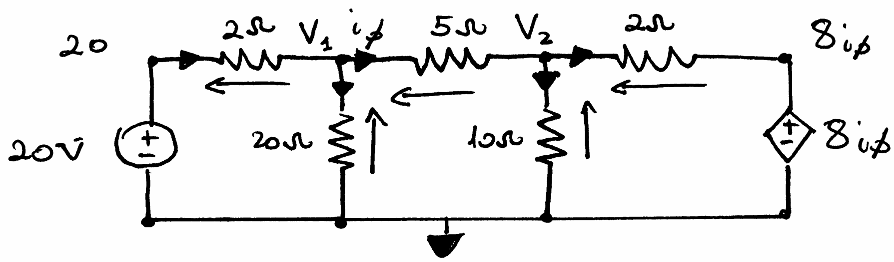
פתרון לתרגיל בית מס. 5

1. נבחר מתחי צמתים + זרמי ייחוס:



$$kcl\ @V_1:\quad \frac{20-V_1}{2}=\frac{V_1}{20}+\frac{V_1-V_2}{5}$$

$$kcl\ @V_2:\quad \frac{V_1-V_2}{5}=\frac{V_2}{10}+\frac{V_2-8i_\phi}{2}$$

כמו-כן, מתקיים:

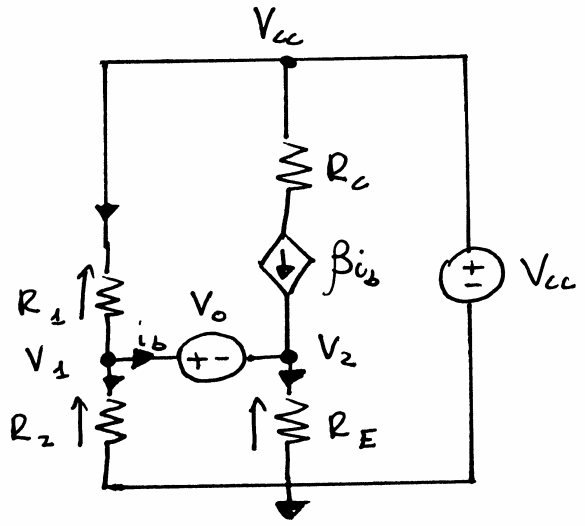
$$i_\phi=\frac{V_1-V_2}{5}$$

פתרון המשוואות מוביל ל:

$$V_1=16V\ ,\quad V_2=10V$$

$$\Downarrow$$

$$P_{5\Omega}=7.2W$$



$$\text{KCL@}V_1: \quad \frac{V_{cc}-V_1}{R_1} = i_b + \frac{V_1}{R_2}$$

$$\text{KCL@}V_2: \quad \beta i_b + i_b = \frac{V_2}{R_E}$$

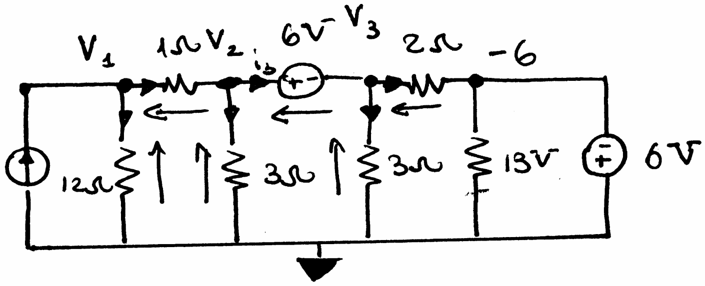
$$\frac{V_{cc}-V_1}{R_1} - \frac{V_1}{R_2} = \frac{V_2}{R_E} - \beta i_b$$

$$V_o = V_1 - V_2 \qquad (**)$$

$$i_b = \frac{1}{\beta+1} \cdot \frac{V_2}{R_E} \qquad (*)$$

$$V_1\left[\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{(1+\beta)R_E}\right] = \frac{V_{cc}}{R_1} + \frac{V_o}{(1+\beta)R_E}$$

$$V_1 = \frac{V_{cc}R_2(1+\beta)R_E + V_o R_1 R_2}{R_1 R_2 + (1+\beta)R_E(R_1+R_2)}$$



kcl @ V_1: $12 = \frac{V_1}{12} + \frac{V_1 - V_2}{1}$

kcl @ V_2: $\frac{V_1 - V_2}{1} = \frac{V_2}{3} + i_b$

kcl @ V_3: $i_b = \frac{V_3}{3} + \frac{V_3 - (-6)}{2}$

$V_2 - V_3 = 6$ כמו-כן מעג"ם

עקב טוליוף מקור המתח:

פתרון המשוואות מוביל ל:

$V_1 = 24V$

$V_2 = 12V$

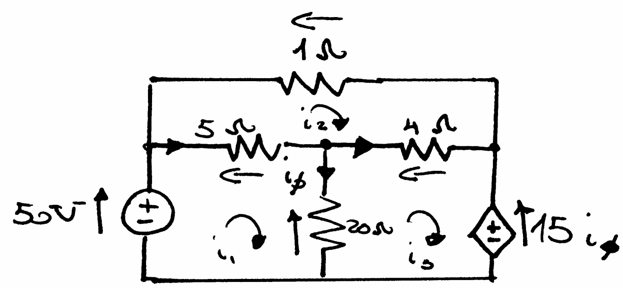
$V_3 = 6V$

☺

$P_{1\Omega} = 144W$

4.

כיוון יחוס
בסכימת kvl.
↷



kvl@ חוג שמאלי תחתון $50 - (i_1 - i_2) - 20(i_1 - i_3) = 0$

kvl@ חוג עליון $5(i_1 - i_2) - 1 \cdot i_2 + 4(i_3 - i_2) = 0$

kvl@ חוג ימני תחתון $20(i_1 - i_3) - 4(i_3 - i_2) - 15\underbrace{(i_1 - i_3)}_{= i_\phi} = 0$

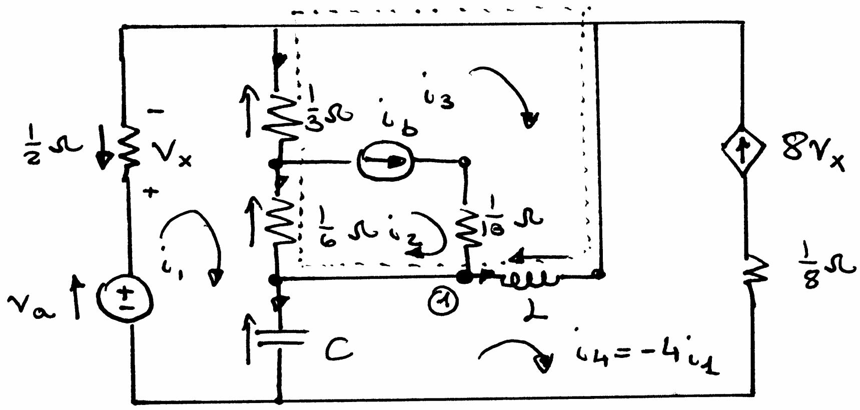
קיבלנו 3 משוואות ב-3 נעלמים שפתרונן:

$$\begin{cases} i_1 = 29.6A \\ i_2 = 26A \\ i_3 = 28A \end{cases}$$

מכאן, ההספק על נגד ה-4Ω הוא:

$$P_{4\Omega} = i_{4\Omega}^2 \cdot R = (i_3 - i_2)^2 \cdot 4 = 16W$$

.5



א. משוואת מקור הזרם מבוקר המתח מצ"מ

$$i_4 = -8V_x = -8\cdot\frac{1}{2}i_1 = -4i_1$$

ב. kcl על צומת ① מביא למשוואה:

$$i_b = i_2 - i_3$$
$$\Downarrow$$
$$i_3 = i_2 - i_b$$

כיוון סכימה ↷

ג. kvl על החוג השמאלי:

$$(1)\quad v_a - \frac{1}{2}i_1 - \frac{1}{3}\Big[i_1 - \underbrace{(i_2-i_b)}_{i_3}\Big] - \frac{1}{6}(i_1-i_2)$$

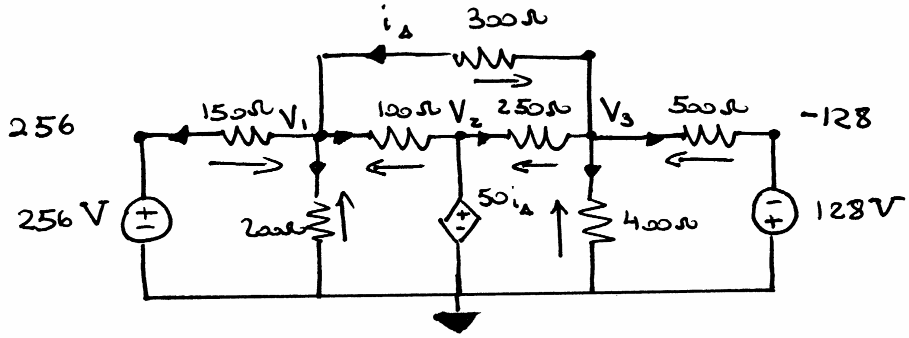
$$-\Big[\frac{1}{C}\int_0^t\big[i_1-(-4i_1)\big]d\tau + V_c(0^+)\Big] = 0$$

ד. kvl על החוג המרכזי (ע"מ להימנע ממקורות זרם)

$$(2)\quad \frac{1}{6}(i_1-i_2) + \frac{1}{3}\Big[i_1 - \underbrace{(i_2-i_b)}_{i_3}\Big] + L\frac{d}{dt}\Big[-4i_1-(i_2-i_b)\Big] = 0$$

קיבלנו 2 משוואות דיפרנציאליות (אינטגרו-דיפרנציאליות) במשתנים
ב-2 נעלמים, כנדרש.

6. פתרון בעזרת מתחי צמתים:



$$kcl @ \text{צומת } V_1: \quad \frac{V_1-256}{150}+\frac{V_1}{200}+\frac{V_1-V_2}{100}=\frac{V_3-V_1}{300}$$

$$kcl @ \text{צומת } V_3: \quad \frac{V_3}{400}+\frac{V_3-(-128)}{500}+\frac{V_3-V_1}{300}=\frac{V_2-V_3}{250}$$

kcl על צומת V_2 הינו בעייתי, מכיוון שצריך להוסיף עוד משתנה זרם. במקום, נבטא את הנ.ל.
על המתח V_2 עקב המקור המבוקר:

$$V_2 = 50 i_\Delta = 50 \cdot \left(\frac{V_3-V_1}{300}\right)$$

$$V_2 = \frac{1}{6}(V_3-V_1)$$

קיבלנו 3 משוואות ב-3 נעלמים.
מכאן ניתן לחשב את V_1, V_2, V_3 ולקבל
את ההספק על נגד ה-300Ω

$$P_{300\Omega} \cong 16.57\,W$$