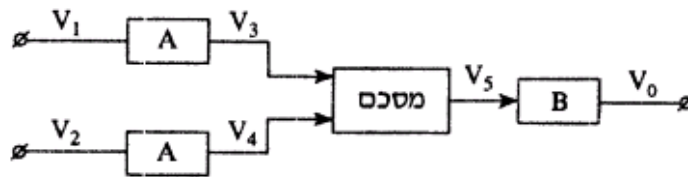


פתרון מבחן אלקטרוניקה תקבילית שנת התשנ"ה (1995)

פרק שני: אלקטרוניקה תקבילית

ענה על שאלה אחת למחות מבין השאלות 4 - 8 (לכל שאלה - 25 נקודות).

4. בציר 3 נתון תרשים המלבנים של מערכת, שבה A הוא מגבר לוגריתמי ($V_3 = \ln V_1$) ו-B הוא מגבר אנטי-לוגריתמי ($V_0 = e^{V_5}$).
 א. חשב את מתח המוצא V_0 בתלות במתחי המבוא V_1 ו- V_2 .
 ב. הצע מעגל למימוש המלבן B והסבר את פעולתו.



ציר 3

פתרון:

(א)

$$V_3 = \ln V_1$$

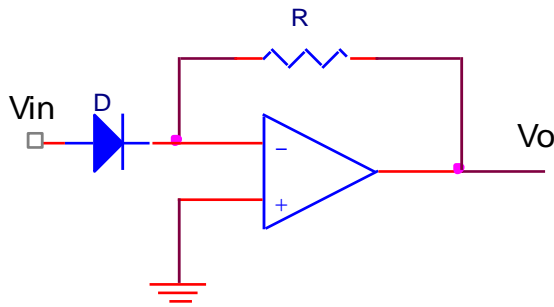
$$V_4 = \ln V_2$$

$$V_5 = \ln V_1 + \ln V_2 = \ln(V_1 * V_2)$$

$$V_0 = e^{\ln(V_1 * V_2)} = V_1 * V_2$$

(ב)

$$I_D = I_o \left(e^{\frac{V_D}{nV_t}} - 1 \right)$$



$$V_o = -V_R = -I_D R$$

$$V_o = -I_o \left(e^{\frac{V_D}{nV_t}} \right) R$$

אנו מזניחים את ה-1 כי הוא זניח יחסית לחזקה. כעת:

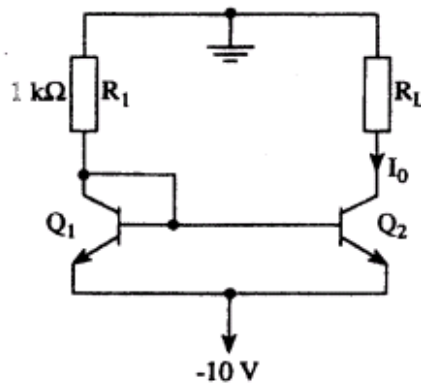
$$V_{IN} = V_D$$

$$V_o = -I_o R \left(e^{\frac{V_{in}}{V_T}} \right)$$

5. המעגל שבציור 4 משמש כמקור זרם בשיטת ראי-זרם (current mirror). הנח שהטרנזיסטורים Q_1 ו- Q_2 חנים זהים. נתון: $V_{BE} = 0.7 V$; $\beta = 100$.

א. חשב את הזרם I_0 .

ב. הסבר מהי התוספת שיש לבצע במעגל שבציור 4 על מנת לקבל 3 מקורות זרם שכל אחד מהם בעוצמה בסדר גודל I_0 . סרטט את המעגל המוצע.



ציור 4

פתרון:
(א)

$$I_{C1} = I_{C2} \leftarrow \text{ראי זרם}$$

$$I_{B1} = I_{B2} \leftarrow \text{ראי זרם}$$

$$I_{R1} = I_{C1} + I_{B1} = I_{C1} + \frac{I_{C1}}{\beta}$$

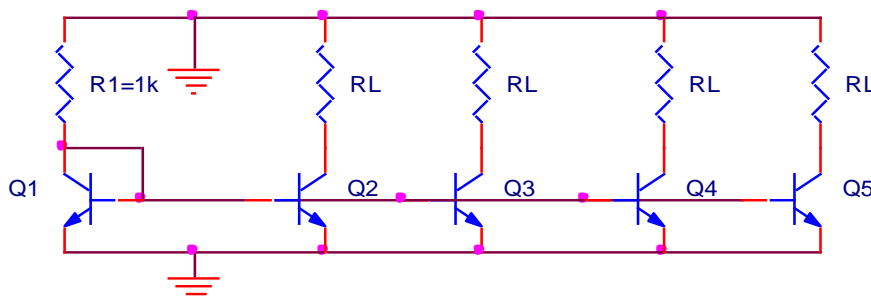
$$0 = I_{R1} R_1 + V_{BE} - 10$$

$$10 - 0,7 = \left(I_{C1} + \frac{I_{C1}}{100} \right) * 1K$$

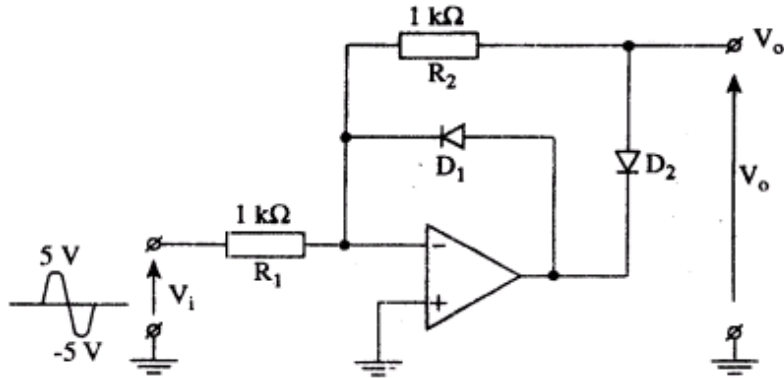
$$9,3 = 1K I_{C1} + 10 I_{C1} = 1.01K I_{C1}$$

$$I_{C1} = I_{C2} = I_o \frac{9,3}{1.01K} = 9.2mA$$

(ב)



6. המעגל שבצירור 5 משמש כמיישר מתח מדויק. הנח שהדיודות ומגבר השרת הינם אידיאליים.
- ציין מהו המצב של הדיודות וחשב את מתח המוצא עבור $V_i > 0$.
 - חזור על סעיף א' עבור $V_i < 0$.
 - סרטט את צורות מתח המבוא ומתח המוצא, בהתייחס למתח המבוא המסורטט בצירור.



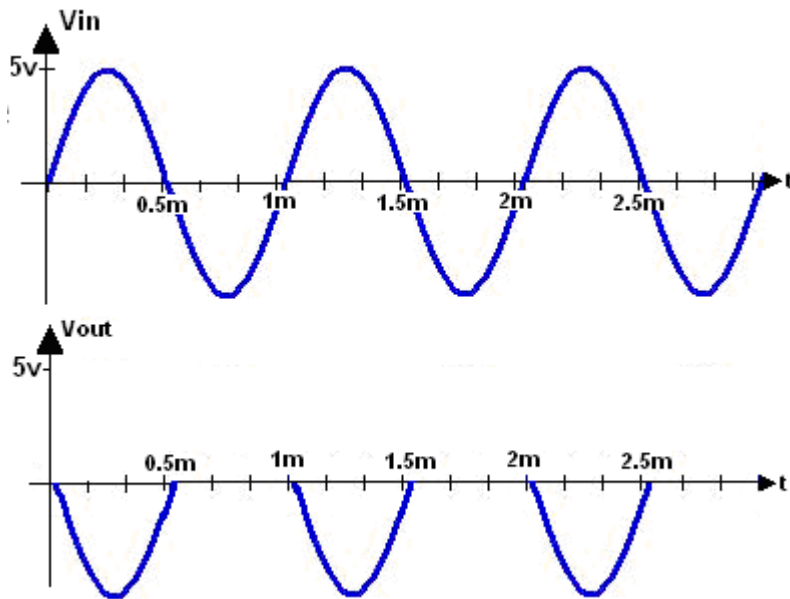
ציור 5

פתרון:

- (א) ראשית נניח כי 2 הדיודות בקיטעון, לכן נקבל משווה. ברגל המינוס נקבל מתח הגדול מ- $0V$ (אדמה), ולכן במוצא המגבר נקבל מתח של $-V_{CC}$. כעת, משום שקתודה של D_1 יותר חיובית מהאנודה שלה (בקתודה יש מתח כלשהו הגדול מ- $0V$, ובאנודה $-V_{CC}$) הדיודה לא תוליך. ומשום שהאנודה של D_2 חיובית מהקתודה שלה היא תוליך. לכן נרשום:
- $O_{FF} - D_1$
 $O_N - D_2$

- (ב) ראשית נניח כי 2 הדיודות בקיטעון, לכן נקבל משווה. ברגל המינוס נקבל מתח הקטן מ- $0V$ (אדמה), ולכן במוצא המגבר נקבל מתח של $+V_{CC}$. כעת, משום שאנודה של D_1 יותר חיובית מקתודה שלה (בקתודה יש מתח כלשהו הקטן מ- $0V$, ובאנודה $+V_{CC}$) הדיודה תוליך. ומשום שהאנודה של D_2 איננה חיובית מהקתודה שלה היא תשאר בקיטעון. לכן נרשום:
- $O_N - D_1$
 $O_{FF} - D_2$

(ג)



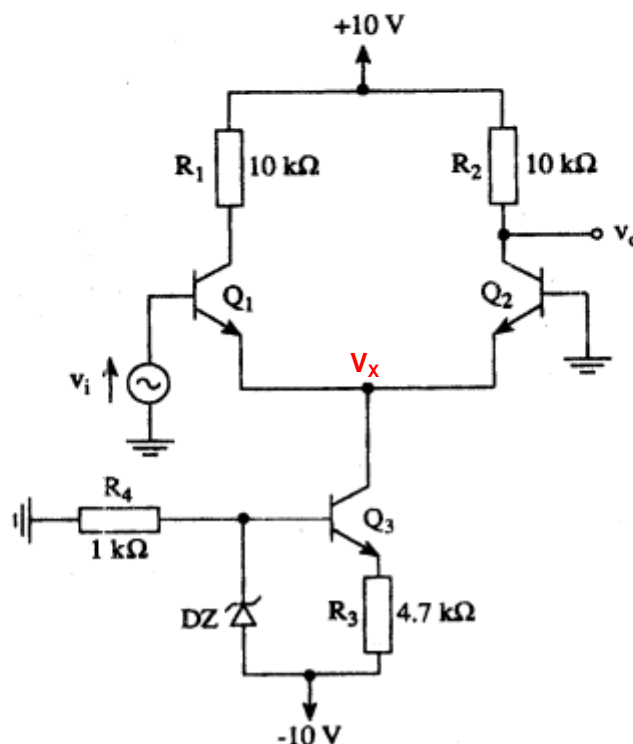
המגבר שבציור 6 הינו מגבר הפרש. הנח שהטרנזיסטורים Q_1 , Q_2 ו- Q_3 זהים. נתונים:

$$V_{BE} = 0.6 \text{ V} ; h_{re} = h_{oe} = 0 ; h_{fe} = 50 ; h_{ie} = 2 \text{ k}\Omega ; V_Z = 5.6 \text{ V}$$

חשב את:

א. נקודת העבודה של שלושת הטרנזיסטורים (I_C , V_{CE}). הזנה את זרמי הבסיס.

ב. הגבר המתח: $A_v = \frac{v_o}{v_i}$



פתרון:
(א)

$$V_Z = V_{BE} + I_{E3} R_3$$

$$5.6 = 0.6 + 4.7 \text{ k}\Omega I_{E3}$$

$$I_{E3} = \frac{5.6 - 0.6}{4.7 \text{ k}\Omega} = 1.06 \text{ mA}$$

$$I_{C3} = \frac{I_{E3} * \beta}{\beta + 1} = \frac{1.06 \text{ mA} * 50}{50} = 1.043 \text{ mA}$$

$$I_{E1} = I_{E2} = \frac{I_{C3}}{2} = 0.52 \text{ mA}$$

$$I_{C1} = I_{C2} = \frac{I_{E1} * \beta}{\beta + 1} = \frac{0.52 \text{ mA} * 50}{50} = 0.51 \text{ mA}$$

$$V_X = -V_{BE} = V_{EB} = -0.6 \text{ V}$$

$$V_{CE1}=V_{CE2}=V_{CC}-I_{C1}R_{C1}-V_X=10-0.51_m*10_K+0.6=5.48_V$$

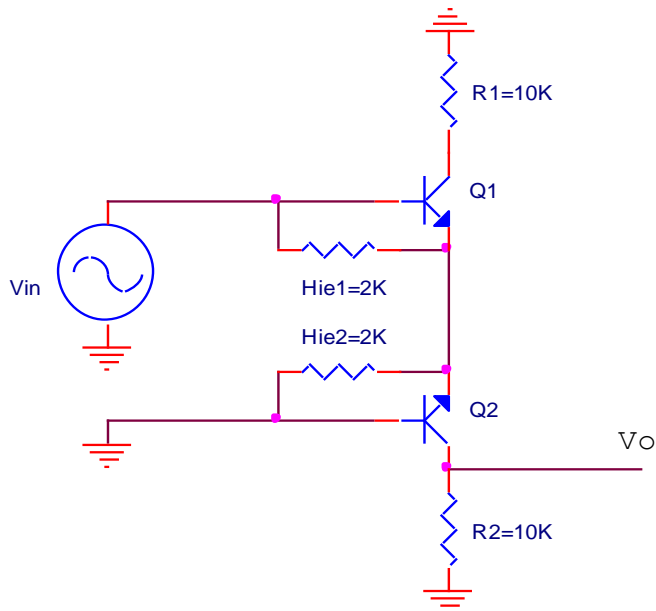
$$V_{CE3}=V_X-(-10)=10-0.6=9.4_V$$

$$Q_1(0.51_m, 5.48_V)$$

$$Q_2(0.51_m, 5.48_V)$$

$$Q_3(1.043_m, 9.4_V)$$

(ב)



$$I_{B1} = \frac{V_i}{2H_{ie}}$$

$$I_{C1} = H_{FE} I_{B1} = H_{fe} * \frac{V_i}{2H_{ie}} = \frac{H_{fe} V_i}{2H_{ie}}$$

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

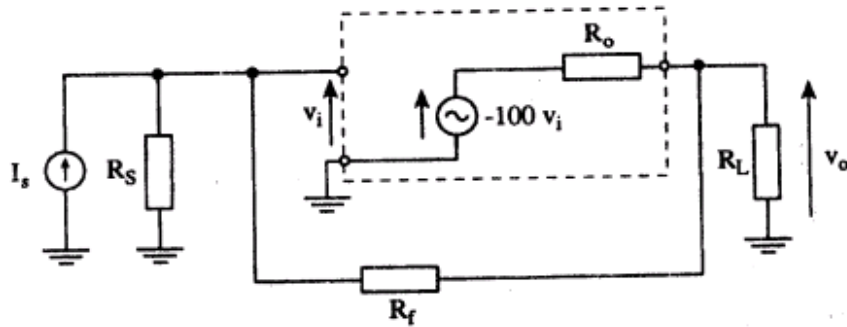
$$V_o = -I_{C2} R_2 = -\left(-\frac{50V_i}{2H_{ie}}\right) * 10_K = 125V_i$$

$$\frac{V_o}{V_i} = 125$$

8. בצירור 7 נתון תרשים התמורה של מגבר בעל משוב. נתונים:

$$R_S = 20 \text{ k}\Omega ; R_f = 20 \text{ k}\Omega ; R_L = 10 \text{ k}\Omega ; R_o = 1 \text{ k}\Omega$$

- א. זהה את סוג המשוב שבמעגל.
- ב. סרטט מעגל תמורה למציאת ההגבר בחוג הפתוח, תוך כדי התחשבות בהשפעת רשת המשוב על המבוא והמוצא של המעגל האמור. חשב את ערכו של ההגבר בחוג הפתוח במקרה זה. $\left(\frac{V_o}{I_s}\right)$
- ג. חשב את מקדם המשוב β .
- ד. חשב את ההגבר בחוג סגור $\left(A_f = \frac{V_o}{I_s}\right)$.

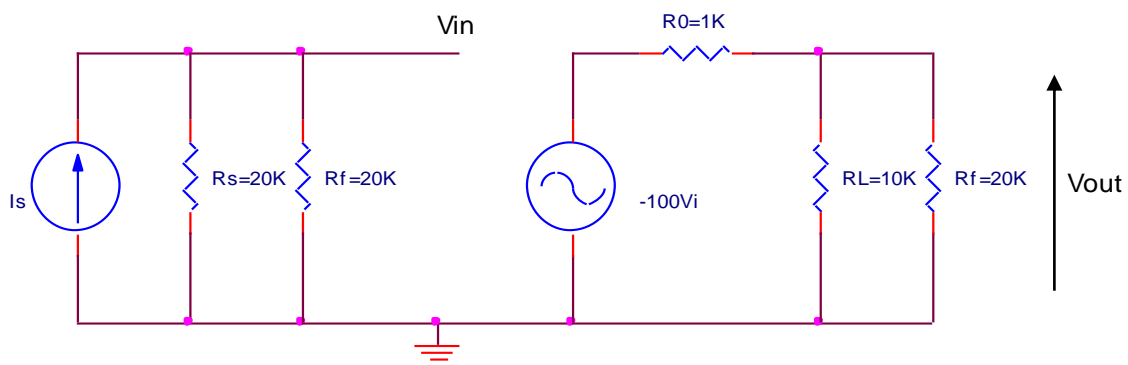


צירור 7

פתרון:

(א) זהו משוב זרם מתח משום שבכניסת המעגל יש זרם, ואנו דוגמים מתח ממוצא המגבר.

(ב)



$$\frac{V_o}{I_s} = \frac{V_o}{V_i} * \frac{V_i}{I_s}$$

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{-100V_i * R_F \parallel R_L}{R_F \parallel R_L + R_0} = \frac{-100 * (20_K \parallel 10_K)}{(20_K \parallel 10_K) + 1_K} = -86.95$$

$$\frac{V_i}{I_s} = \frac{I_s * (R_s \parallel R_F)}{I_s} = 20_K \parallel 20_K = 10_K$$

$$\frac{V_o}{I_s} = -86.95 * 10_K = -869.56_K$$

(ג)

$$\beta = \frac{I_F}{V_o} = \frac{-\frac{V_o}{R_F}}{V_o} = -\frac{1}{R_F} = -50_\mu$$

(ד)

$$A_{Vf} = \frac{A}{1 + \beta A} = \frac{-869.56_K}{1 + 50_\mu * 869.56_K} = -19.55_K$$