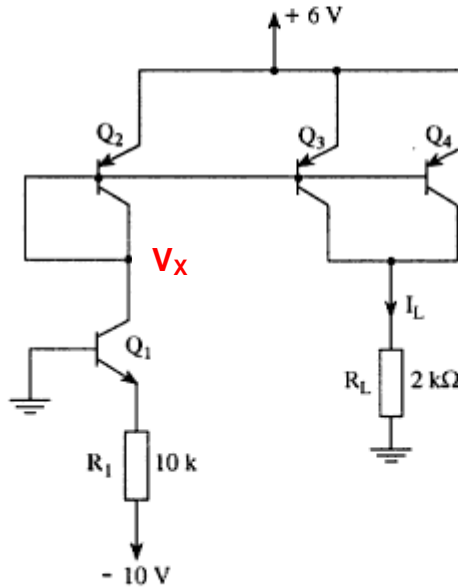
פתרון מבחן אלקטרוניקה תקבילית שנת התשנ"ח (1998)

1. נתון המעגל "ראי זרם" שכצויר 1.

נתוני הטרנזיסטורים: $|V_{BE}| = 0.7\text{ V}$, $\beta \rightarrow \infty$ (ניתן להזניח את זרמי הבסיס)

א. חשב את הזרם I_L .

ב. חשב את מתחי ה- V_{CE} של כל אחד מהטרנזיסטורים.



ציור 1

פתרון:

(א) $0 = V_{BE1} + I_{E1}R_1 - 10$
 $10 - 0.7 = 10k I_{E1}$
 $I_{E1} = 0.93\text{mA}$
 זרמי בסיס זניחים $\leftarrow I_{E1} = I_{C1}$
 $I_{C1} = I_{C2} = I_{E2} = I_{E3} = I_{E4} = I_{C3} = I_{C4}$
 $I_L = I_{C3} + I_{C4} = 0.93\text{mA} + 0.93\text{mA} = 1.86\text{mA}$

(ב) $V_L = I_L R_L = 1.86\text{mA} \cdot 2k = 3.72\text{V}$
 $V_{CE3} = V_{CE4} = V_{CC} - V_L = 6 - 3.72 = 2.28\text{V}$
 $V_X = V_{CC} - V_{EB} = 6 - 0.7 = 5.3\text{V}$
 $V_{CE2} = V_{CC} - V_X = 6 - 5.3 = 0.7\text{V}$
 $V_X = V_{CE1} + I_{E1}R_1 - 10$
 $V_{CE1} = V_X - I_{E1}R_1 + 10$
 $V_{CE1} = 5.3 - 0.93\text{mA} \cdot 10k + 10 = 6\text{V}$

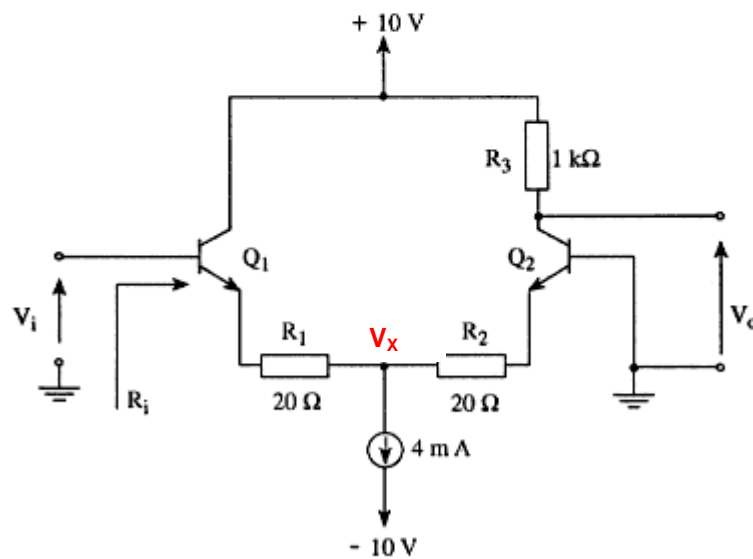
בציור 2 נתון תרשים של מגבר הפרש. הנח שהטרנזיסטורים זהים.

נתוני הטרנזיסטורים:

$$V_{BE} = 0.7 \text{ V} , \beta_{DC} = h_{fe} = 100$$

$$h_{ie} = 1 \text{ k}\Omega , h_{re} = h_{oe} = 0$$

- א. חשב את נקודת העבודה של כל טרנזיסטור $[I_C ; V_{CE}]$ (עבור $V_i = 0$)
- ב. חשב את הגבר המתח $\left(\frac{V_o}{V_i}\right)$ ואת התנגדות המבוא (R_i) .



ציור 2

פתרון:

$$(א) \quad I_{E1} = I_{E2} = \frac{4m}{2} = 2mA$$

$$I_{C1} = I_{C2} = \frac{I_{E1} * \beta}{\beta + 1} = \frac{2m * 100}{101} = 1.98mA$$

$$V_X = I_{E1}R_1 + V_{EB1} = 2m * 20 - 0.7 = -0.66V$$

$$V_{CE1} = V_{CC} - V_X = 10 - (-0.66) = 10.66V$$

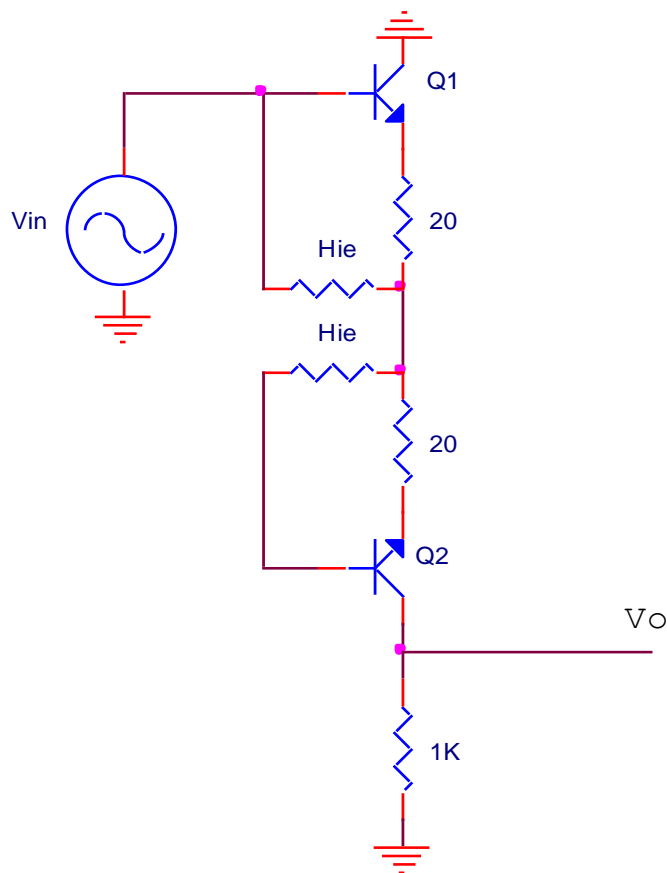
$$V_{CC} = I_{C2}R_3 + V_{CE2} + V_X$$

$$V_{CE2} = V_{CC} - I_{C2}R_3 - V_X = 10 - 1.98m * 1k + 0.66 = 8.68V$$

$Q_1(1.98m, 10.66V)$

$Q_2(1.98m, 8.68V)$

(ב)



תרשים חשמלי ב-A.C. לחישוב ההגבר

$$I_{B1} = \frac{V_i}{R_i}$$

$$R_i = 2(H_{ie} + R_E(H_{FE} + 1)) = 2(1K + 40(101)) = 6.04K\Omega$$

$$I_{B1} = \frac{V_i}{6.04K}$$

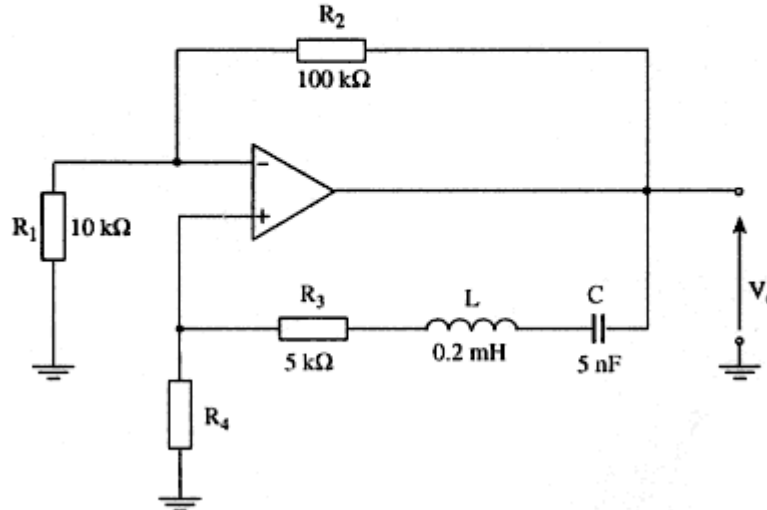
$$I_{C1} = H_{FE} I_{B1} = \frac{V_i}{R_i} * H_{FE} = \frac{H_{FE} * V_i}{R_i} = \frac{100V_i}{6.04K} = 16.55mV_i$$

$$I_{C2} = -I_{C1}$$

$$V_o = -I_{C2} R_3 = -(-16.55mV_i) * 1K = 16.55V_i$$

$$\frac{V_o}{V_i} = 16.55$$

3. א. רשום את ביטויים של התנאים הנדרשים לקיום תנודות סינכרוניזציה והסבר אותם.
 ב. מגבר השרת שבציור 3 הינו אידיאלי.
 (1) חשב את תדר התנודות של המעגל שבציור 3.
 (2) חשב את הערך המינימלי של הנגד R_4 הדרוש להתהוותן של תנודות במעגל.



ציור 3

פתרון:

$$\beta A \geq 1 \quad (\text{א})$$

$$\infty \beta A = 0^\circ$$

התנאים הנדרשים לקבלת תנודות הם תנאי ברקאוזן הקובעים כי $\beta A \geq 1$, כלומר ההגבר צריך להיות אנסופי, וכי $\infty \beta A = 0^\circ$, כלומר חייב להיות משוב חיובי למעגל.

(ב) 1 -
$$j\omega L = \frac{1}{j\omega C}$$

$$1 = \omega^2 LC$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{0.2_m * 5_n}} = 159.15_{\text{KHz}}$$

2 -
$$\beta = \frac{V_f}{V_o}$$

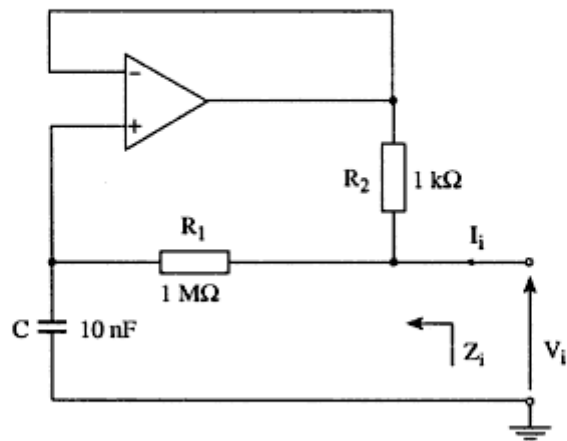
$$V_f = \frac{V_o * R_4}{R_3 + R_4} = \frac{V_o R_4}{5_k + R_4}$$

$$\beta = \frac{V_o R_4}{5_k + R_4} = \frac{R_4}{5_k + R_4}$$

$$A = \left(\frac{100_k}{10_k} + 1 \right) = 11$$

$$\begin{aligned} \beta A &= 1 \\ \beta &= \frac{1}{A} = \frac{1}{11} \\ \frac{1}{11} &= \frac{R_4}{5k + R_4} \\ 11R_4 &= 5k + R_4 \\ 10R_4 &= 5k \\ R_4 &= 500\Omega \end{aligned}$$

4. המעגל שבציור 4 משמש כמכפל קיבולי. מצא את ביטוייה של עכבת המבוא (Z_i) בתלות ברכיבי המעגל וחשב את ערכה של הקיבוליות המשתקפת במבוא (הנח שמגבר השרת הינו אידיאלי).



ציור 4

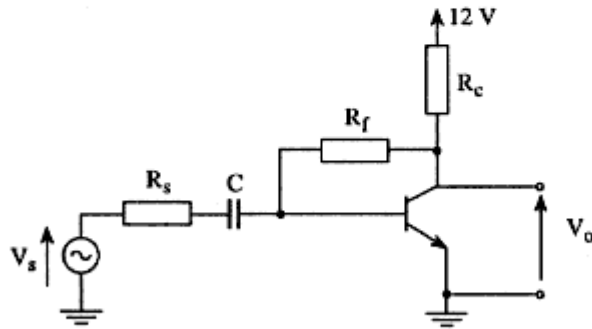
5. בציר 5 נתון תרשים של מגבר טרנזיסטורי שנתוניו הינם:

$$h_{ie} = 1 \text{ k}\Omega, \quad h_{fe} = 50, \quad R_f = 40 \text{ k}\Omega, \quad R_c = 4 \text{ k}\Omega, \quad R_s = 1 \text{ k}\Omega, \quad C \rightarrow \infty$$

א. זהה את סוג המשוב וחשב את מקדם המשוב β . נמק תשובתך.

ב. חשב את ערכו של ההגבר בחוג הפתוח.

ג. חשב את ההגבר בחוג סגור $\left(\frac{V_o}{V_s}\right)$.



ציר 5

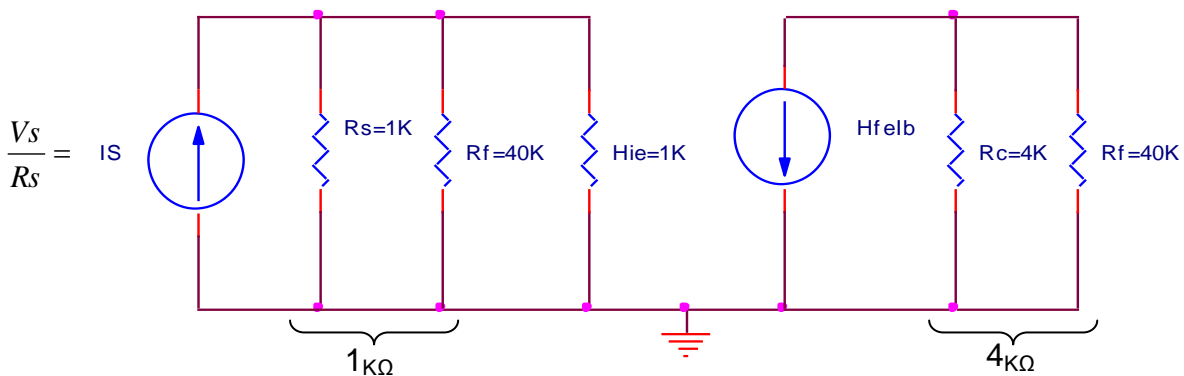
פתרון:

(א)

המשוב הוא משוב זרם-מתח משום שבמוצא הטרנזיסטור (האמיטר) אנו דוגמים מתח אותו אנו מחזירים בעזרת המשוב, מתח זה מפתח זרם על הנגד R_f , וזרם זה נכנס לבסיס הטרנזיסטור.

$$\beta = -\frac{1}{40 \text{ k}} = -\frac{1}{R_f}$$

(ב)



משום שהיחס בין R_s ל- R_f גדול כל-כך הנגד השקול שלהם ישאף להיות $1 \text{ k}\Omega$, וגם במקרה של R_c ו- R_f הנגד השקול שלהם ישאף להיות $4 \text{ k}\Omega$.

$$I_B = \frac{I_s * R_s \parallel R_f}{R_s \parallel R_f + h_{ie}} = \frac{I_s * 1 \text{ k}}{1 \text{ k} + 1 \text{ k}} = 0.5 I_s$$

$$I_C = h_{FE} I_B = 50 * 0.5 I_s = 25 I_s$$

$$V_o = -I_C * (R_c \parallel R_f) = -25 I_s * 4 \text{ k} = -100 \text{ k} I_s$$

$$\frac{V_o}{I_s} = -100_K$$

$$(a) \quad A_{Vf} = \frac{-100_K}{1 + \left(-\frac{1}{40_K}\right) * (-100_K)} = -28.57_K$$