

פתרון תרגיל 9

1. KVL ימני:

$$V_s = (\hat{I}_1 + \hat{I}_2) \cdot R_1 + j\omega L_1 \cdot \hat{I}_1 + j\omega M \cdot \hat{I}_2$$

KVL חיצוני:

$$\hat{V}_s = (\hat{I}_1 + \hat{I}_2) \cdot R_1 + j\omega L_2 \cdot \hat{I}_2 + j\omega M \cdot \hat{I}_1 + [\hat{I}_2 + \alpha \cdot (\hat{I}_1 + \hat{I}_2)] \cdot R_2$$

נפתח את המשוואות

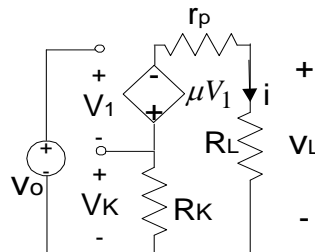
$$\hat{I}_1 = \frac{\hat{V}_s - \hat{I}_2 \cdot (R_1 + j\omega M)}{R_1 + j\omega L_1}$$

$$\hat{V}_s = \hat{I}_1 (R_1 + j\omega M + \alpha \cdot R_2) + \hat{I}_2 (R_1 + (\alpha + 1) \cdot R_2 + j\omega L_2)$$

נציב במשוואות

$$\begin{aligned} \hat{V}_s \cdot (R_1 + j\omega L_1) &= (\hat{V}_s - \hat{I}_2 (R_1 + j\omega M)) \cdot (R_1 + j\omega M + \alpha \cdot R_2) + \hat{I}_2 (R_1 + (\alpha + 1) \cdot R_2 + j\omega L_2) \cdot (R_1 + j\omega L_1) \\ \hat{V}_s \cdot (\alpha \cdot R_2 + j\omega(M - L_1)) &= \\ \hat{I}_2 (R_1^2 + \alpha \cdot R_2 R_1 - \omega^2 M^2 + j\omega M(2R_1 + \alpha \cdot R_2) - \hat{I}_2 (R_1^2 + (\alpha + 1) \cdot R_2 R_1 - \omega^2 L_2 L_1 + j\omega(L_1(R_1 + (\alpha + 1) \cdot R_2 + L_2 R_1))) &= \\ \hat{V}_s \cdot (\alpha \cdot R_2 + j\omega(M - L_1)) &= \\ \hat{I}_2 (-R_2 R_1 - \omega^2 M^2 + \omega^2 L_2 L_1 + j\omega(M(2R_1 + \alpha \cdot R_2) + (L_1(R_1 + (\alpha + 1) \cdot R_2 + L_2 R_1))) &= \\ \hat{I}_2 &= \frac{\hat{V}_s \cdot (\alpha \cdot R_2 + j\omega(M - L_1))}{-R_2 R_1 - \omega^2 M^2 + \omega^2 L_2 L_1 + j\omega(M(2R_1 + \alpha \cdot R_2) + (L_1(R_1 + (\alpha + 1) \cdot R_2 + L_2 R_1)))} \end{aligned}$$

2.



משוואות המעגל:

$$I) v_o = v_1 + v_K$$

$$II) v_K = iR_K = \mu v_1 + i(r_p + R_L)$$

$$III) v_L = iR_L$$

נחליף את V_1 ממשוואות I ו-II ונשווה את שני הביטויים המתקבלים זה לזה:

$$v_o - v_K = v_1 = \frac{v_K - i(r_p + R_L)}{\mu} = \frac{v_K - v_K / R_K \cdot (r_p + R_L)}{\mu}$$

$$v_o = v_K + \frac{v_K - v_K / R_K \cdot (r_p + R_L)}{\mu}$$

$$\mu v_o = v_K (\mu + 1 - \frac{r_p + R_L}{R_K})$$

ומתקבל היחס:

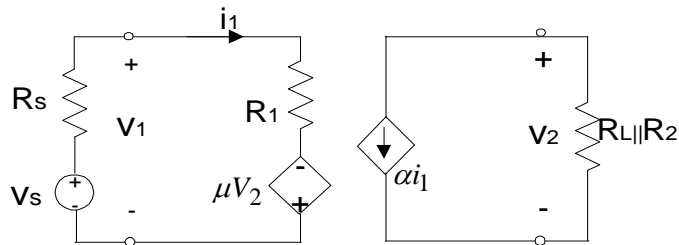
$$\frac{v_K}{v_o} = \frac{\mu}{\mu + 1 - \frac{r_p + R_L}{R_K}}$$

כעת:

$$v_L = iR_L = \frac{v_K}{R_K} R_L$$

$$\frac{v_L}{v_o} = \frac{v_K}{v_o} \frac{R_L}{R_K} = \frac{\mu R_L}{R_K(\mu + 1) - r_p - R_L}$$

.3



KVL במעגל השמאלי:

$$I) v_s - i_1(R_1 + R_s) + \mu v_2 = 0$$

במעגל הימני שני הנגדים מחוברים במקביל:

$$II) \alpha i_1 = v_2 \left(\frac{1}{R_L} + \frac{1}{R_2} \right)$$

נציב את v_2 ממשוואה II במשוואה I:

$$III) v_s = i_1 \left(R_1 + R_s - \mu \alpha \frac{R_L R_2}{R_L + R_2} \right) = i_1 \frac{(R_1 + R_s)(R_L + R_2) - \mu \alpha R_L R_2}{R_L + R_2}$$

$$i_1 = v_s \frac{R_L + R_2}{(R_1 + R_s)(R_L + R_2) - \mu \alpha R_L R_2}$$

$$v_1 = v_s - i_1 R_s = v_s \left[1 - \frac{R_s (R_L + R_2)}{(R_1 + R_s)(R_L + R_2) - \mu \alpha R_L R_2} \right]$$

ממשוואה I + הצבת i_1 :

$$\begin{aligned} v_2 &= \frac{v_s - i_1 (R_1 + R_s)}{\mu} = \frac{v_s}{\mu} \left[1 - \frac{(R_1 + R_s)(R_L + R_2)}{(R_1 + R_s)(R_L + R_2) - \mu \alpha R_L R_2} \right] = \\ &= v_s \frac{\alpha R_L R_2}{\mu \alpha R_L R_2 - (R_1 + R_s)(R_L + R_2)} \end{aligned}$$