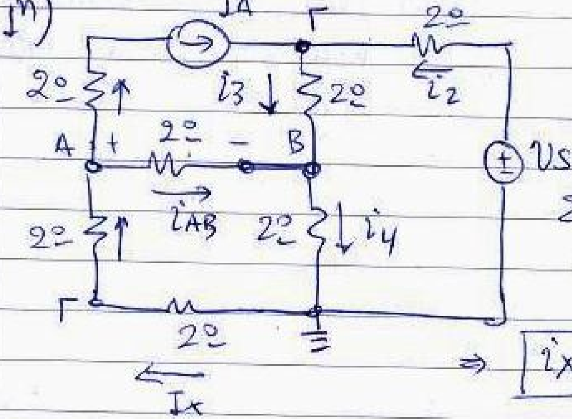
ΗΥ-121: Ηλεκτρονικά Κυκλώματα
Γιώργος Δημητρακόπουλος

1ο σετ ασκήσεων – Λύσεις

1η)



$v_{AB} = 5V$ ⇒ θέλω i_x ⇒ V_s.

Έχω $i_{AB} = \frac{v_{AB}}{2\Omega} = 2.5A$

Στον κόμβο (Α) από KCL:

$1A + i_{AB} = i_{AΓ}$, $i_{AΓ} = i_x$ ⇒ $\boxed{i_x = 3{,}5A}$

KCL στο (Γ): $1 + i_2 = i_3 \Rightarrow i_2 = i_3 - 1$ KCL(B): $i_3 + i_{AB} = i_4$

Από KVL στο δεξιά βρόχο $V_s - 2i_2 - 2i_3 - 2i_4 = 0$

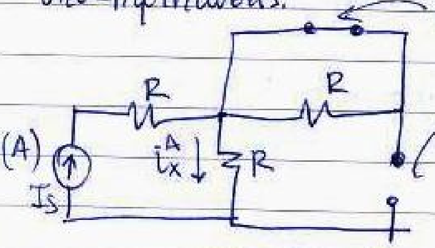
$\Rightarrow i_3 = \frac{V_s - 3}{6} \Rightarrow \boxed{i_4 = \frac{V_s-3}{6} + 2.5}$

Όμως $i_4 = \frac{v_B}{2}$ ⇒ $v_A = (2+2)\cdot i_x = 4\cdot i_x = 14V \Rightarrow v_B = 9V$ άρα

$i_4 = 4.5A$ οπότε $\boxed{V_s = 15V}$

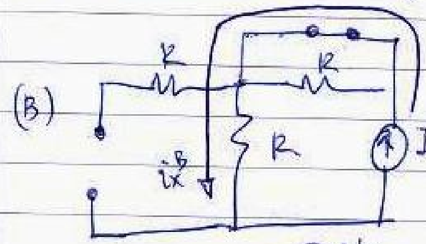
2) Χρησιμοποιώντας την αρχή της επαλληλίας προκύπτουν τα 3 κυκλώματα υπο-περιπτώσεις.

(A)



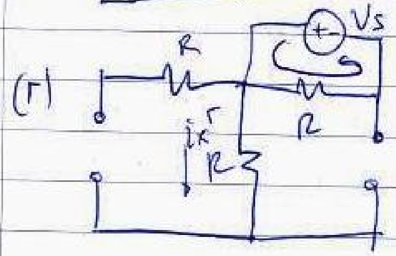
Το ρεύμα $\boxed{i_x^A = I_s}$

(B)



Όλο το ρεύμα κυλάει από το βραχυκύκλωμα. Επομένως $\boxed{i_x^B = I_s}$

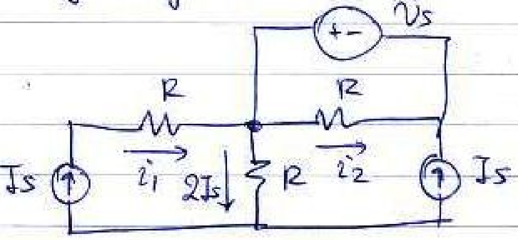
(Γ)



Το ρεύμα $\boxed{i_x^Γ = 0}$

άρα συνολικά $\boxed{i_x = 2I_s}$

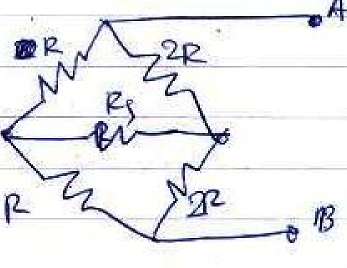
Ξαναζωγραφίζουμε το συνολικό κύκλωμα:



Τα ρεύματα i_1 και i_2 τα γνωρίζουμε ήδη και δεν απαιτείται κάποια περαιτέρω ανάλυση.

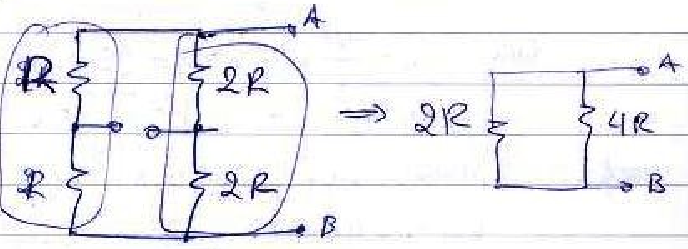
$\boxed{i_1 = I_s}$ και $\boxed{i_2 = i_1 - 2I_s}$

3) Το κύκλωμα είναι μια ισορροπημένη γέφυρα wheatstone

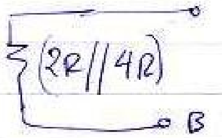


επομένως η R_s δε διαρρέεται από ρεύμα και επομένως μπορεί να αγνοηθεί.

Άρα έχουμε

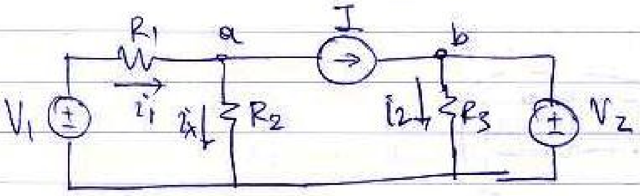


⇒



⇒ $\boxed{R_{eq} = \frac{4}{3} R}$

4)



Από τον KCL στον A έχουμε: $i_1 = I + i_x$

Εφαρμόζοντας KVL στον αριστερό βρόχο έχουμε: $V_1 = i_1 \cdot R_1 + i_x \cdot R_2$

$$\Rightarrow V_1 = (I + i_x) \cdot R_1 + i_x \cdot R_2 \Rightarrow \boxed{i_x = \frac{V - I \cdot R_1}{R_1 + R_2}}$$

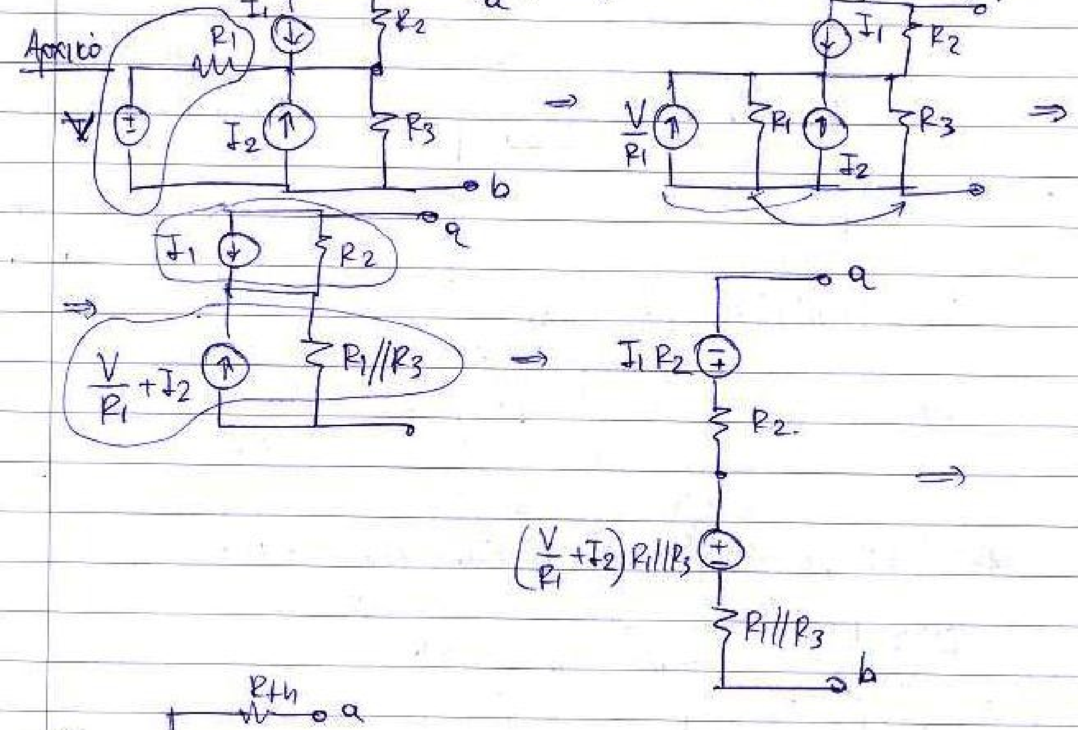
Για την αντίσταση R_3 έχουμε $V_2 = i_2 \cdot R_3 \Rightarrow \boxed{i_2 = \frac{V_2}{R_3}}$

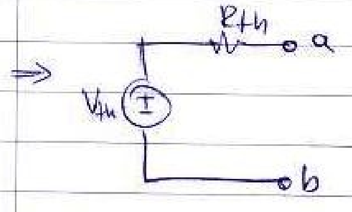
Άρα αν υποθέσουμε ότι η τάση στα άκρα της πηγής ρεύματος είναι V_{ab} έχουμε από τον ΚΤ:

$$i_x \cdot R_2 = v_{ab} + \underbrace{i_2 \cdot R_3}_{V_2} \Rightarrow \boxed{V_{AB} = i_x \cdot R_2 - V_2}$$

Έχοντας υπολογίσει για κάθε πηγή το ρεύμα που προσφέρει/καταναλώνει η την τάση στα άκρα της μπορούμε να βρούμε την αντίστοιχη ισχύ.

β) Με διαδοχικούς μετασχηματισμούς έχουμε τα εξής κυκλώματα:

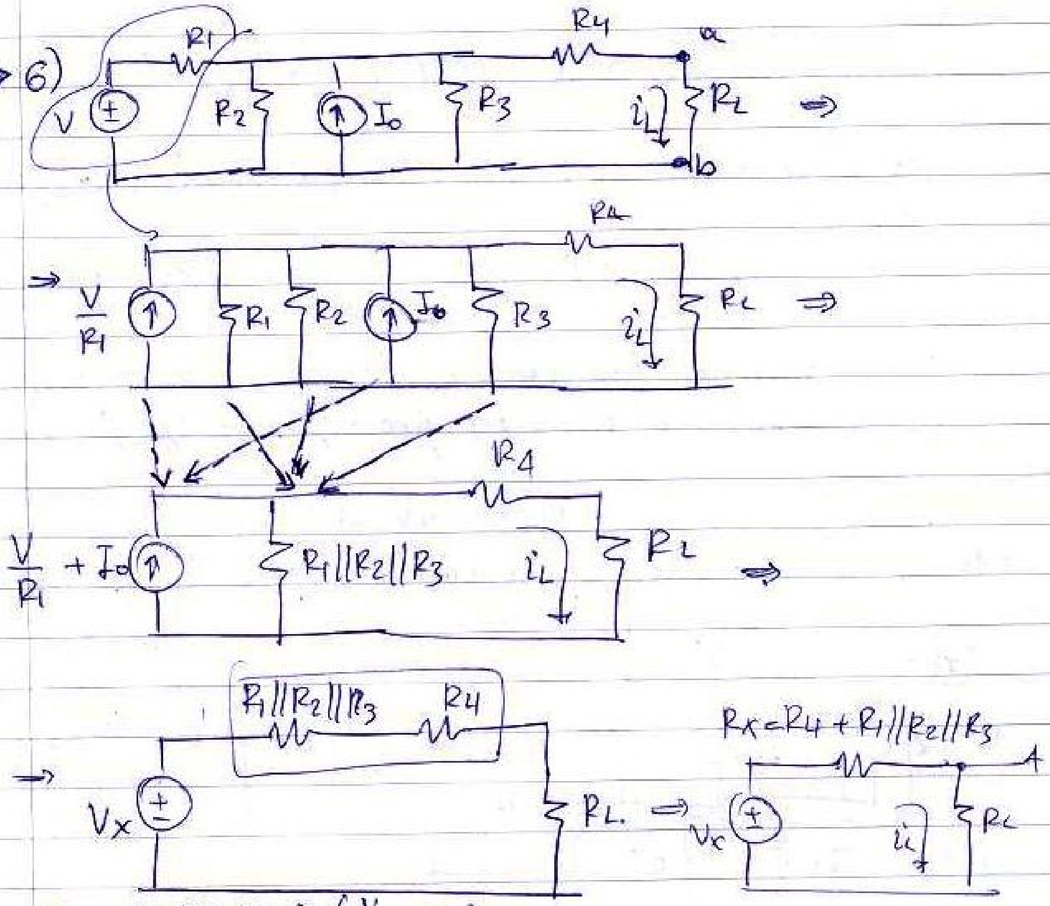




όπου $V_{th} =$

$R_{th} = R_2 // (R_1 // R_3)$

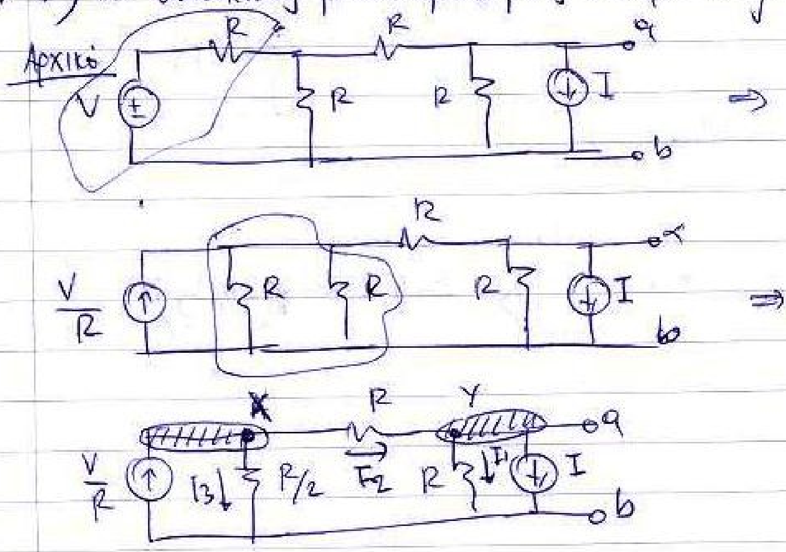
6)



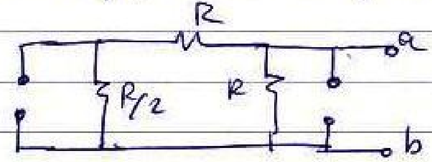
$$V_x = (R_1||R_2||R_3)\cdot\left(\frac{V}{R_1} + I_o\right)$$

άρα $\boxed{i_L = \dfrac{v_A}{R_L}}$ όπου $\boxed{v_A = \dfrac{R_L}{R_L + R_x}\cdot v_x}$

7) Με διαδοχικούς μετασχηματισμούς έχουμε τα εξής:



Η ισοδύναμη αντίσταση προκύπτει αν μηδενίσω πηγές

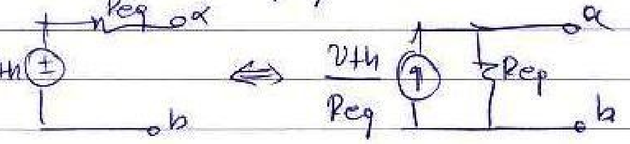


Άρα $R_{eq} = \left(R+\frac{R}{2}\right)//R = \left(\frac{3R}{2}\right)//R \Rightarrow$

$$\boxed{R_{eq} = \frac{3}{5}R}$$

Για να υπολογίσω Norton ισοδύναμο θα βρω το αντίστοιχο Thevenin ισοδύναμο και η τιμή του ισοδύναμου ρεύματος θα είναι

$J_N = \frac{V_{th}}{R_{eq}}$



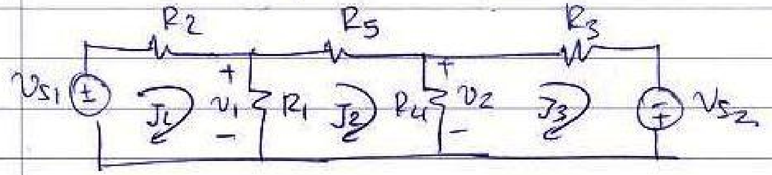
Η $V_{th} = V_{ab} = V_y$.

Γράφοντας KCL στους X και Y έχω:

$$\left.\begin{aligned} \frac{V}{R} &= i_3 + i_2 \\ i_2 &= i_1 + I \end{aligned}\right\} \Rightarrow \begin{aligned} \frac{V}{R} &= \frac{v_x}{R/2} + \frac{v_x - v_y}{R} \\ \frac{v_x - v_y}{R} &= \frac{v_y}{R} + I \end{aligned}$$

Βρίσκω v_x και v_y και έχω το V_{th} που ζητείται.

➡ 2) Ξαναζωγραφίζω το κύκλωμα



Εφαρμόζω απλή μέθοδο βρόχων

$$\begin{pmatrix} R_1+R_2 & -R_1 & 0 \\ -R_1 & R_1+R_4+R_5 & -R_4 \\ 0 & -R_4 & R_4+R_5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} J_1 \\ J_2 \\ J_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} V_{s1} \\ 0 \\ V_{s2} \end{pmatrix}$$

Αφού βρω J_1, J_2, J_3

τότε $v_1 = R_1(J_1 - J_2)$ και $v_2 = R_4(J_2 - J_3)$

οπότε εύκολα υπολογίζω $\frac{v_1}{v_2}$.