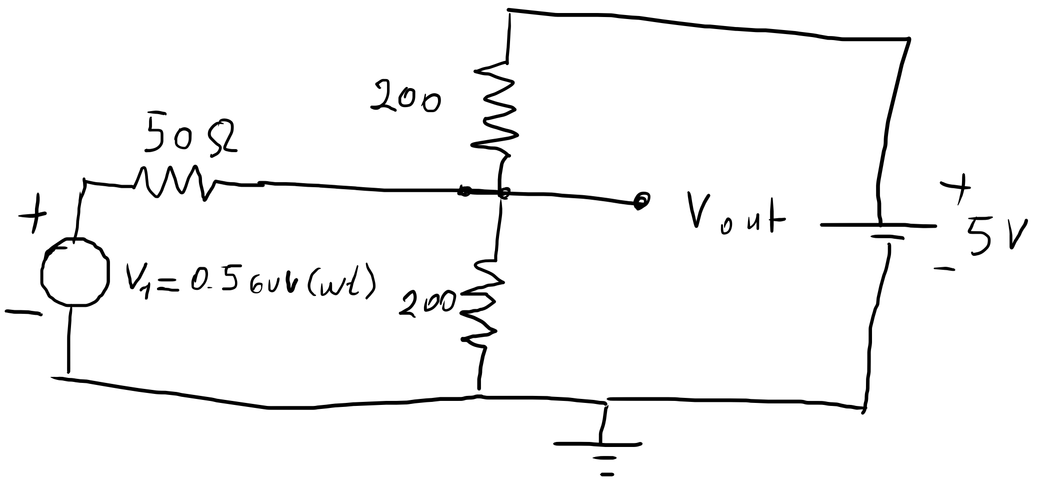
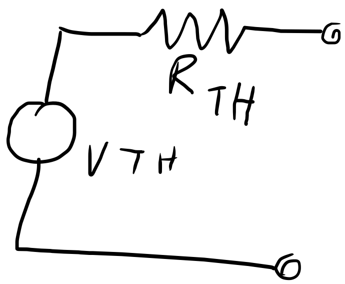
# Πρόβλημα 5 Λύση




Για να βρω το ισοδύναμο:

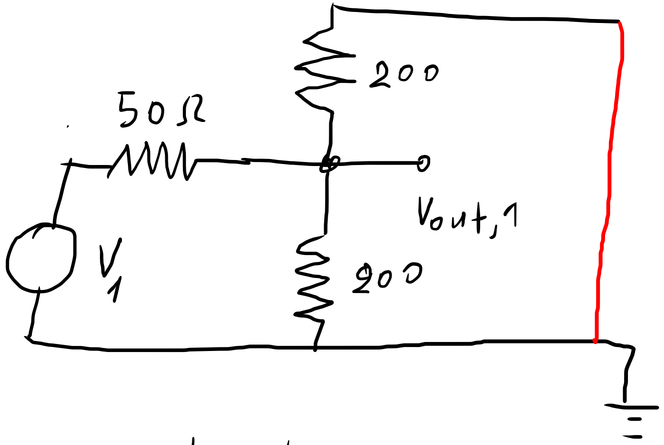



(α) βρίσκω το $V_{TH}$ που είναι το $V_{out}$ (δηλ. η τάση εξόδου του κυκλώματος χωρίς να συνδέσω στην έξοδο κάποιο άλλο κύκλωμα)

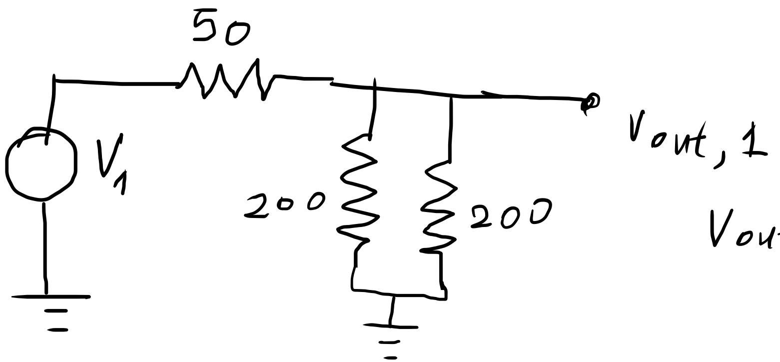
Για να βρω το $V_{out} = V_{TH}$ θα εφαρμόσω την αρχή της υπέρθεσης δηλ.

$$V_{out} = V_{out,1} + V_{out,2}$$ όπου:

$V_{out,1}$ η έξοδος του:




=



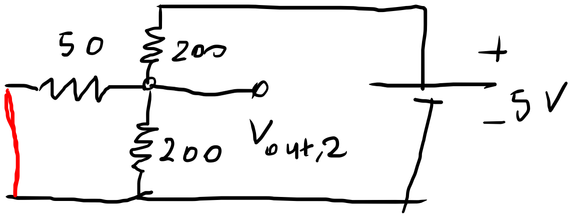

άρα

$$V_{out,1} = V_1 \cdot \frac{(200//200)}{50 + (200//200)}$$

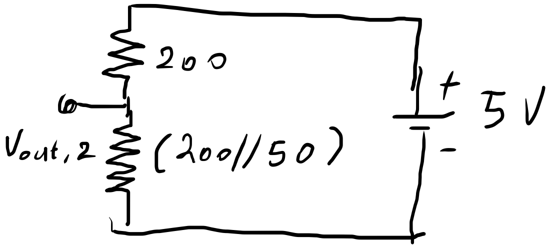
$\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ αν $R_1 = R_2 = R$ τότε $\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R} \Leftrightarrow R_{ολ} = \frac{R}{2}$ άρα $(200//200) = 100$

$V_{out,1} = V_1 \cdot \frac{100}{150}$ δηλ. $V_{out,1} = 0.5 \cdot \frac{2}{3}$ συν$(\omega t)$ V $= 0.33$ συν$(\omega t)$ V

$V_{out,2}$ η έξοδος του:




=




$$V_{out,2} = 5V \cdot \frac{(200//50)}{200 + (200//50)}$$

$$R(200//50) = \frac{50 \cdot 200}{250} = \frac{10000}{250} = 40$$

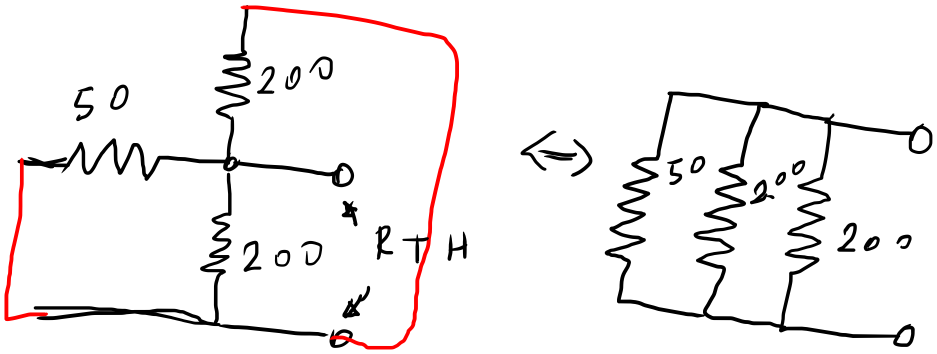
άρα

$$V_{out,2} = 5V \cdot \frac{40}{240} = \frac{5}{6}\ V$$

Έτσι

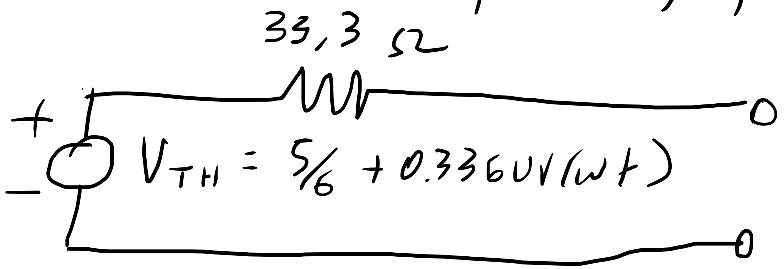
$$V_{TH} = \left[\frac{5}{6} + 0.33\,\sigma\upsilon\nu(\omega t)\right] V$$

Το $R_{TH}$ το βρίσκω μηδενίζοντας τις ανεξάρτητες πηγές:

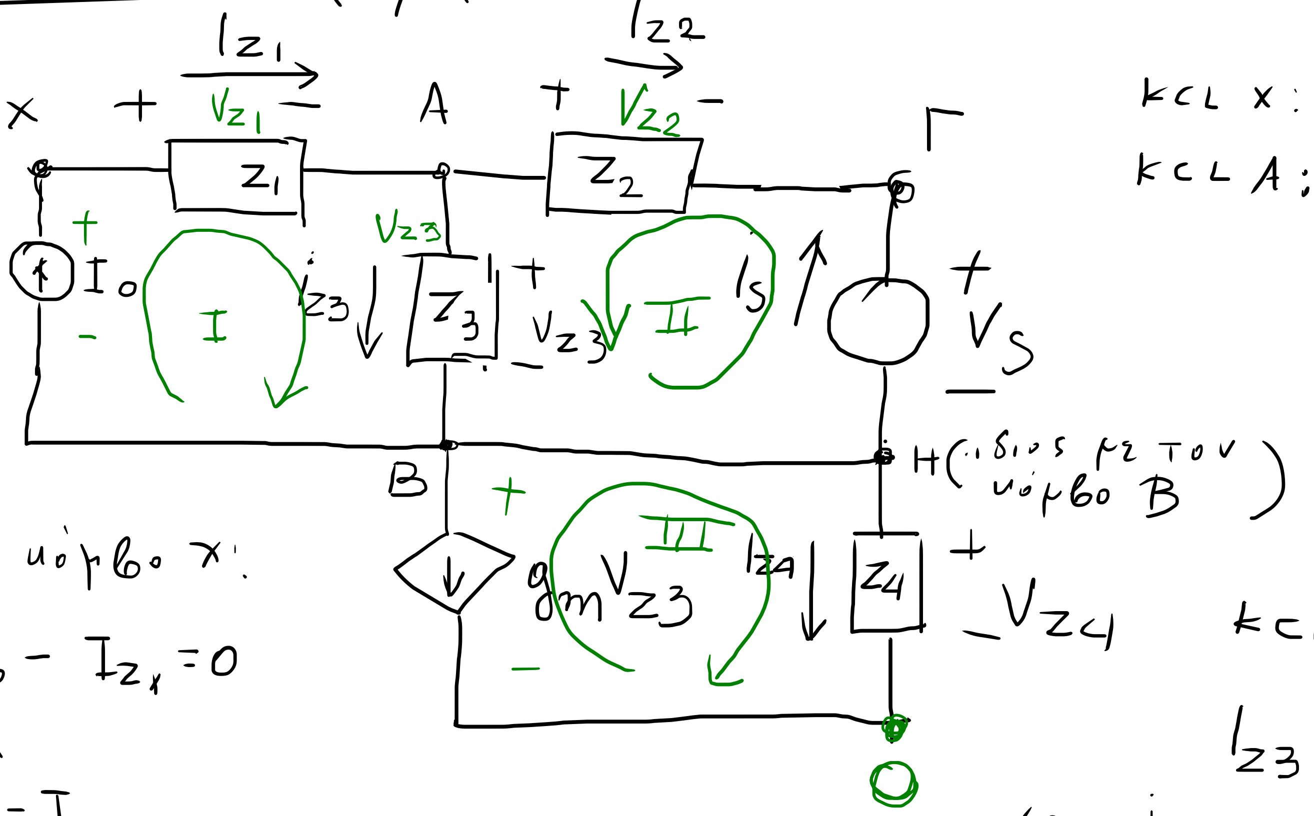



$$\frac{1}{R_{TH}} = \frac{1}{200} + \frac{1}{200} + \frac{1}{50} = \frac{1}{100} + \frac{2}{100} = \frac{3}{100} \Leftrightarrow R_{TH} = \frac{100}{3}\Omega = 33,3\ \Omega$$

Έτσι το ισοδύναμο κύκλωμα Thevenin είναι το:



# Λύση του Προβλήματος 2




KCL x: $I_0 - I_{z1} = 0 \Leftrightarrow I_0 = I_{z1}$

KCL A: $I_{z1} - I_{z2} - I_{z3} = 0 \Leftrightarrow$

$I_{z1} = I_{z2} + I_{z3}$

KCL Γ: $I_{z2} + I_s = 0 \Rightarrow$

$I_{z2} = -I_s$

στον κόμβο x:

$I_0 - I_{z1} = 0$

άρα

$I_0 = I_{z1}$

KCL B:

$I_{z3} - g_m V_{z3} - I_{z4} - I_s - I_0 = 0$

άρα $I_{z3} = g_m V_{z3} + I_{z4} + I_s + I_0$

KVL(I): $-V_{I_0} + V_{z1} + V_{z3} = 0$

KVL(II): $V_s + V_{z2} - V_{z3} = 0 \Leftrightarrow$

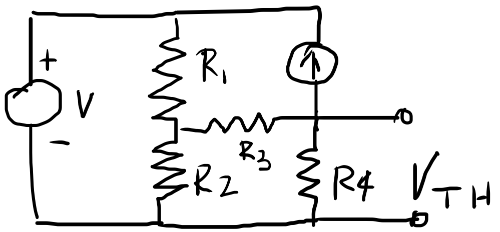
$-V_s - V_{z2} + V_{z3} = 0$

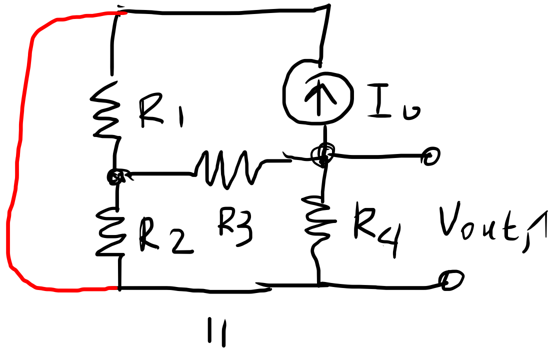
$-V_{BO} + V_{z4} = 0 \Leftrightarrow V_{BO} = V_{z4}$

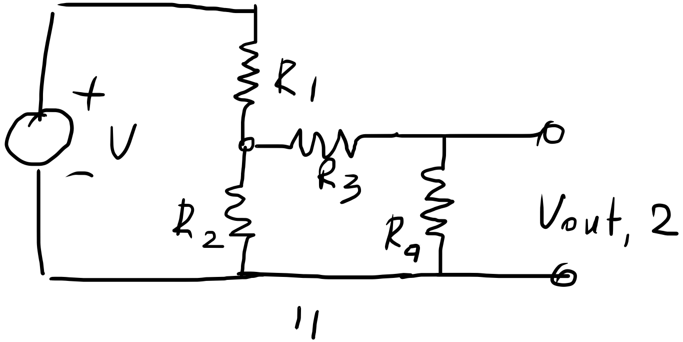
↑ η τάση της εξαρτημένης πηγής ρεύματος

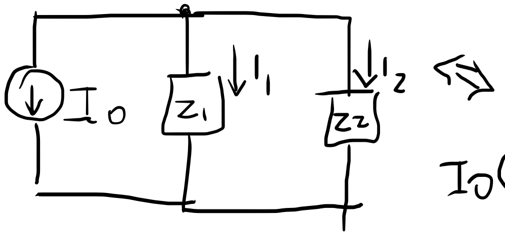
# Λύση προβλήματος 3

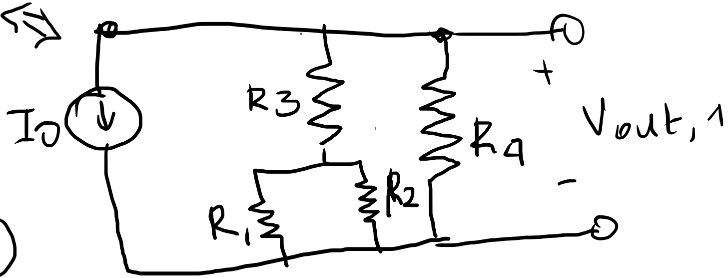
1α) Για να βρω το $V_{TH}$ θα εφαρμόσω το θεώρημα της υπέρθεσης: $V_{TH} = V_{out,1} + V_{out,2}$ όπου:

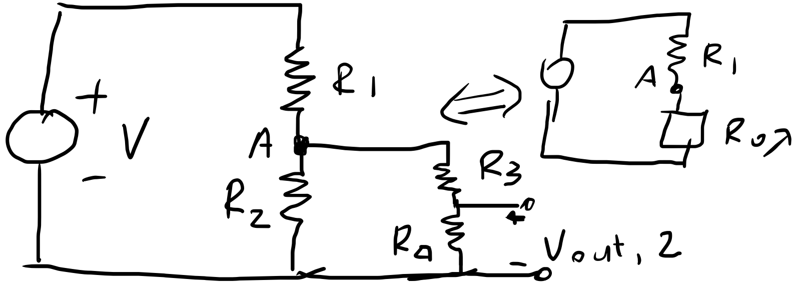



$Z_1 = R_3 + (R_1 // R_2)$

$Z_2 = R_4$

$I_1 Z_1 = I_2 Z_2$ $\quad I_0 + I_1 + I_2 = 0$

$V_A = V \cdot \dfrac{R_{o\lambda}}{R_1 + R_{o\lambda}}$ $\quad R_{o\lambda} = R_2 \| (R_3 + R_4)$

$$I_0 = -I_1 - I_2 \Rightarrow I_2 = -(I_0 + I_1)$$

$$I_1\left(R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}\right) = I_2 R_4$$

$$I_1 = I_2 \frac{R_4}{\left(R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}\right)}$$

άρα

$$I_2 = -I_0 - I_2 \frac{R_4}{R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}} \Leftrightarrow$$

$$I_2\left(1 + \frac{R_4}{R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}}\right) = -I_0 \quad \text{άρα}$$

$$I_2 = I_0 \cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{R_4}{R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}}\right)}$$

έτσι ζητικά

$$\boxed{V_{out1} = I_2 \cdot R_4 = I_0 \cdot \frac{R_4}{\left(1 + \frac{R_4}{R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}}\right)}}$$

$$V_{out,2} = V_A \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4} \quad \text{άρα}$$

$$V_{out,2} = V \cdot \frac{R_{ολ}}{R_1 + R_{ολ}} \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4}$$

$$R_{ολ} = R_2 \,||\, (R_3 + R_4) \quad \text{έτσι}$$

$$V_{out,2} = V \cdot \frac{\frac{R_2 \cdot (R_3 + R_4)}{R_2 + R_3 + R_4}}{R_1 + \frac{R_2 (R_3 + R_4)}{R_2 + R_3 + R_4}} \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4} =$$

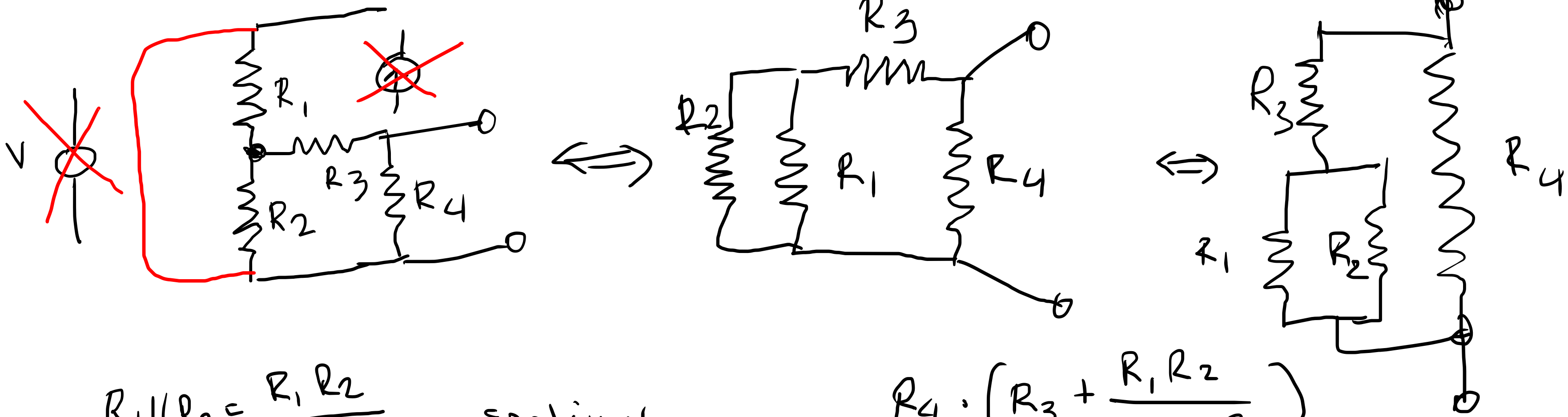
$$= V \cdot \frac{R_2 \cdot \cancel{(R_3 + R_4)}}{R_1 \cdot (R_2 + R_3 + R_4) + R_2 \cdot (R_3 + R_4)} \cdot \frac{R_4}{\cancel{(R_3 + R_4)}} \Rightarrow$$

$$V_{out,2} = \frac{V \cdot R_2 R_4}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_1 R_4 + R_2 R_3 + R_2 R_4}$$

$$V_{out,1} = I_0 \cdot \frac{R_4}{1 + \frac{R_4}{R_3 + (R_1 || R_2)}}$$

$$V_{TH} = V \cdot \frac{R_2 R_4}{R_1R_2 + R_1R_3 + R_1R_4 + R_2R_3 + R_2R_4} + I_0 \cdot \frac{R_4}{1 + \dfrac{R_4}{R_3 + \dfrac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}}}$$

Το $R_{TH}$: το βρίσκουμε μηδενίζοντας τις ανεξάρτητες πηγές:

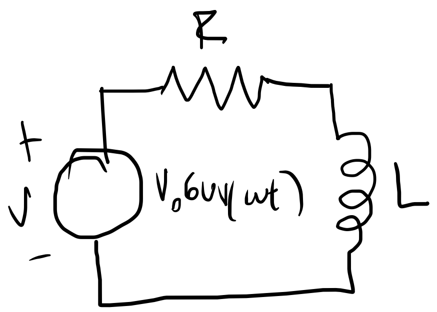



$$R_{TH} = R_4 // (R_3 + R_1 // R_2)$$

$R_1 // R_2 = \dfrac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ επομένως

$$R_{TH} = \frac{R_4 \cdot \left(R_3 + \dfrac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}\right)}{R_4 + \left(R_3 + \dfrac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}\right)}$$

$R_N = R_{TH}$, $I_N = \dfrac{V_{TH}}{R_{TH}}$



R
+
v
−
$V_0 \cos(\omega t)$
L