

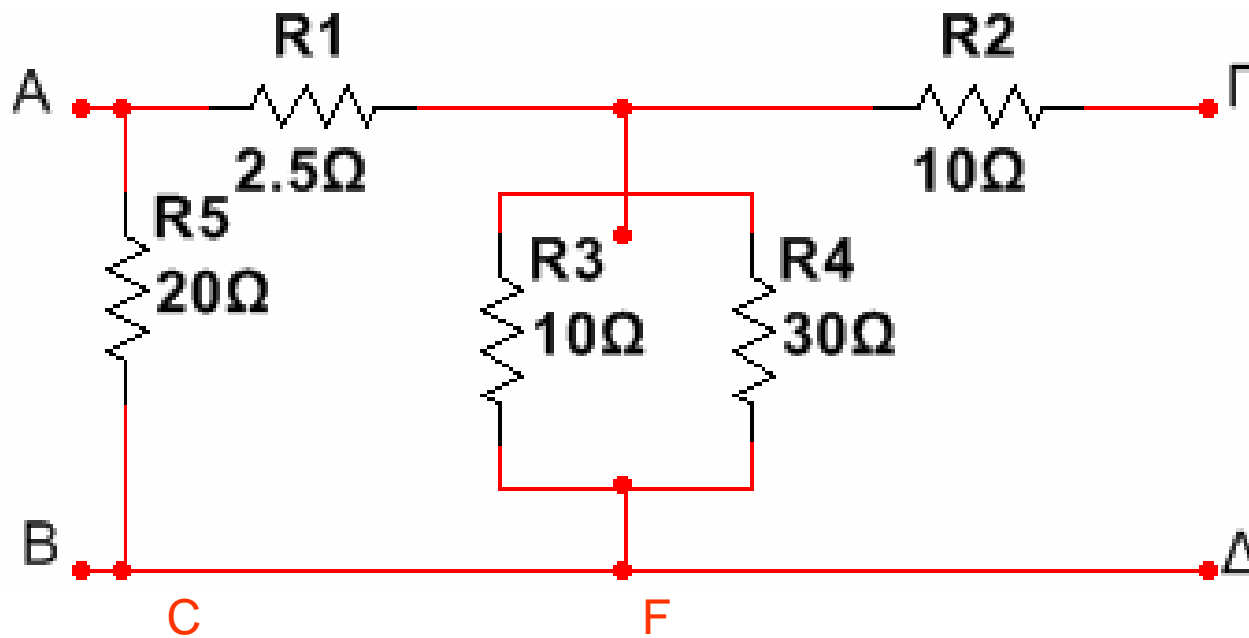
Ηλεκτρονική

Παναγιώτης Γιαννακόπουλος

2/11/2020

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Υπολογιστών
2020-2021

Ασκηση

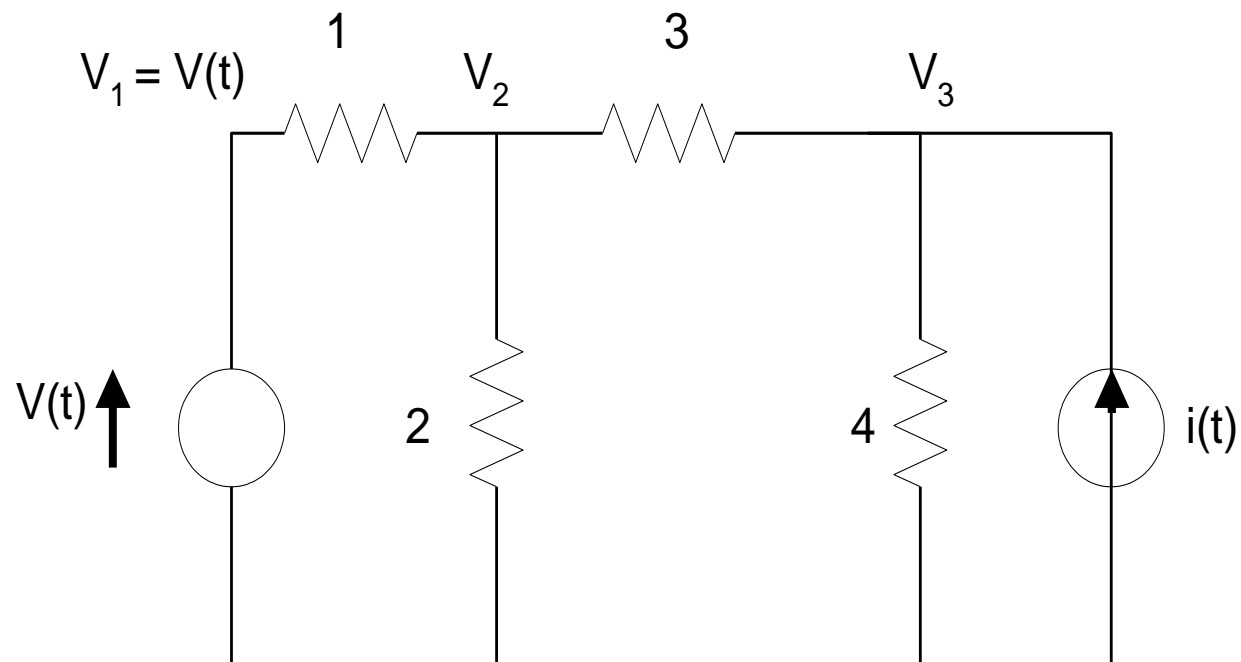


- Θεώρημα της υπέρθεσης
- Thevenin // Norton

Υπέρθεση

- Το θεώρημα της υπέρθεσης και τα θεωρήματα Thévenin και Norton μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την απλοποίηση της ανάλυσης των κυκλωμάτων.

- Η χρήση τους οφείλεται στο γεγονός ότι απαιτούνται κατά την αναπαράσταση των transistor και των τελεστικών ενισχυτών κατά την ανάλυση κυκλωμάτων



G σε mS
 V σε Volts
 I σε mA

- Αυτή η αρχή εφαρμόζεται για την εύρεση οποιουδήποτε κομβικού ή κλαδικού ρεύματος ή τάσης και ισχύει για οποιοδήποτε αριθμό πηγών ρευμάτων ή τάσεων. Να σημειωθεί ότι η ανάλυση πραγματοποιείται θεωρώντας ότι κάθε πηγή επιδρά μόνη της και όλες οι υπόλοιπες πηγές είναι απενεργοποιημένες.

- Μια απενεργοποιημένη πηγή τάσης γίνεται βραχυκύκλωμα και μία απενεργοποιημένη πηγή ρεύματος γίνεται ανοικτό κύκλωμα.
- Η μέθοδος αυτή είναι πολύ χρήσιμη για κυκλώματα που έχουν αρκετές πηγές οι οποίες είναι αρκετά απλές, ώστε να μπορέσουν να αναλυθούν με απλές τεχνικές όπως διαιρέτες τάσης και ρεύματος

Η τάση στον κόμβο v_1 είναι γνωστή. Οι τάσεις v_2 και η v_3 είναι άγνωστες, οπότε εφαρμόζουμε τον Ν.Ρ.Κ. στους κόμβους ' v_2 ' και ' v_3 ':

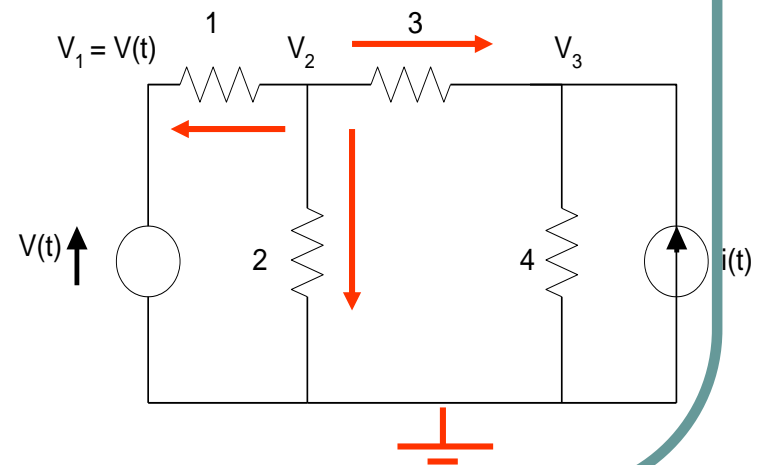
$$1(v_2 - v(t)) + 2(v_2) + 3(v_2 - v_3) = 0$$

$$3(v_3 - v_2) + 4(v_3) = i(t)$$

Κάνοντας πράξεις και απλοποιώντας έχουμε:

$$6v_2 - 3v_3 = v(t)$$

$$-3v_2 + 7v_3 = i(t)$$



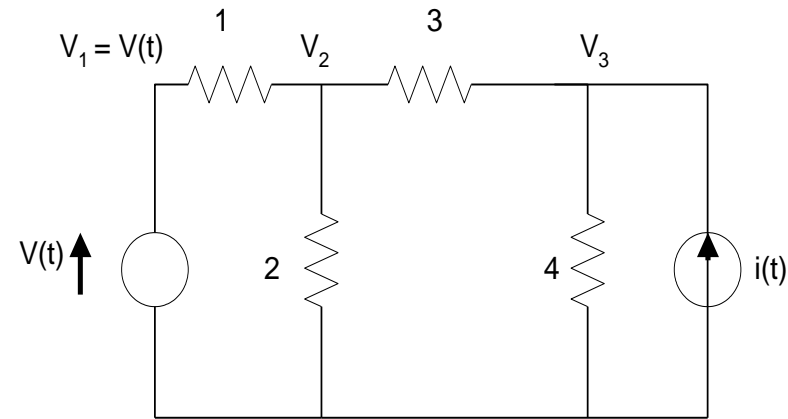
$$6v_2 - 3v_3 = v(t)$$
$$-3v_2 + 7v_3 = i(t)$$

—

Επιλύοντας ως προς τις τάσεις έχουμε:

$$v_2 = \frac{7}{33} v(t) + \frac{1}{11} i(t)$$

$$v_3 = \frac{1}{11} v(t) + \frac{2}{11} i(t)$$



Καθώς οι v_2 και v_3 είναι συναρτήσεις των μεταβλητών πηγών μπορούμε να γράψουμε το εξής:

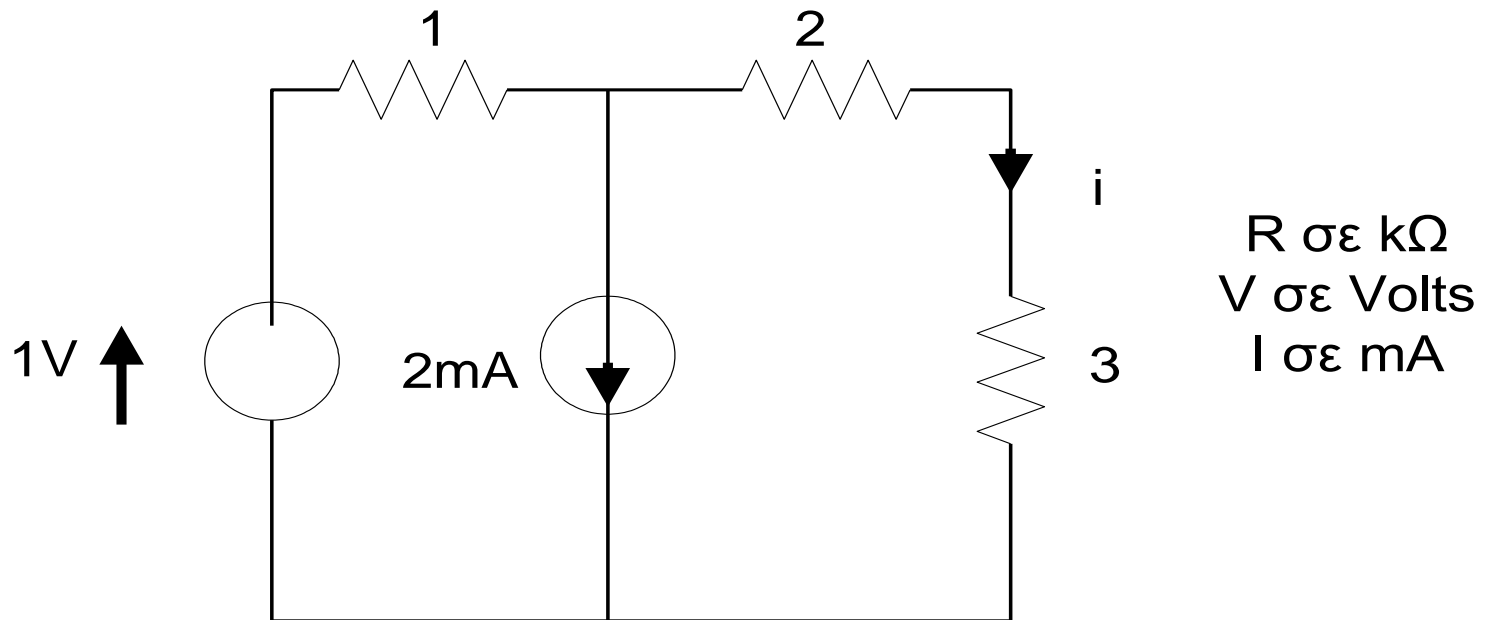
$$v_2 = v_2|_{i(t)=0} + v_2|_{v(t)=0}$$

$$v_3 = v_3|_{i(t)=0} + v_3|_{v(t)=0}$$

- Αυτό σημαίνει ότι θα μπορούσαμε να πραγματοποιήσουμε την ανάλυση των κυκλωμάτων σε δύο στάδια:
- Α) Θέτουμε $i(t)=0$, που σημαίνει ότι αντικαθιστούμε την πηγή ρεύματος με ένα ανοιχτό κύκλωμα και προσδιορίζουμε τις τάσεις v_2 και v_3 συναρτήσει της $v(t)$.

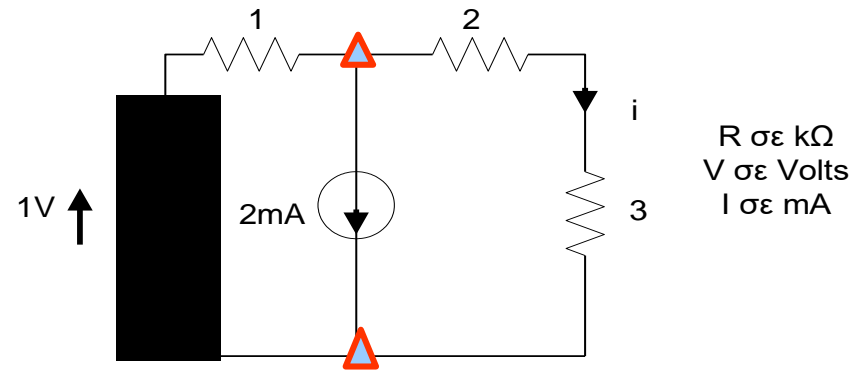
- Β) Θέτουμε $v(t)=0$, που σημαίνει ότι αντικαθιστούμε την πηγή τάσης με ένα βραχυκύκλωμα και προσδιορίζουμε τις τάσεις v_2 και v_3 συναρτήσει του $i(t)$.
- Τέλος, βρίσκουμε την λύση που δίνει τις v_2 και v_3 συναρτήσει των μεταβλητών $v(t)$ και $i(t)$ αθροίζοντας τα επιμέρους αποτελέσματα.

2^ο Παράδειγμα



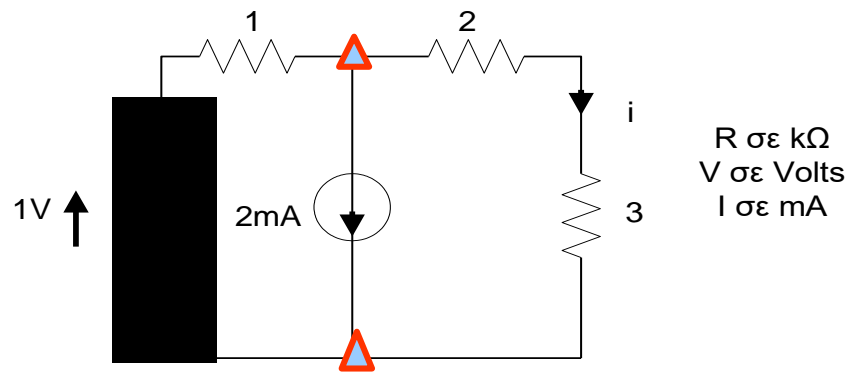
- A $\Rightarrow I = 1/6 \text{ mA}$

- B $\Rightarrow H \text{ 1K // 5K}$



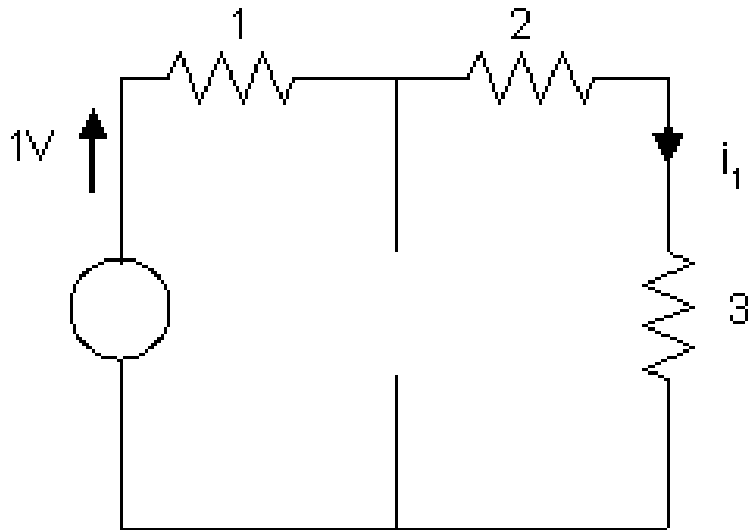
- Διαίρεση ρεύματος

- $V1 = V2 \Rightarrow I1 \cdot 1 = I2,3 \cdot 5$

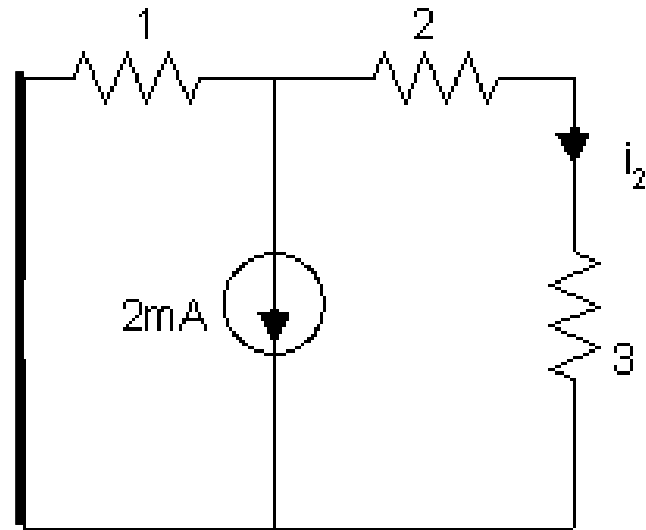


- Διαίρεση ρεύματος
- $V_1 = V_2 \quad I_1 * 1 = I_{2,3} * 5$
- $I_1 + I_{2,3} = 2 \Rightarrow 6 * I_{2,3} = 2 \Rightarrow I_{2,3} = 1/3 \text{ mA}$
- $I_1 = 5/3 \text{ mA}$
- Άρα $I_{2,3} = 1/3 \text{ mA}$ με πρόσημο αρνητικό

Ανοικτό και βραχυκύκλωμα



$$i_1 = \frac{1}{1 + 2 + 3} = \frac{1}{6} \text{ mA}$$



$$i_2 = -2 \frac{\frac{1}{5}}{\frac{1}{1} + \frac{1}{5}} = -2 \frac{1}{6} = -\frac{1}{3} \text{ mA}$$

Το ολικό ρεύμα i δίνεται από τη σχέση:

$$i = i_1 + i_2 = \frac{1}{6} - \frac{1}{3} = -\frac{1}{6} \text{ mA}$$

Ολοκληρώνουμε την αρχή της υπέρθεσης με την διατύπωση του θεωρήματος της υπέρθεσης με γενικούς όρους συστημάτων

Thevenin

- Μπορούμε να αντικαταστήσουμε οποιαδήποτε συνδεσμολογία πηγών και στοιχείων, μεταξύ δύο κόμβων, με μόνο μια ανεξάρτητη πηγή και μια ισοδύναμη αντίσταση (ή εμπέδηση, στην περίπτωση της AC σταθερής κατάστασης). Επιπλέον, η εύρεση των τιμών της πηγής και της ισοδύναμης αντίστασης είναι απλή.



- Ας υποθέσουμε, ότι συνδέουμε αυτούς τους δύο κόμβους με έναν αντιστάτη μηδενικής τιμής (π.χ. ένα βραχυκύκλωμα) και μετράμε το ρεύμα



- Με μια άπειρη αντίσταση συνδεδεμένη στα άκρα(ανοικτό κύκλωμα) η τάση που εμφανίζεται στα άκρα των κόμβων είναι η τάση του ανοικτού κυκλώματος V_{oc} .

NORTON THEVENIN

- Αντικαθιστώ το κύκλωμα με μια πηγή τάσης σε σειρά με έναν αντιστάτη Thevenin

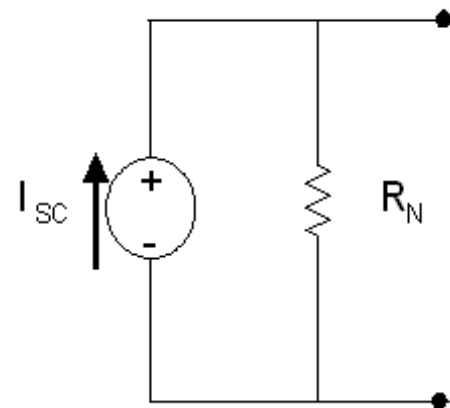
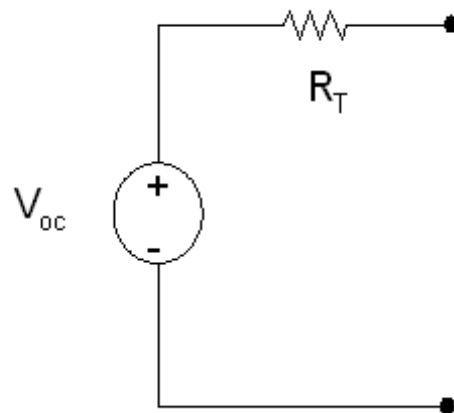
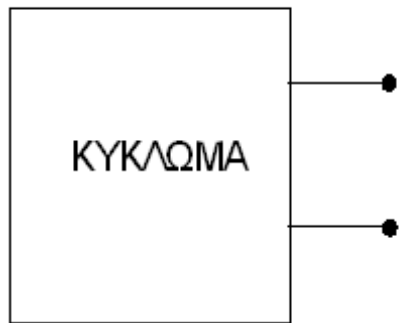
Ή

- πηγή ρεύματος παράλληλα με έναν αντιστάτη (ΤΟΝ ΙΔΙΟ)

NORTON

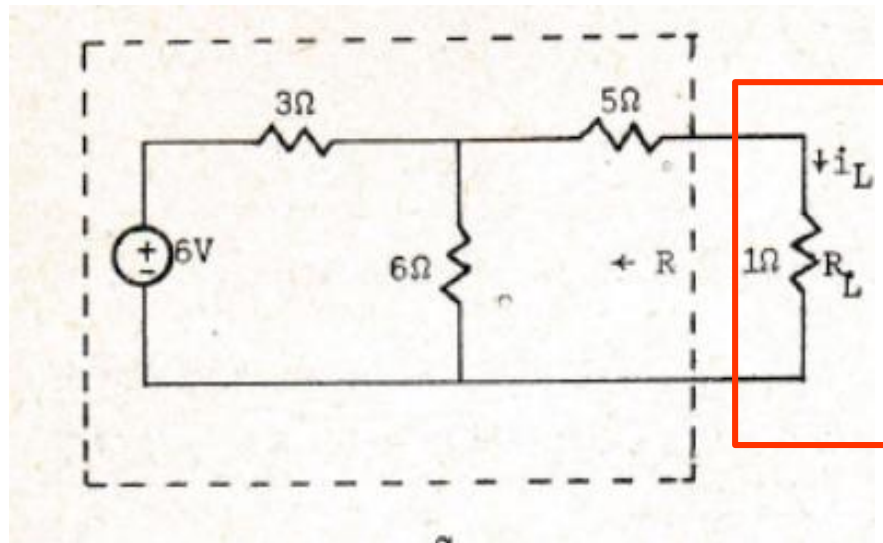


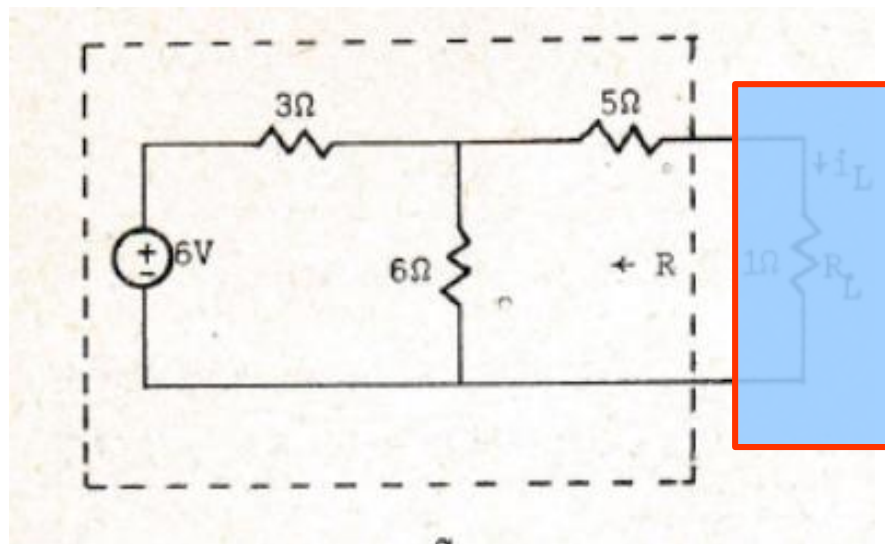
- Μια αντίσταση φορτίου μεταξύ αυτών των δύο άκρων δημιουργεί ένα ρεύμα I και μια πτώση τάσεως V μεταξύ των δύο προσβάσιμων κόμβων. Μπορούμε να περιγράψουμε τα χαρακτηριστικά των ακροδεκτών του κυκλώματος μέσω δύο ισοδύναμων κυκλωμάτων

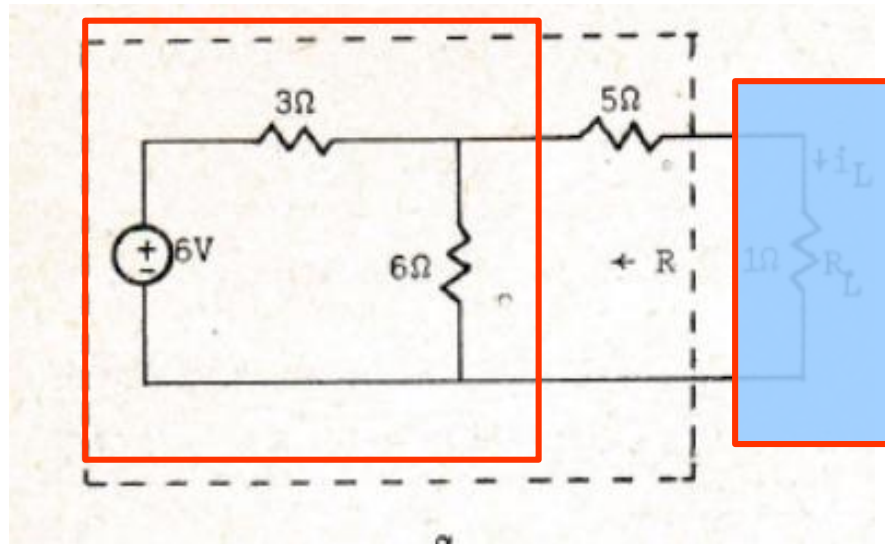


Thevenin Norton

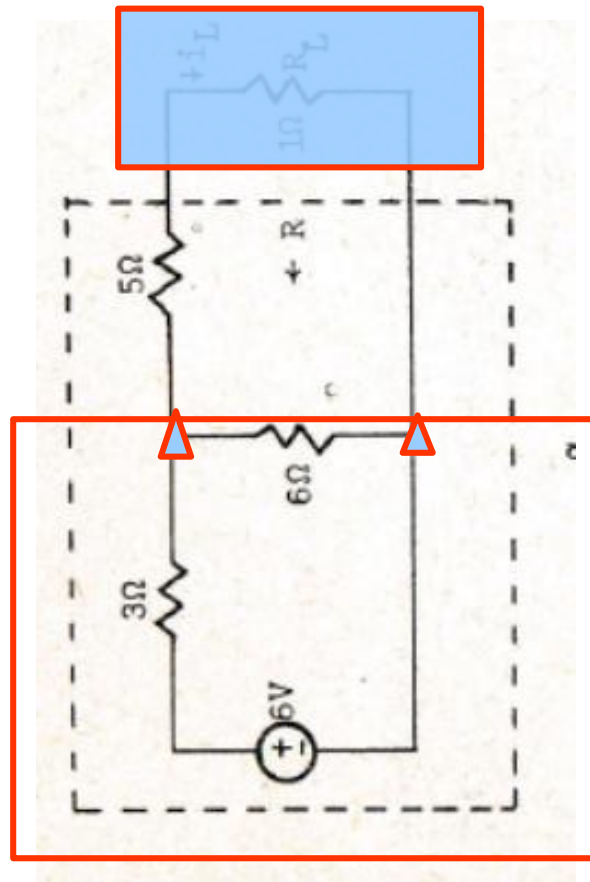
- Η αντίσταση Thévenin και Norton ($R_T = R_N$) μπορεί να ληφθεί αμέσως από το κύκλωμα, σαν την αντίσταση μεταξύ των δύο ακροδεκτών όταν **όλες οι πηγές τάσης και πηγές ρεύματος είναι απενεργοποιημένες**. Συνεπώς πρέπει να γίνουν όλες οι τιμές τάσης και ρεύματος μηδέν, το οποίο είναι ισοδύναμο με το να αντικαταστήσουμε στο κύκλωμα τις πηγές τάσης με βραχυκυκλώματα και τις πηγές ρεύματος με ανοικτά κυκλώματα.

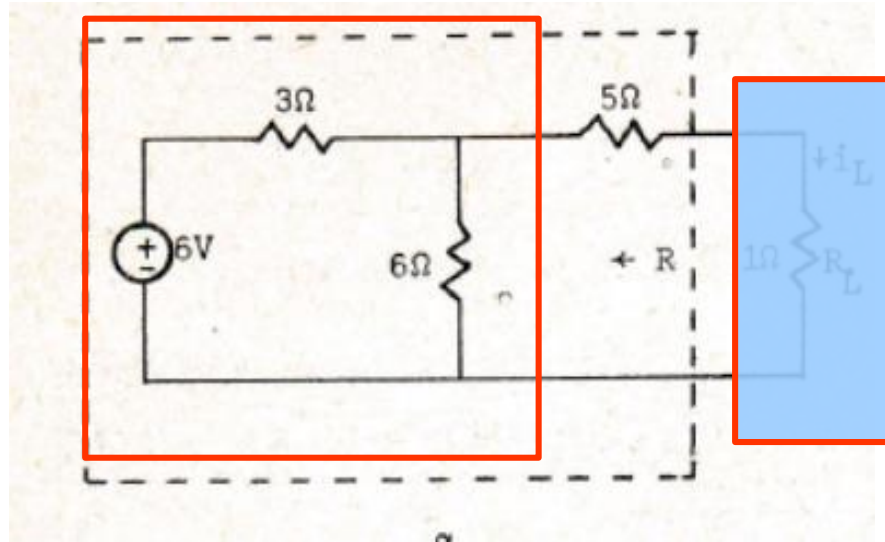


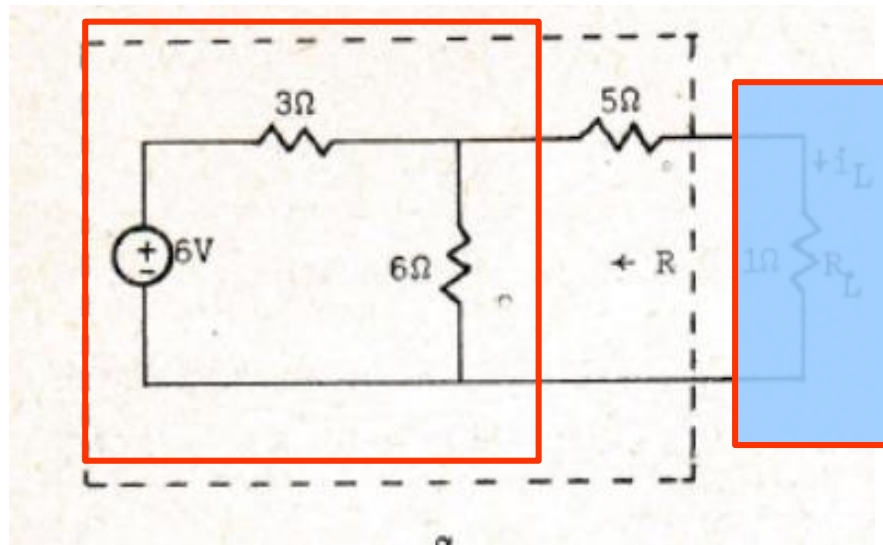




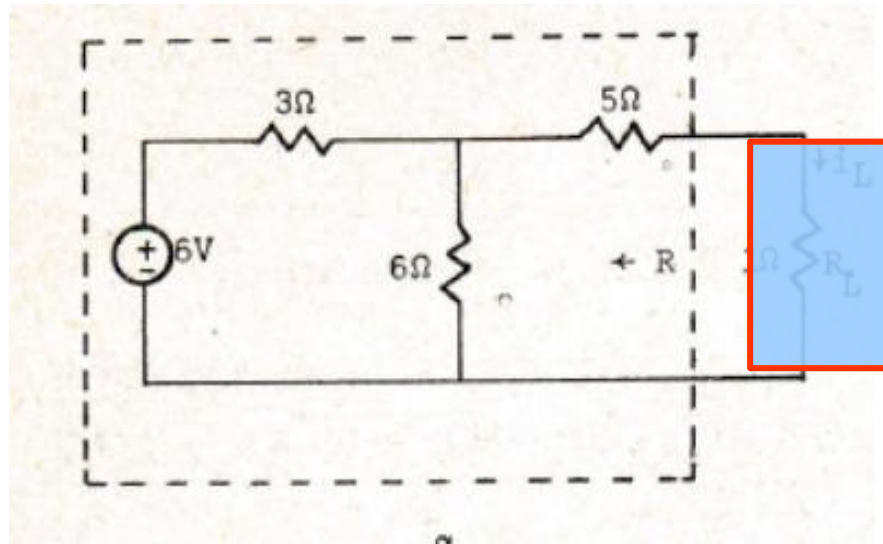
Ισοδύναμη Αντίσταση



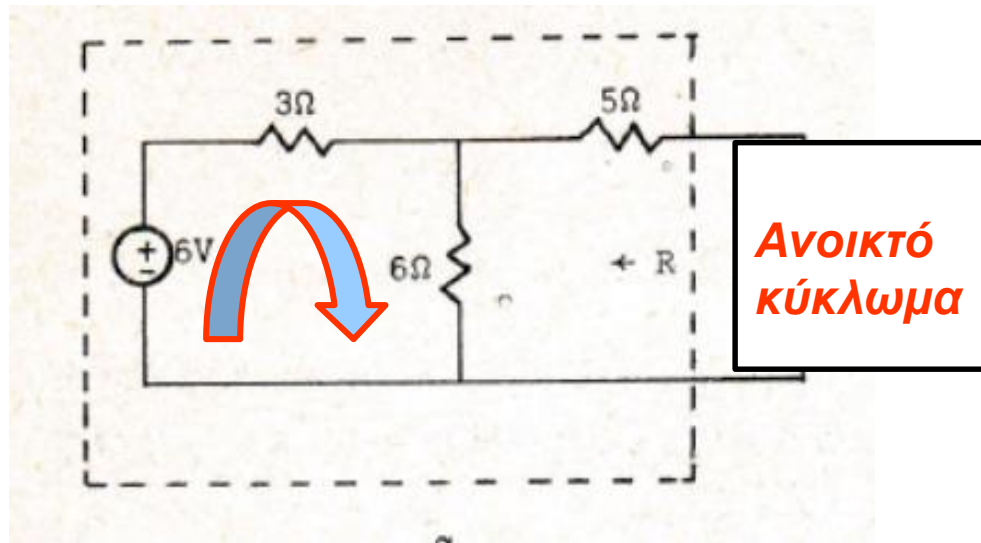




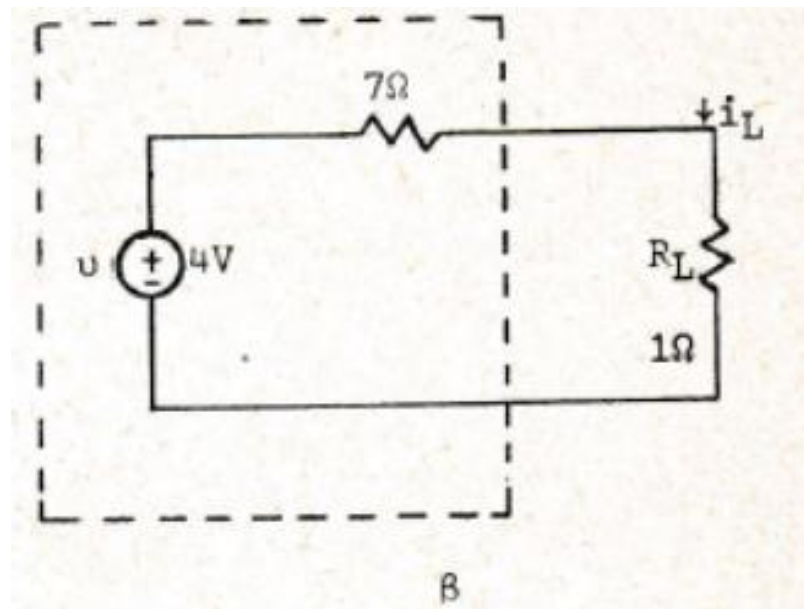
$$V_{oc} = 4V$$



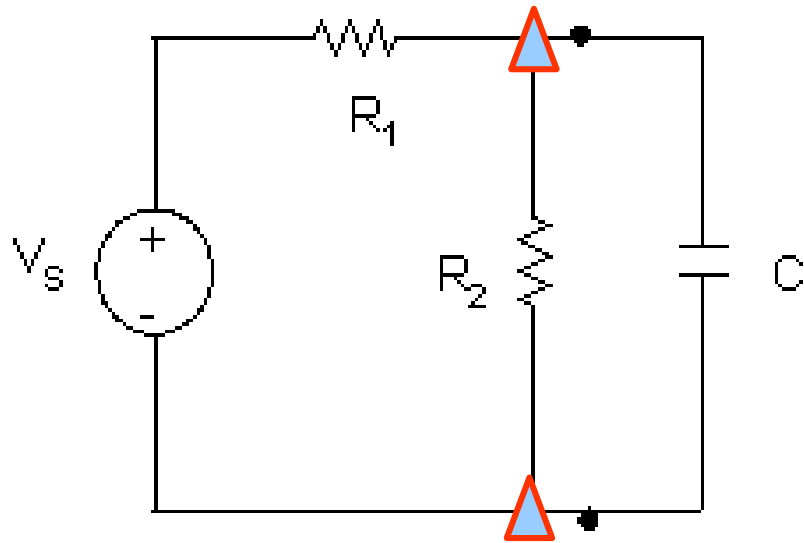
$V_{oc} = H$ τάση πέφτει στις 3 και 6



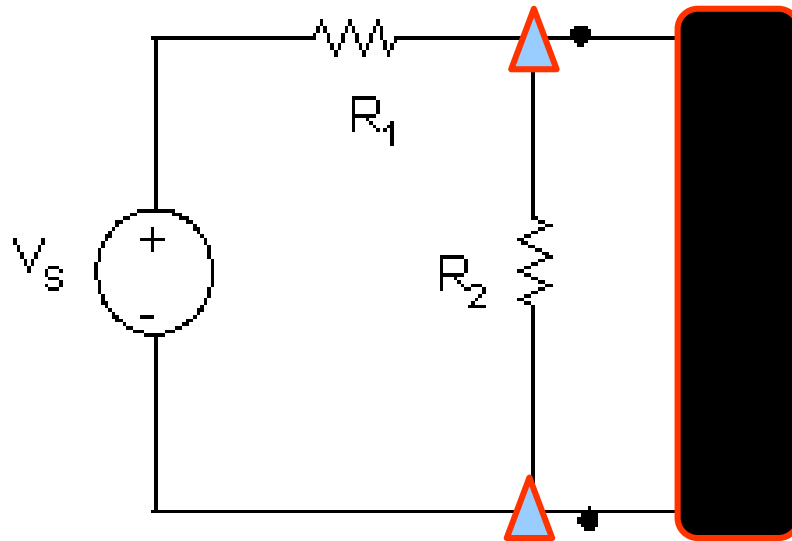
Ισοδύναμο κύκλωμα



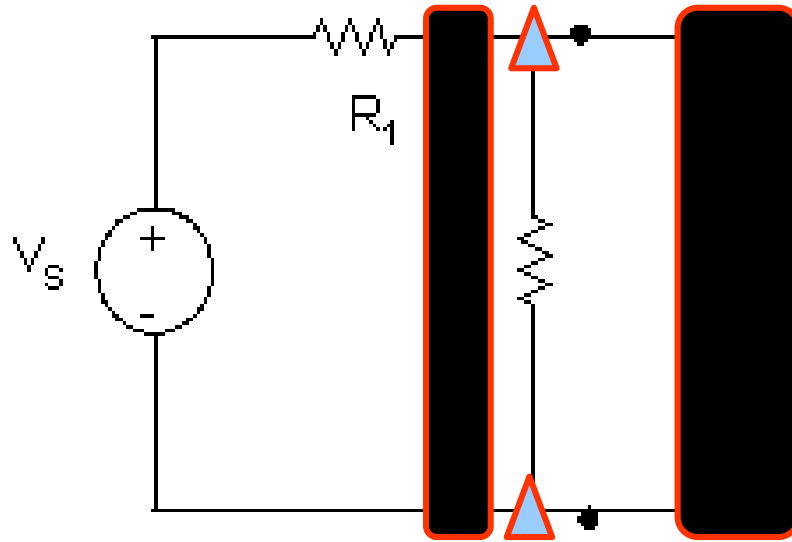
Ισοδύναμο κύκλωμα



Ισοδύναμο κύκλωμα



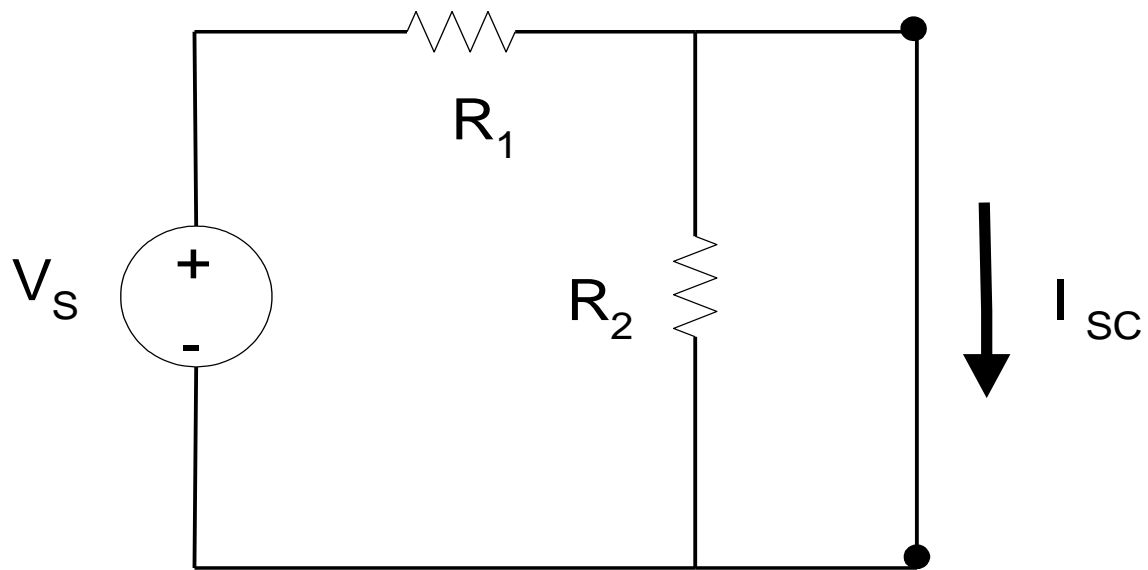
Αριστερά ή δεξιά (το ίδιο)



- Η τάση V_{oc} του ανοικτού κυκλώματος βρίσκεται μέσω του διαιρέτη τάσης:

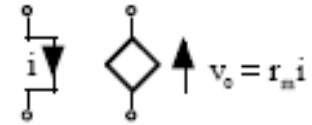
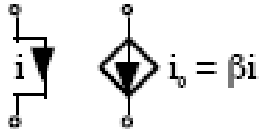
$$V_{oc} = V_s \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_{SC} = \frac{V_S}{R_1}$$

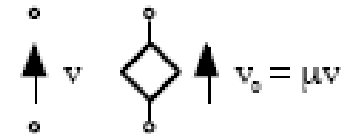
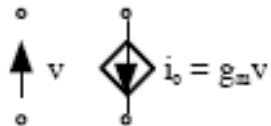


- ***Ελεγχόμενες πηγές***

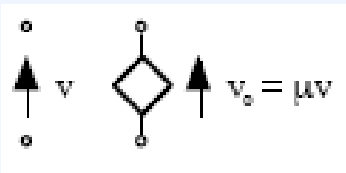
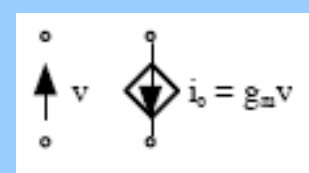
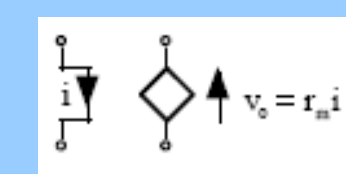
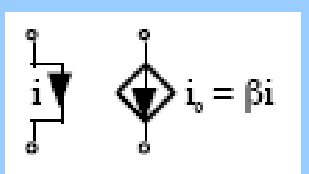
Σύμβολα ελεγχόμενων πηγών



| | | Τύπος Πηγής | |
|---------------|-------|---|--|
| | | Τάση | Ρεύμα |
| Τύπος ελέγχου | Τάση | Πηγή Τάσης Ελεγχόμενη Από Τάση Π.Τ.Ε.Τ. | Πηγή Ρεύματος Ελεγχόμενη Από Τάση Π.Ρ.Ε.Τ. |
| | Ρεύμα | Πηγή Τάσης Ελεγχόμενη Από Ρεύμα Π.Τ.Ε.Ρ. | Πηγή Ρεύματος Ελεγχόμενη Από Ρεύμα Π.Ρ.Ε.Ρ. |



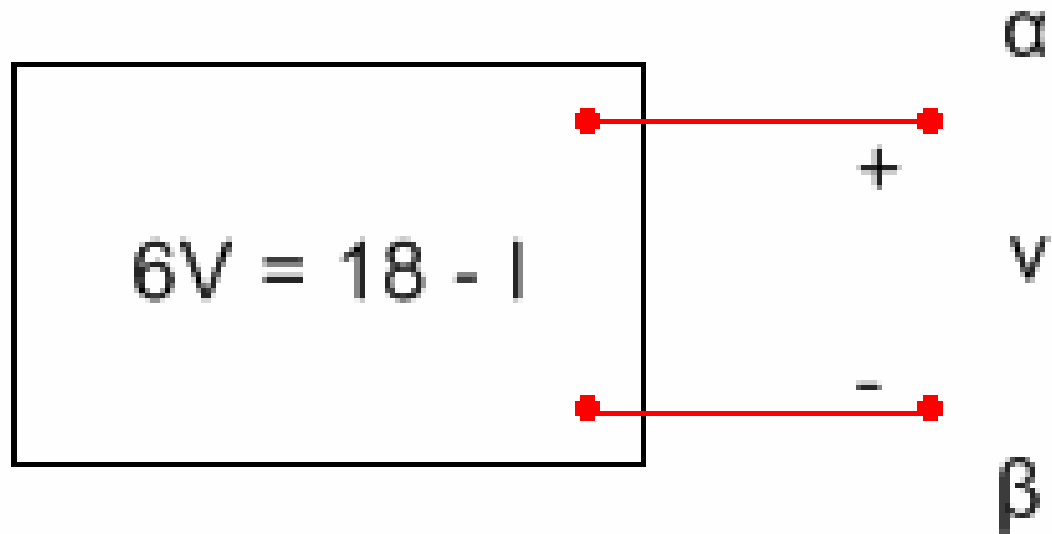
Πίνακας 9. Σύμβολα ελεγχόμενων πηγών

| | | Τύπος Πηγής | |
|---------------|-------|---|--|
| | | Τάση | Ρεύμα |
| Τύπος ελέγχου | Τάση |  |  |
| | Ρεύμα |  |  |

Ενεργά στοιχεία

| | | |
|---|--|--|
| Τελεστικός Ενισχυτής Π.Τ.Ε.Τ. | | |
| Transistor Επίδρασης Πεδίου FET (MOSFET – JFET) Π.Ρ.Ε.Τ. | | |
| Διπολικό Transistor Επαφής BJT (NPN – PNP) Π.Ρ.Ε.Ρ. | | |

Άσκηση 1



NORTON

- $6V = 18 - I$
- Λύνω ως προς I
- $I = 18 - 6V = 18 - \frac{V}{\frac{1}{6}}$
- Άρα η πηγή ρεύματος είναι 18 A
- και η αντίσταση είναι $\frac{1}{6}\ \Omega$

+

Ισοδύναμο κύκλωμα

