Ηλεκτρικά Κυκλώματα Ι

Διάλεξη 13

Α. Δροσόπουλος

24-11-2022

Outline

1. Θεωρήματα Thevenin και Norton

2. Μέγιστη μεταφορά ισχύος στο συνεχές

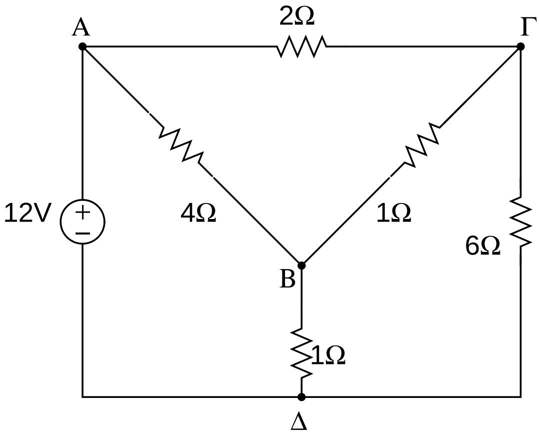
3. Παραδείγματα και ασκήσεις

Topic

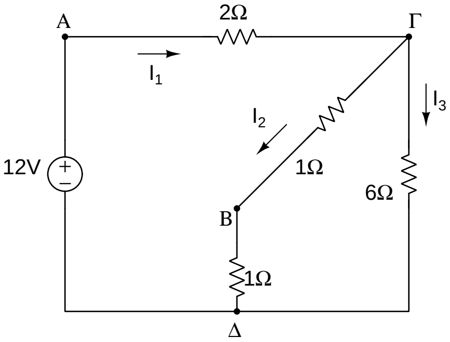
1. **Θεωρήματα Thevenin και Norton**
2. Μέγιστη μεταφορά ισχύος στο συνεχές
3. Παραδείγματα και ασκήσεις

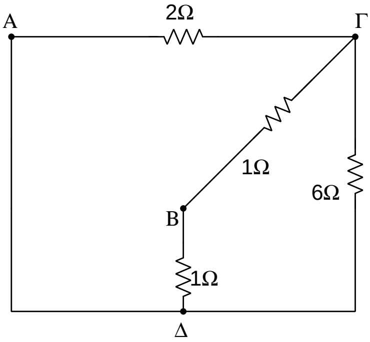
Παράδειγμα 3

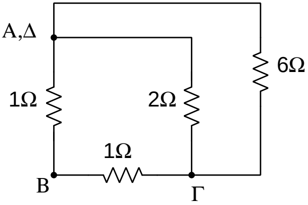
Να υπολογιστεί η ισχύς που καταναλώνεται στην αντίσταση των $4\ \Omega$ στο παρακάτω κύκλωμα χρησιμοποιώντας το θεώρημα Thevenin.

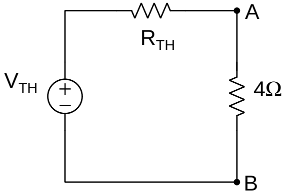


Παράδειγμα 3b









Παράδειγμα 3c

$$R_{TH} = \Big[(6 \parallel 2) + 1\Big] \parallel 1 = 0.714\,\Omega$$

```
octave:25> r1=6*2/(6+2)
r1 =  1.5000
octave:26> r2=r1+1
r2 =  2.5000
octave:27> Rth=r2*1/(r2+1)
Rth =  0.71429

octave:28> r=2*6/(2+6)
r =  1.5000
octave:29> Vgd=r*12/(r+2)
Vgd =  5.1429
octave:30> I2=Vgd/2
I2 =  2.5714
octave:31> Vth=12-I2*1
Vth =  9.4286
```

Παράδειγμα 3d

$$V_{TH} = 9.43 \text{ V}$$

```
octave:32> Vab=4*Vth/(4+Rth)
Vab =  8
octave:33> P=Vab^2/4
P =  16
```

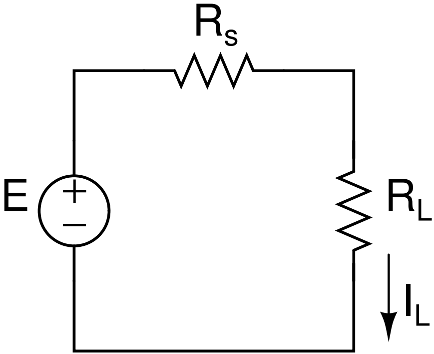
$$P = 16 \text{ W}$$

Topic

1. Θεωρήματα Thevenin και Norton
2. **Μέγιστη μεταφορά ισχύος στο συνεχές**
3. Παραδείγματα και ασκήσεις

Μέγιστη μεταφορά ισχύος

Η πραγματική πηγή έχει ΗΕΔ E και εσωτερική αντίσταση R_s. Πότε έχουμε μέγιστη μεταφορά ισχύος από την πηγή στο φορτίο R_L;



Μέγιστη μεταφορά ισχύος (συνέχεια 2)

Το ρεύμα που περνάει από το φορτίο είναι

$$I_L = \frac{E}{R_s + R_L}$$

και η ισχύς είναι

$$P_L = I_L^2 R_L = \frac{E^2 R_L}{(R_s + R_L)^2}$$

Ακρότατο $R_{L,0}$ η λύση της

$$\frac{dP_L}{dR_L} = 0$$

$R_{L,0}$ μέγιστο $\left.\frac{d^2 P_L}{dR_L^2}\right|_{R_L = R_{L,0}} < 0$ και ελάχιστο $\left.\frac{d^2 P_L}{dR_L^2}\right|_{R_L = R_{L,0}} > 0$

Μέγιστη μεταφορά ισχύος (συνέχεια 3)

$$\frac{dP_L}{dR_L} = E^2 \ \frac{1 \cdot (R_s + R_L)^2 - R_L \cdot 2 \cdot (R_s + R_L)}{(R_s + R_L)^4} = 0 \ \Rightarrow$$

$$(R_s + R_L) \cdot \Big((R_s + R_L) - 2 \cdot R_L \Big) = 0 \ \Rightarrow \ R_L = R_s$$

$$\frac{d^2 P_L}{dR_L^2} = E^2 \ \frac{-1 \cdot (R_s + R_L)^3 - (R_s - R_L) \cdot 3 \cdot (R_s + R_L)^2}{(R_s + R_L)^6}$$

και για $R_L = R_s$

$$\left. \frac{d^2 P_L}{dR_L^2} \right|_{R_L = R_s} = -\frac{E^2}{(2R_s)^3} < 0$$

άρα $R_{L,0} = R_s$ είναι ακρότατο που οδηγεί σε μέγιστη ισχύ.

Μέγιστη μεταφορά ισχύος (συνέχεια 4)

Στη γενική περίπτωση όπου έχουμε ένα οποιοδήποτε γραμμικό κύκλωμα και θέλουμε την μέγιστη ισχύ σε κάποιο φορτίο R_L, αντικαθιστούμε το κύκλωμα (μείον το φορτίο R_L) με το ισοδύναμό του κατά Thevenin, οπότε έχουμε πάλι τη μορφή του απλού βρόχου που εξετάσαμε προηγουμένως. Μέγιστη ισχύ τώρα έχουμε για $R_L = R_{TH}$ και η μέγιστη ισχύς είναι

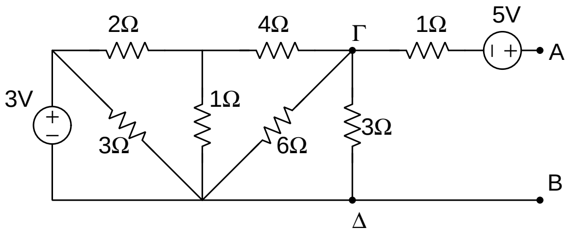
$$P_{L,\text{μεγ}} = \frac{V_{TH}^2}{4R_{TH}}$$

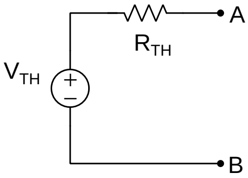
Topic

1. Θεωρήματα Thevenin και Norton
2. Μέγιστη μεταφορά ισχύος στο συνεχές
3. **Παραδείγματα και ασκήσεις**

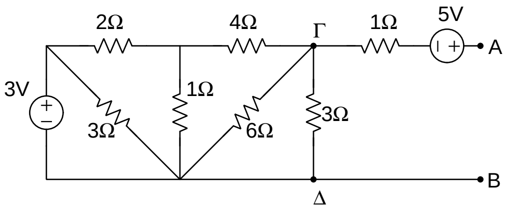
Παράδειγμα 1

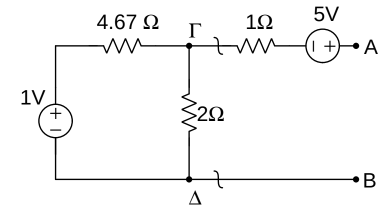
Να υπολογισθεί το κατά Thevenin ισοδύναμο ως προς τους ακροδέκτες A, B του παρακάτω κυκλώματος. Να προσδιορισθεί κατόπιν η τιμή του φορτίου R_L στους ακροδέκτες A, B που καταναλώνει μέγιστη ισχύ από το κύκλωμα και να βρεθεί η τιμή της.

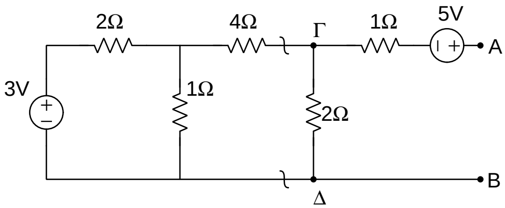


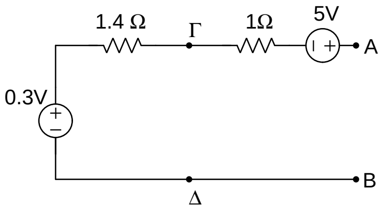


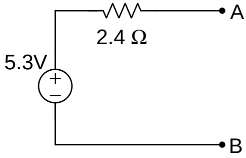
Παράδειγμα 1 (συνέχεια 1)











Παράδειγμα 1 (συνέχεια 2)

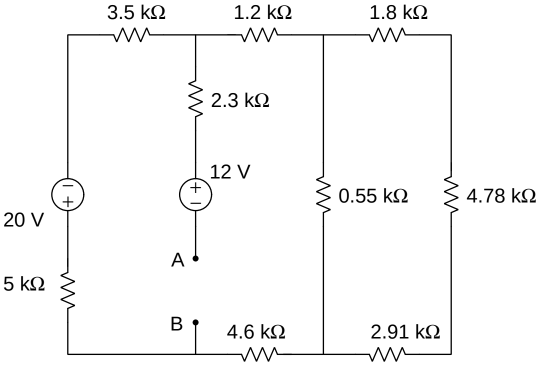
$$R_L = 2.4\ \Omega$$

$$P_{\text{max}} = \frac{V_{TH}^2}{4R_{TH}} = 2.926\ \text{W}$$

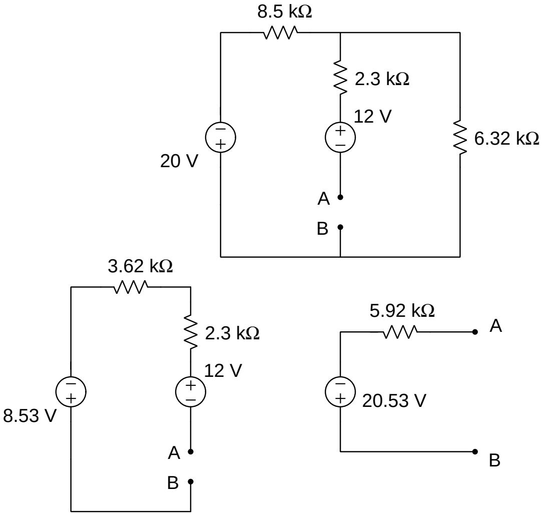
Παράδειγμα 2

Δίδεται το παρακάτω κύκλωμα. Να υπολογιστούν:

- Η τάση V_{AB} με ανοικτούς τους ακροδέκτες A, B.
- Η συνολική αντίσταση κατά Thevenin που φαίνεται στους ανοικτούς ακροδέκτες A, B.
- Το ρεύμα βραχυκυκλώσεως I_{AB} όταν οι ακροδέκτες A, B είναι βραχυκυκλωμένοι.
- Εάν προσθέσουμε ένα φορτίο R_L μεταξύ των ακροδεκτών A, B, ποια είναι η τιμή του φορτίου έτσι ώστε να έχουμε μέγιστη κατανάλωση ισχύος από το κύκλωμα και ποια είναι αυτή η ισχύς;



Παράδειγμα 2 (συνέχεια 1)



Παράδειγμα 2 (συνέχεια 2)

$$R_L = 5.92 \text{ k}\Omega$$

$$P_{\text{max}} = \frac{V_{TH}^2}{4R_{TH}} = 17.8 \text{ mW}$$