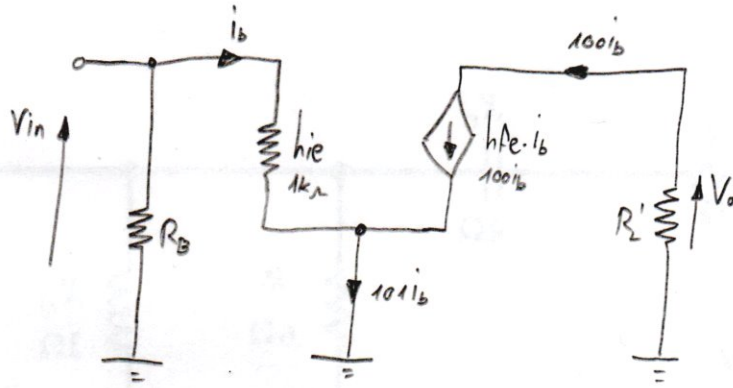


1

6



$$R_L' = R_c \parallel R_L$$

$$\textcircled{2} \quad A_v = \frac{V_o}{V_{in}} = \frac{-100 \cdot R_L'}{h_{ie}} = \frac{-100 \cdot R_L'}{h_{ie}} = -100 R_L'$$

$$A_v = -120$$

$\Downarrow$

$$+120 = -100 R_L' \Rightarrow R_L' = 1.2 k\Omega$$

$$\left(\frac{1}{R_c} + \frac{1}{10} \right)^{-1} = 1.2$$

$$R_c = 1.363 k\Omega$$

$$\textcircled{2} \quad I_B = \frac{I_c}{\beta} = \frac{4}{100} = 0.04 \text{ mA}$$

$\Downarrow$

$$I_E = I_B + I_c = 0.04 + 4 = 4.04 \text{ mA}$$

$\Downarrow$

$$V_{cc} - 0 = I_c \cdot R_c + V_{CE} + I_E \cdot R_E$$

$$15 = 4 \cdot 1.363 + 8 + 4.04 \cdot R_E \Rightarrow R_E = 0.383 k\Omega$$

$\Downarrow$

$$\textcircled{3} \quad V_{cc} - 0 = I_B \cdot R_B + V_{BE} + I_E \cdot R_E$$

$$15 = 0.04 \cdot R_B + 0.7 + 4.04 \cdot 0.383$$

$$R_B = 318.817 k\Omega$$



אבי יומטוב יאן
פשוט להביא!

7) PC מתקין את C_2

R_E יוצר בזמן המדידה

הזרם הכולל יוצר את

V_{in} , וסמן בהתאם!

② נמצא את V_0 כפונקציה של V_1 ו- V_2 (עזריז) $V_0 = f(V_1, V_2)$

②

$$I_{R_1} = I_{R_2}$$

$$\frac{V_2 - V_x}{R_1} = \frac{V_x - V_0}{R_2}$$

$$V_x = V_1 \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4} = V_1 \cdot \frac{100}{110.4} = 0.905V_1$$

$$\frac{V_2 - V_x}{10} = \frac{V_x - V_0}{100}$$

$$10V_2 - 10V_x = V_x - V_0$$

$$10V_2 - 11V_x = -V_0$$

$$V_0 = 11 \cdot 0.905V_1 - 10V_2$$

$$V_0 = 9.963V_1 - 10V_2$$



① $V_1 = 0.2V$
 $V_2 = 0.2V$

$$\Rightarrow V_0 = -7.246mV$$

② $V_1 = 0.2V$
 $V_2 = -0.2V$

$$\Rightarrow V_0 = 3.992V$$



אבי יומטוביאן
פשוט להבין!

$$V_0 = A_1 \cdot V_1 + A_2 \cdot V_2$$

② נמצא את A_1 ו- A_2 כפונקציה של R_1, R_2, R_3, R_4

$$V_0 = 9.963 \cdot V_1 - 10 \cdot V_2$$



$$A_1 = 9.963$$

$$A_2 = -10$$

$\Rightarrow$

$$A_d = \frac{A_1 - A_2}{2} = \frac{19.963}{2} = 9.981$$

$$A_c = A_1 + A_2 = -0.037$$



$$\textcircled{2} \quad CMRR = \left| \frac{A_d}{A_c} \right| = \left| \frac{9.981}{-0.037} \right| = 269.756$$

$$\boxed{CMRR [dB]} = 20 \log(CMRR) = 20 \log(269.756) = \boxed{48.62 dB}$$

$$\textcircled{3} \quad \begin{array}{l} V_1 = 0.3V \\ V_2 = 0.2V \end{array} \Rightarrow \begin{array}{l} V_d = V_1 - V_2 = 0.1V \\ V_c = \frac{V_1 + V_2}{2} = 0.25V \end{array}$$

$$V_o = A_d \cdot V_d + A_c \cdot V_c = 9.981 \cdot 0.1 - 0.037 \cdot 0.25$$

$$\boxed{V_o = 0.988V}$$



אבי יומטוב יאן
פשוט להבין!

$$\textcircled{3} \textcircled{a} \boxed{V_A} = U_{R_3} = V_{cc} \cdot \frac{R_3}{R_3 + R_2} = 12 \cdot \frac{4}{4+8} = \boxed{4V}$$

$$\textcircled{a} \boxed{G} = \frac{49.4}{R_G} + 1 = \frac{49.4}{24.7} + 1 = 2 + 1 = \boxed{3}$$

$$\textcircled{a} T = 10^\circ C \Rightarrow R_{TC} = 4k\Omega$$



$$V_B = U_{R_1} = V_{cc} \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_{TC}} = 12 \cdot \frac{5}{5+4} = 6.666V$$



$$V_0 = G \cdot (V_A - V_B) = 3(4 - 6.666) = -8V < 0V$$



ה-LED לא יזרח, כי הוא לא מחובר בקולקטור הנכונה.

③ אין לנו נתונים על פוטנציאל ה-LED או על זרם ה-LED, ולכן נניח $R_4 = N$ במיליון אומץ.

ברצ' ה-LED יזרח, יש לכתוב V_0 יהיה גדול מ-2.5V:

$$V_0 > G(V_A - V_B)$$

$$2.5 > 3(4 - V_B)$$

$$2.5 > 12 - 3V_B$$

$$-9.5 > -3V_B \quad /: (-3)$$

$$3.166 > V_B$$

$$3.166 > V_{cc} \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_{TC}}$$

$$3.166 > 12 \cdot \frac{5}{5 + R_{TC}} \quad /: 12$$

$$\rightarrow 0.2638 > \frac{5}{5 + R_{TC}}$$

$$5 + R_{TC} > \frac{5}{0.2638}$$

$$5 + R_{TC} > 18.947$$

$$R_{TC} > 13.947k\Omega$$



$$\boxed{T > 40^\circ C}$$



$$(4) \textcircled{e} \quad V_{GS} = V_G - V_S = 0 - I_D \cdot R_S = -1 \cdot I_D \text{ [V]}$$

$\Downarrow$

$$I_D = I_{DSS} \cdot \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P}\right)^2$$

$$I_D = 10 \cdot \left(1 - \frac{-1 \cdot I_D}{-5}\right)^2$$

$$I_D = \begin{cases} 2.5 \text{ mA} \Rightarrow V_{GS} = -2.5 \text{ V} > V_P \quad \checkmark \\ 10 \text{ mA} \Rightarrow V_{GS} = -10 \text{ V} < V_P \quad \times \end{cases}$$

$\Downarrow$

$$I_D = 2.5 \text{ mA}$$

$$V_{GS} = -2.5 \text{ V}$$

$\Downarrow$

$$V_{DD} - 0 = I_D (R_D + R_S) + V_{DS}$$

$$20 = 2.5 \cdot 6 + V_{DS} \Rightarrow V_{DS} = 5 \text{ V}$$

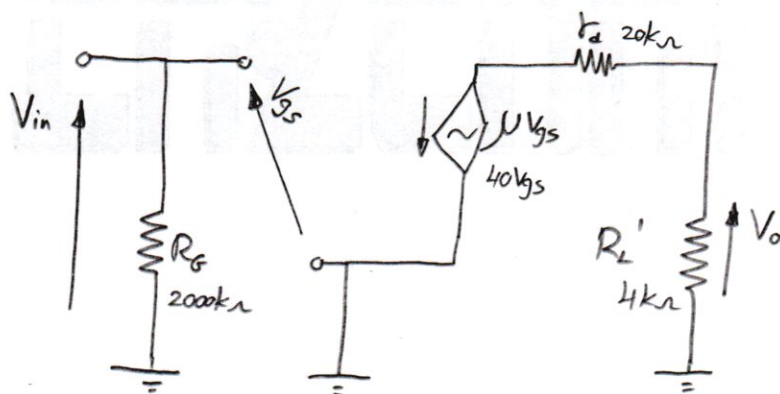
② $r_d = 20 \text{ k}\Omega$ מהלך $2 \text{ k}\Omega$ $40 \text{ k}\Omega$ $20 \text{ k}\Omega$ $40 \text{ k}\Omega$ $20 \text{ k}\Omega$ $40 \text{ k}\Omega$

$$g_m = \frac{2I_{DSS}}{|V_P|} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P}\right) = \frac{2 \cdot 10}{5} \left(1 - \frac{-2.5}{-5}\right) = 2 \text{ mS}$$

$\Downarrow$

$$\mu = g_m \cdot r_d = 2 \cdot 20 = 40$$

$\Downarrow$



אבי יומטוביאן
פשוט להבין!!

$$R_L' = R_D \parallel R_L = 4 \text{ k}\Omega$$

$$5) \textcircled{a} \boxed{R_T} = [(R_2 + R_3) \parallel (R_4 + R_5)] + R_1 =$$

$$= \left[\frac{1}{\frac{1}{1200} + \frac{1}{600}} \right] + 240 = 400 + 240 = \boxed{640 \Omega}$$

$$\Downarrow$$

$$\textcircled{b} I_T = \frac{E}{R_T} = \frac{42}{640} = 65.625 \text{ mA}$$

$$I_{R_3} = I_T \cdot \frac{R_{4,5}}{R_{4,5} + R_{2,3}} = 65.625 \cdot \frac{600}{1200 + 600} = 21.875 \text{ mA}$$

$$I_{R_5} = I_T - I_{R_3} = 65.625 - 21.875 = 43.75 \text{ mA}$$

$$\Downarrow$$

$$\boxed{U_{AB}} = U_{R_3} - U_{R_5} = I_{R_3} \cdot R_3 - I_{R_5} \cdot R_5 =$$

$$= 21.875 \cdot 10^{-3} \cdot 800 - 43.75 \cdot 10^{-3} \cdot 200 = \boxed{8.75 \text{ V}}$$

נתן כפתור את סעיפים א' ו-ב' בעזרת "נקודת כוח". נ"ע לארבע נקודות
 ארבע נקודות, נספור נקודות A, B, C, D. נקודות B, C, D, E.
 החיבור בין R₁ ל-R₂ יחיד בנפרד, 3, ופחותן שבתחתית חלטה, ואכן:

$$\begin{pmatrix} +G_{11} & -G_{12} & -G_{13} \\ -G_{21} & +G_{22} & -G_{23} \\ -G_{31} & -G_{32} & +G_{33} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} I_{sc1} \\ I_{sc2} \\ I_{sc3} \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} \frac{3}{800} & 0 & -\frac{1}{400} \\ 0 & \frac{3}{400} & -\frac{1}{400} \\ -\frac{1}{400} & -\frac{1}{400} & \frac{11}{1200} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0.175 \end{pmatrix}$$

$$\boxed{U_{AB}} = V_1 - V_2 = \boxed{8.75 \text{ V}}$$

$$I_T = \frac{E - V_3}{R_1} = \frac{42 - 26.25}{240} = 65.625 \text{ mA} \Leftarrow$$

$\Downarrow$

$$\boxed{R_T} = \frac{E}{I_T} = \frac{42}{65.625 \cdot 10^{-3}} = \boxed{640 \Omega}$$

$$V_1 = 17.5 \text{ V}$$

$$V_2 = 8.75 \text{ V}$$

$$V_3 = 26.25 \text{ V}$$



מבי יומטוביאתן
 פשוט להבין

② בעזר המספר סאר נתן למטה מתקבלים משלים נצטרך שיהיה ברור
 R_2, R_4, R_6 , ונתן להמיר את כל הכוכב:

$$R_{24} = R_{46} = R_{26} = \frac{R_2 \cdot R_4}{R_2 + R_4 + R_6} = \frac{400^2}{3 \cdot 400} = \frac{400}{3} = 133.333 \Omega$$

⇓

$$\boxed{R_T} = [(R_{26} + R_3) \parallel (R_{46} + R_5)] + R_1 + R_{24} = \left[\frac{1}{933.333} + \frac{1}{333.333} \right]^{-1} + 240 + 133.333$$

$$= 245.614 + 373.333 = \boxed{618.947 \Omega}$$

$$I_T = \frac{E}{R_T} = \frac{42}{618.947} = 67.857 \text{ mA}$$

⇓

$$I_{R_3} = I_T \cdot \frac{R_5 + R_{46}}{R_5 + R_{46} + R_3 + R_{26}} = 67.857 \cdot \frac{333.333}{333.333 + 933.333} = 17.857 \text{ mA}$$

$$I_{R_5} = I_T - I_{R_3} = 67.857 - 17.857 = 50 \text{ mA}$$

⇓

$$\textcircled{3} \boxed{U_{AB}} = U_{R_3} - U_{R_5} = I_{R_3} \cdot R_3 - I_{R_5} \cdot R_5 =$$

$$= 17.857 \cdot 10^{-3} \cdot 800 - 50 \cdot 10^{-3} \cdot 200 = \boxed{4.285 \text{ V}}$$



מבי יומטוביאהן
 פשוט להבין!

נתן גם נתן למטה את סופים 2 ו-3 במתחם 'מקור בחן', והמספר נ"פ של
 במתחם אלו זמין חיסוק, בעזר חזק מספר 1 יהיה החזק של E, חזק 2 יהיה
 החזק הימני למעלה, וחזק 3 יהיה החזק הימני למטה, ולכן:

$$\begin{pmatrix} +R_{11} & -R_{12} & -R_{13} \\ -R_{21} & +R_{22} & -R_{23} \\ -R_{31} & -R_{32} & +R_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_1' \\ I_2' \\ I_3' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E_1' \\ E_2' \\ E_3' \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} 1440 & -400 & -800 \\ -400 & 1200 & -400 \\ -800 & -400 & 1400 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_1' \\ I_2' \\ I_3' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 42 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{matrix} I_1' = 67.857 \text{ mA} \\ I_2' = 39.285 \text{ mA} \\ I_3' = 50 \text{ mA} \end{matrix}$$

$$\boxed{U_{AB}} = I_{R_3} \cdot R_3 - I_{R_5} \cdot R_5 = (I_1' - I_3') \cdot R_3 - I_3' \cdot R_5 =$$

$$= 17.857 \cdot 10^{-3} \cdot 800 - 50 \cdot 10^{-3} \cdot 200 =$$

$$= \boxed{4.285 \text{ V}}$$

$$\boxed{R_T} = \frac{E}{I_1'} = \frac{42}{67.857 \cdot 10^{-3}} = \boxed{618.948 \Omega}$$

6) ① $E_{AD} = E_1 = 7.2V$, $R_{AD} = R_1 = 2.4k\Omega$

$E_{BA} = I_{S1} \cdot R_2 = 3 \cdot 1.6 = 4.8V$, $R_{BA} = R_2 = 1.6k\Omega$

$E_{BC} = \frac{E_2}{R_3} - I_{S2} = 5 - 3 = 2V$, $R_{BC} = R_3 = 1k\Omega$

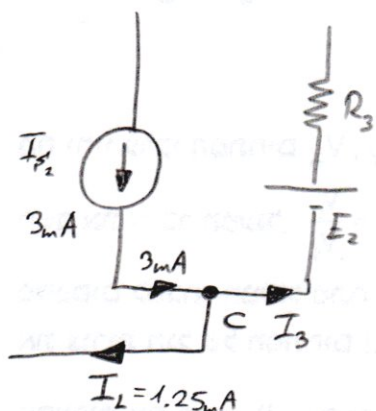
$\Downarrow$

② $I_L = \frac{E_{AD} + E_{BA} - E_{BC}}{R_{AD} + R_{BA} + R_{BC} + R_L} = \frac{7.2 + 4.8 - 2}{2.4 + 1.6 + 1 + 3} = 1.25mA$

$\Downarrow$

③ $U_{AB} = -E_{BA} + U_{R_{BA}} = -4.8 + 1.25 \cdot 1.6 = -4.8 + 2 = -2.8V$

③



[KCL @ C] $I_3 = I_{S2} - I_L = 3 - 1.25 = 1.75mA$

$\Downarrow$

$P_{R3} = I_3^2 \cdot R_3 = 1.75^2 \cdot 1 = 3.062mW$



אבי יומטוב יאן
פשוט להבין!

$$\textcircled{7} \quad \textcircled{b} \quad U = 200V \\ I_0 = 10A \Rightarrow \boxed{R} = Z_T = \frac{200}{10} = \boxed{20\Omega}$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{BW}{2} = 1kHz \Rightarrow BW = 2kHz$$

$$f_0 = 5kHz$$



$$Q_0 = \frac{X_L}{R} \Leftarrow Q_0 = \frac{f_0}{BW} = \frac{5}{2} = 2.5$$

$$2.5 = \frac{X_L}{20}$$

$$X_L = 50\Omega \Rightarrow X_L = 2\pi f_0 L$$

$$50 = 2\pi \cdot 5 \cdot 10^3 \cdot L \Rightarrow$$

$$\boxed{L = 1.591mH}$$



$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$\boxed{C = 636.62nF}$$



$$5 \cdot 10^3 = \frac{1}{2\pi\sqrt{1.591 \cdot 10^{-3} C}}$$

$$\textcircled{3} \quad I_1 = I_2 = 7.07A$$



$$\boxed{P_1 = P_2} = \frac{P_0}{2} = I_1^2 \cdot R = 7.07^2 \cdot 20 = \boxed{1kW}$$



אבי יומטוב'אן
פשוט להבין!

8) $\omega = 5 \cdot 10^5 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$

$\Downarrow$

$$X_{L_1} = j\omega L_1 = j \cdot 5 \cdot 10^5 \cdot 4 \cdot 10^{-3} = j2k\Omega$$

$$X_{L_2} = j\omega L_2 = j \cdot 5 \cdot 10^5 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = j5k\Omega$$

$$X_C = -j \frac{1}{\omega C} = -j \cdot \frac{1}{5 \cdot 10^5 \cdot 1 \cdot 10^{-9}} = -j2k\Omega$$

$\Downarrow$

$$\underline{Z}_1 = (R_1 + X_{L_1}) \parallel X_C = \left(\frac{1}{4+j2} + \frac{1}{-j2} \right)^{-1} = (1-j2)k\Omega = 2.236 \angle -63.4^\circ k\Omega$$

$$\underline{Z}_2 = R_2 + X_{L_2} = (3+j5)k\Omega = 5.83 \angle 59^\circ k\Omega$$

$\Downarrow$

$$\underline{Z}_T = \underline{Z}_1 + \underline{Z}_2 = 1-j2 + 3+j5 = (4+j3)k\Omega = 5 \angle +36.8^\circ k\Omega$$

9) $\underline{U} = 12 \angle 0^\circ \text{ V}$

$$\underline{U}_{Z_1} = \underline{U} \cdot \frac{\underline{Z}_1}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2} = 12 \angle 0^\circ \cdot \frac{1-j2}{4+j3} = 5.366 \angle -100^\circ \text{ V}$$

$$\underline{U}_{Z_2} = \underline{U} - \underline{U}_{Z_1} = 12 \angle 0^\circ - 5.366 \angle -100^\circ = 14 \angle 22.16^\circ \text{ V}$$

10) $\underline{S}_T = \frac{\underline{U}^2}{\underline{Z}_T^*} = \frac{12^2}{4-j3} = (23 + j17.28) \text{ mVA} = 28.8 \angle +36.8^\circ \text{ mVA}$

$\Downarrow$

$$\underline{P}_T = 23 \text{ mW}$$



אבי יומטוביאן
פשוט להבין!