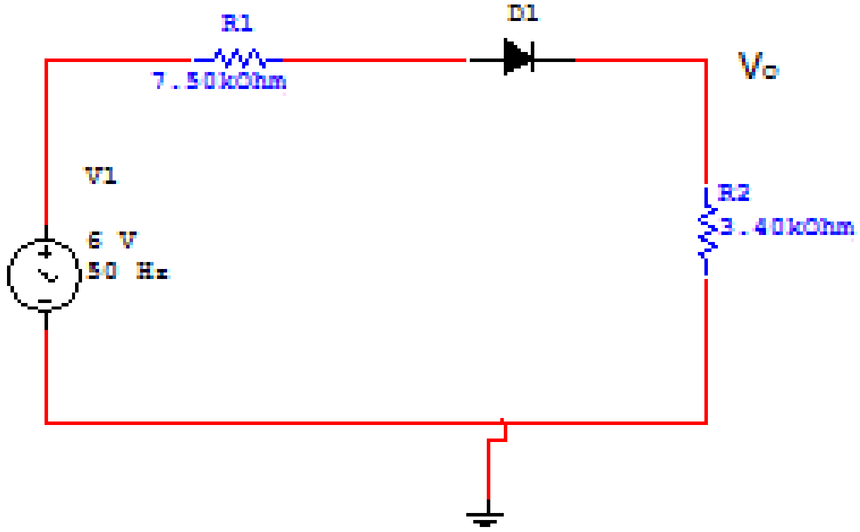
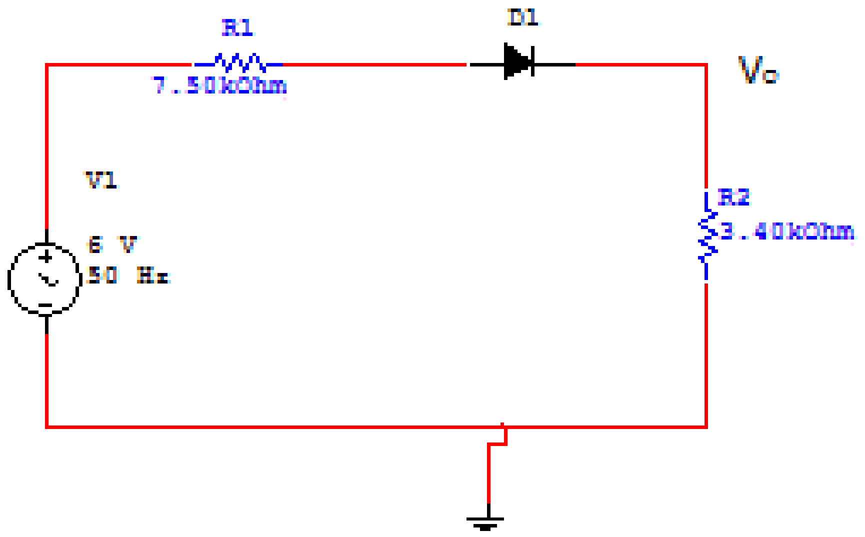
Ασκήσεις στις διόδους

Διάλεξη 7 , 30-11-2020

Άσκηση 5

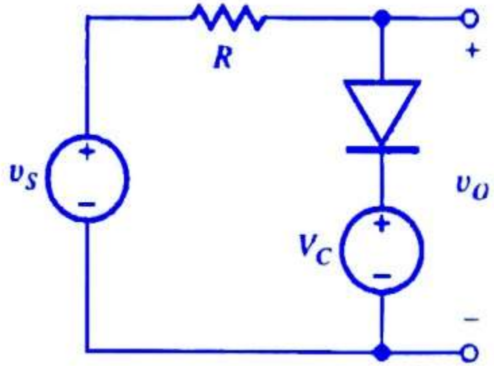
- Να υπολογίσετε για μια περίοδο του σήματος εισόδου, τον χρόνο που η τάση εξόδου V_o είναι μεγαλύτερη του μηδενός.
- Η V_{in} είναι πηγή εναλλασσόμενου ρεύματος τάσης 6V συχνότητας 50 Hz, και η δίοδος άγει όταν η τάση στα άκρα της είναι μεγαλύτερη από 0.7V.

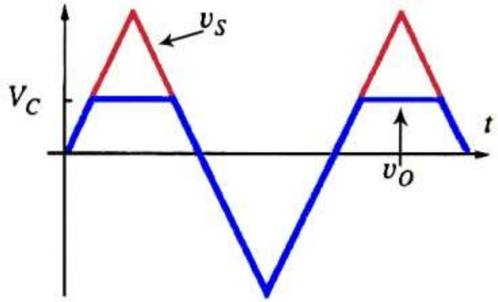


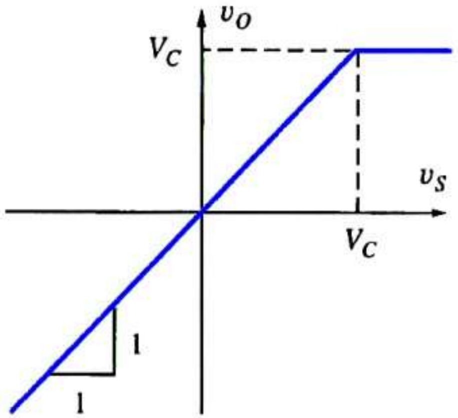


Η δίοδος άγει όταν η διαφορά δυναμικού στα άκρα, κατά την ορθή πόλωση, είναι V_{D1} >= 0.7V. Τότε μόνο η V_0 είναι μεγαλύτερη του μηδενός. Οπότε $V_1 \sin(\omega t) = V_{D1}$ => $V_1 \sin(2\pi v t) = V_{D1}$ => $\sin(2\pi v t) = \frac{V_{D1}}{V_1} \Rightarrow t = \sin^{-1}(\frac{V_{D1}}{V_1})\frac{1}{2\pi v}$ από την οποία προκύπτει ο χρόνος t για τον οποίο η τάση V_0 είναι μεγαλύτερη του μηδενός. (Να αποδείξετε, κάνοντας πράξεις, ότι t = 21.3ms)

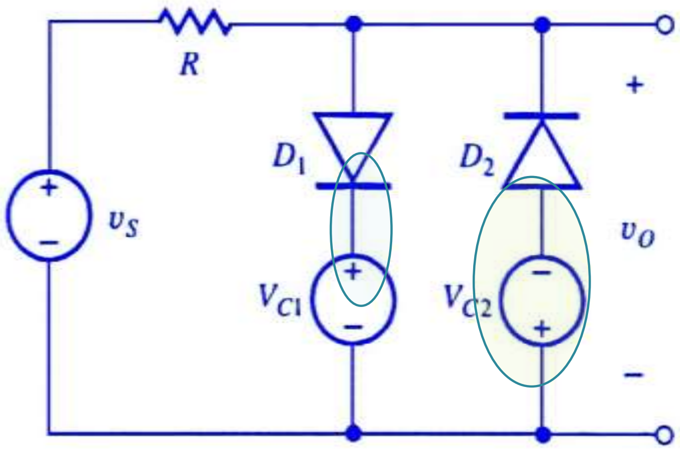
Μονό επίπεδο ψαλιδισμού

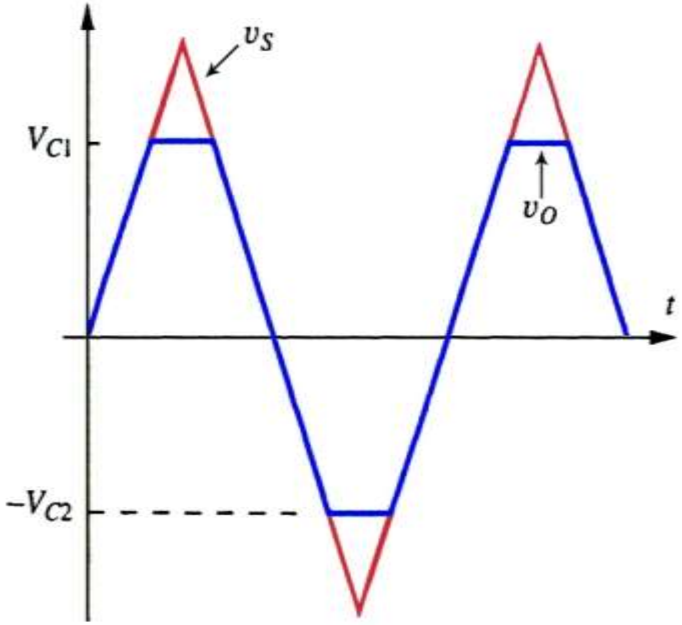






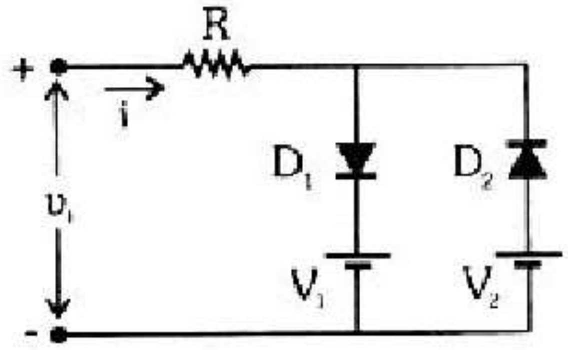
Διπλός ψαλιδισμός

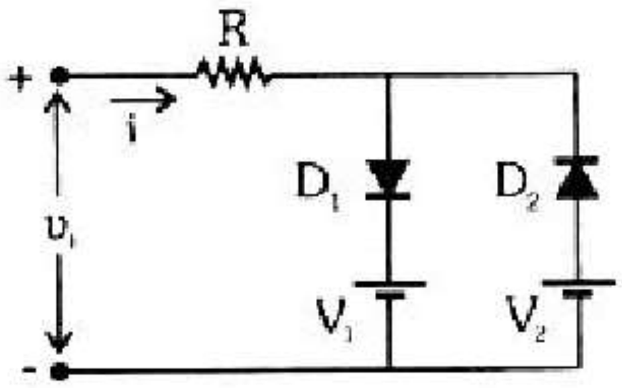




Ασκήσεις

- Δίνεται κύκλωμα ψαλλίδισης. Οι δίοδοι έχουν V_o = 0.5V και r_d = 100Ω, R=500KΩ.
- Όταν στην είσοδο τεθεί ημιτονικό σήμα πλάτους U_i = 10Volts να δώσετε την μορφή του παλμού εξόδου που προκύπτει και να σχεδιάσετε το κύκλωμα για τον χρόνο που παραμένει στην μέγιστη και στην ελάχιστη τιμή του αντίστοιχα. Η περίοδος είναι **T =10 msec**.
- Δίνονται οι τάσεις V_1 = 8.3 volts και V_2 = 5.5 volts.

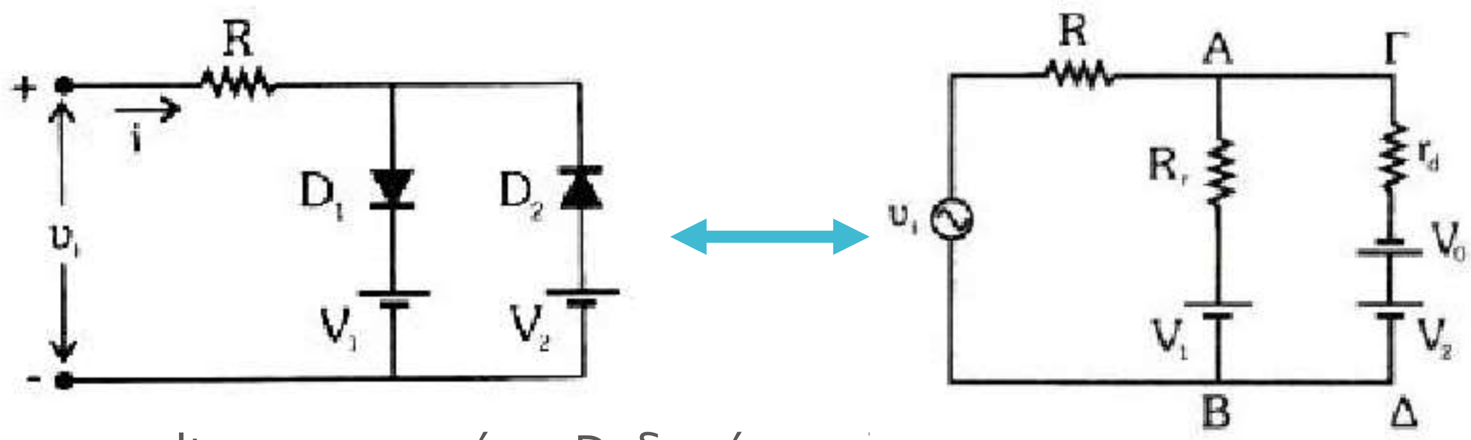




- Εφαρμόζοντας τον 2ο κανόνα του Kirchhoff στον αριστερό βρόχο του κυκλώματος, έχουμε: $υ_i = i*(R + r_d) + V_o + V_1 =>$

  $υ_i – V_1 – V_o = i * R$ (Το r_d είναι πολύ μικρό)

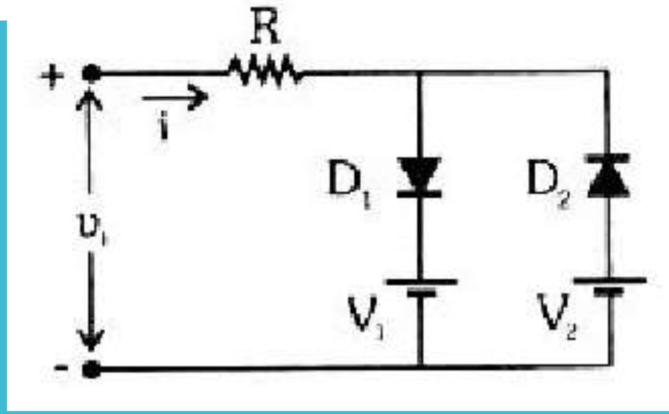
- Όταν η D_1 άγει πρέπει: $υ_i – V_1 – V_o \geq 0 => υ_i \geq (0.5+8.3) =8.8$ V.
- Όταν η D_2 άγει πρέπει: $υ_i – V_2 + V_o \leq 0 => υ_i \leq 5$ V.

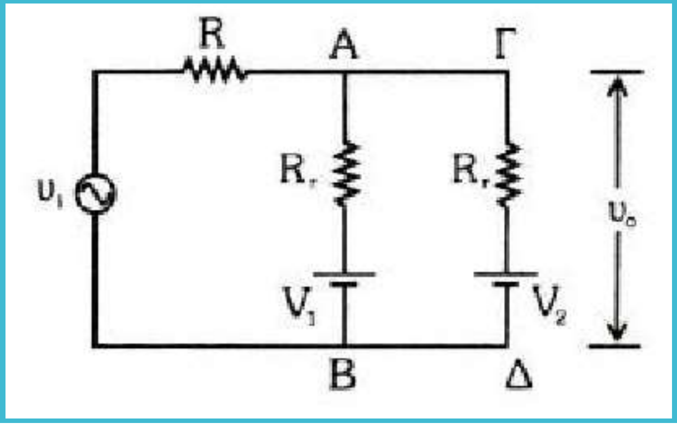


- $\upsilon_i \leq 5$ volts και συνεπώς η D_1 δεν άγει, α
- Το ισοδύναμο κύκλωμα δίνεται στο σχήμα.
- Στην ανάστροφη πόλωση δεν βάζουμε κατώφλι. Αφού η D_1 δεν άγει σημαίνει ότι το ρεύμα θα περάσει από το ΓΔ.

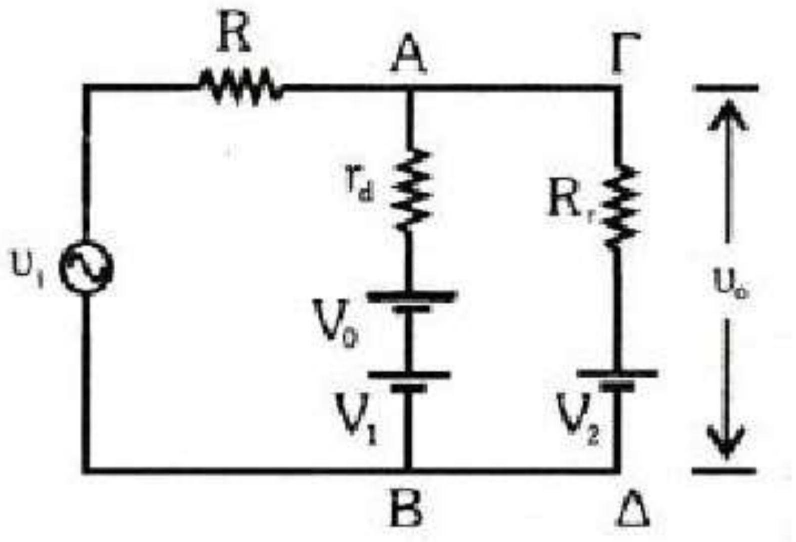
Έτσι $\upsilon_o = V_2 - V_o \Rightarrow \upsilon_o = 5V$.

Άρα μέχρι το υ_i να πάρει την τιμή 5V το υ_o θα είναι 5V

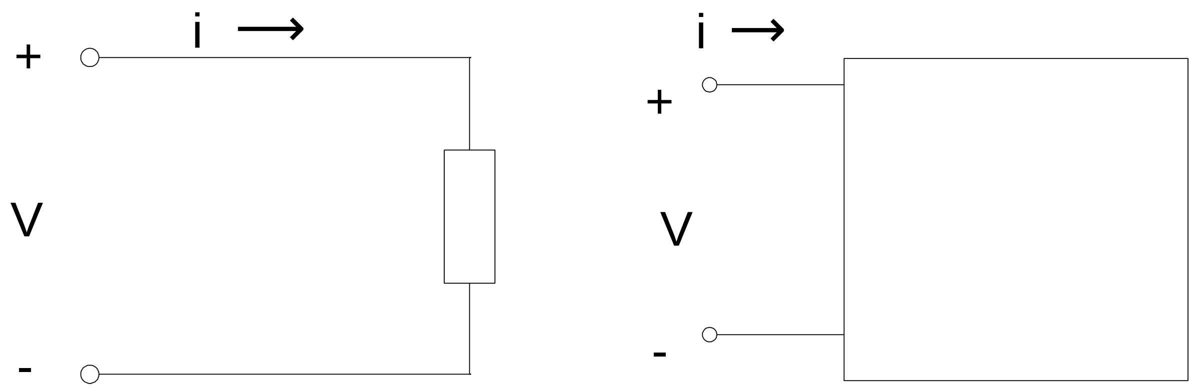




- Όταν το $υ_i$ ξεπεράσει την τιμή 5volts τότε η D_2 πολώνεται ανάστροφα. Τώρα και στους δύο κλάδους AB, ΓΔ, έχουμε πολύ μεγάλες αντιστάσεις. Συνεπώς είναι σαν αποκομμένο. Άρα $υ_i = υ_o$
- **$υ_i \geq 8.8$ volts, D_1 άγει, D_2 δεν άγει.**
- Μόλις η $υ_i$ ξεπεράσει την τιμή των 8.8 Volts τότε άγει η D_1 και το ρεύμα περνάει από τον κλάδο AB.
- Έτσι $υ_o = V_1 + V_o \Rightarrow υ_o = 8.8V$. Το $υ_o = 8.8$ Volts παραμένει μέχρι να σταματήσει να άγει η D_1 και αυτό γίνεται όταν $υ_1 < 8.8$ Volts.



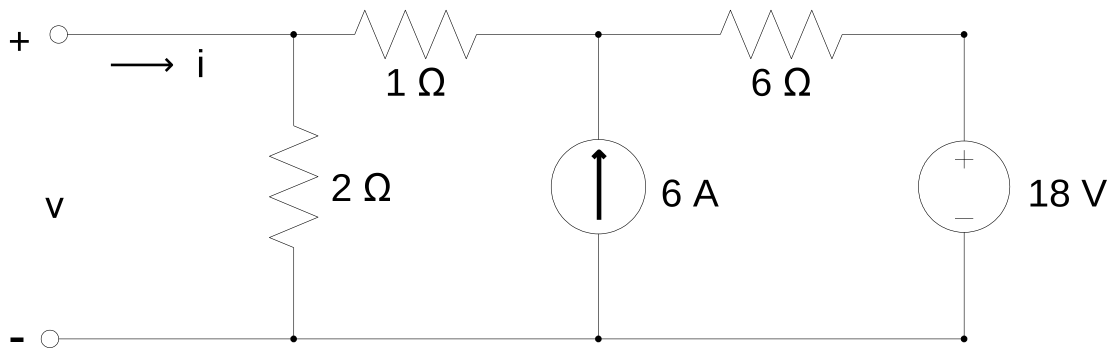
Δίθυρο



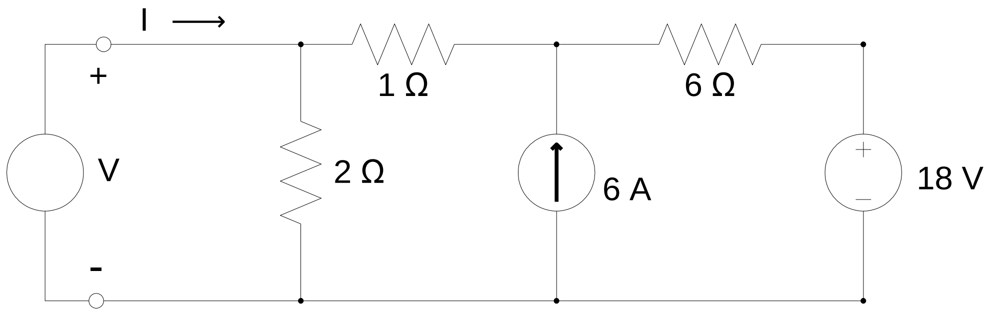
- Όταν αναφερόμαστε στις i-v χαρακτηριστικές ενός στοιχείου δύο ακροδεκτών ή ενός υποκυκλώματος, απλά εννοούμε την μια σχέση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές v και i.
- Η γενική σχέση είναι:

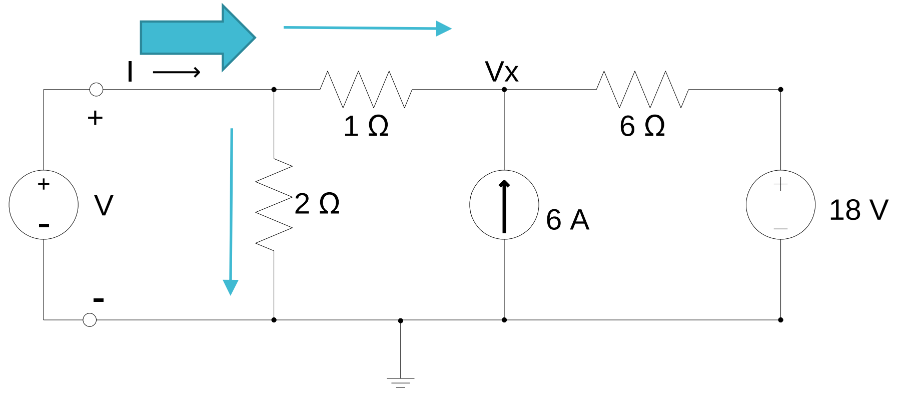
$$av + bi + c = 0$$

Χαρακτηριστική

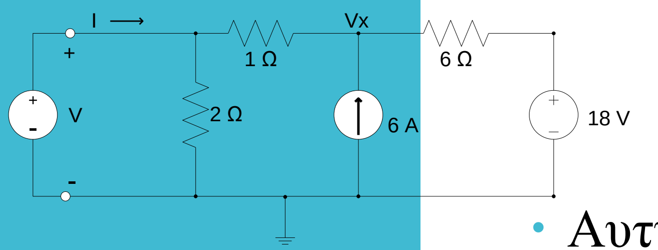


Με ταση





:



Η εξίσωση του ΝΡΚ στον θεμελιώδη κόμβο v_x είναι :

$$\frac{v_x - v}{1} + \frac{v_x - 18}{6} = 6$$

- Λύνοντας ως προς v_x, παίρνουμε $$v_x = \frac{6}{7}v + \frac{54}{7}$$

Κατόπιν χρησιμοποιούμε τον ΝΡΚ στην πηγή που έχουμε εφαρμόσει και παίρνουμε

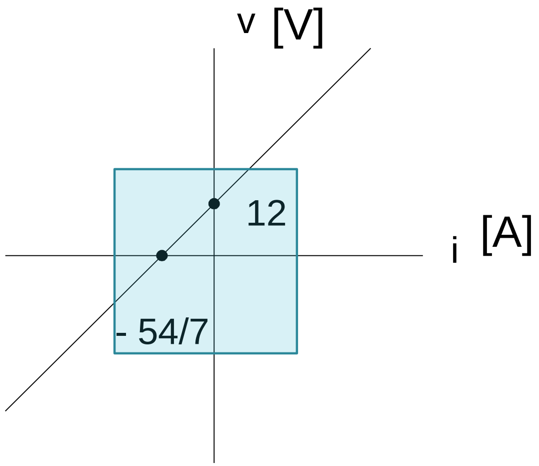
$$i = \frac{v}{2} + \frac{v - v_x}{1} = \frac{9}{14}v - \frac{54}{7}$$

- Με αντικατάσταση, έχουμε για το υπο-κύκλωμα την εξίσωση:

$$9v - 14i - 108 = 0$$
$$av + bi + c = 0$$

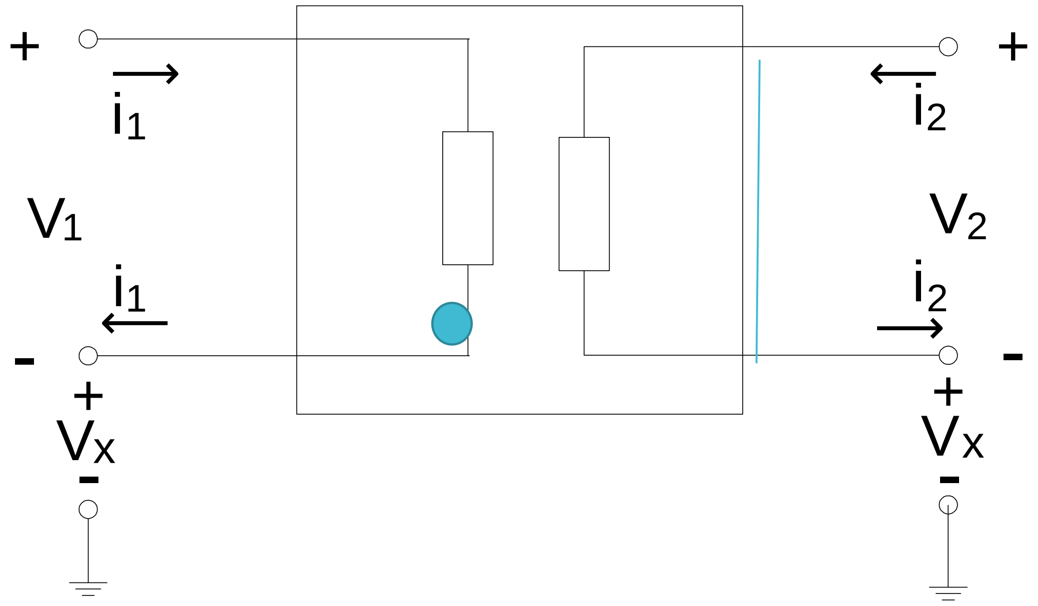
- Αυτή είναι η i-v σχέση του υποκυκλώματος, η οποία αποδίδεται γραφικά στο σχήμα

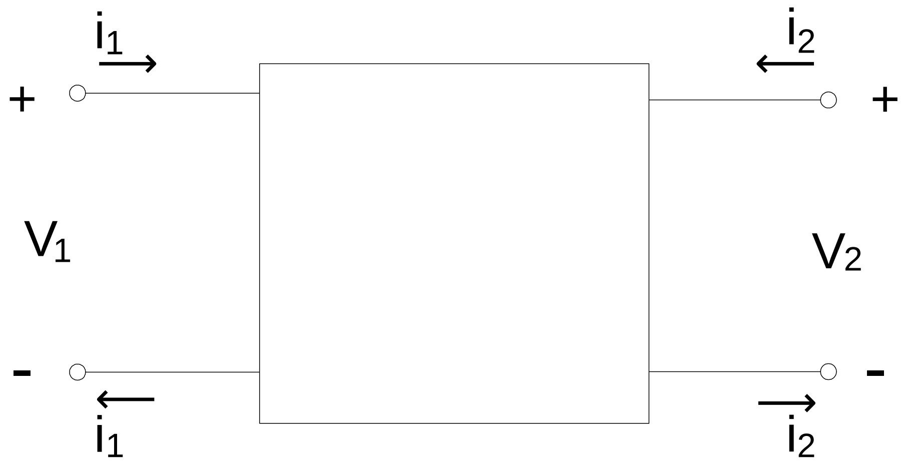
$$i = \frac{v}{2} + \frac{v - v_x}{1} = \frac{9}{14}v - \frac{54}{7}$$



- Η κλίση είναι η κατά Thevenin ισοδύναμη αντίσταση R_T
- Η κατακόρυφη τομή δίνει τη κατά Thevenin τάση ανοιχτού κυκλώματος V_{oc} και η οριζόντια τομή το ισοδύναμο ρεύμα βραχυκυκλώματος κατά Norton I_{sc}

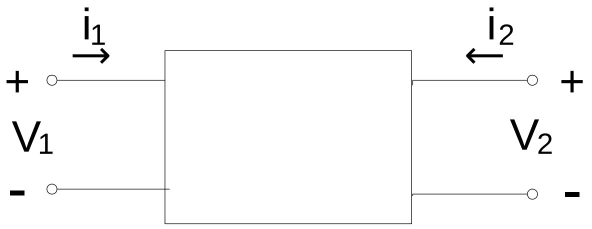
Δίθυρα υποκυκλώματα

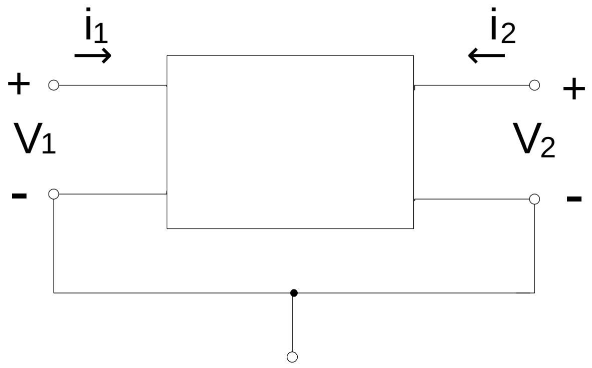


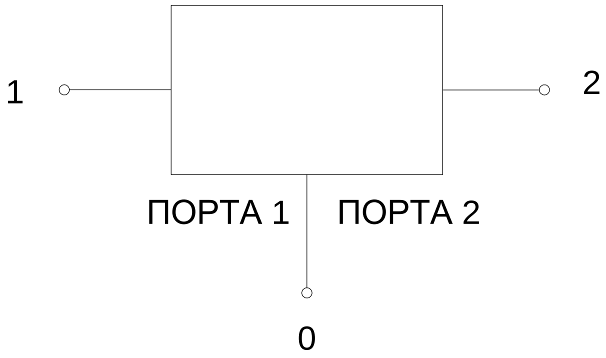


i1
i2
+
+
V1
V2
-
-
i1
i2

Τρίθυρα

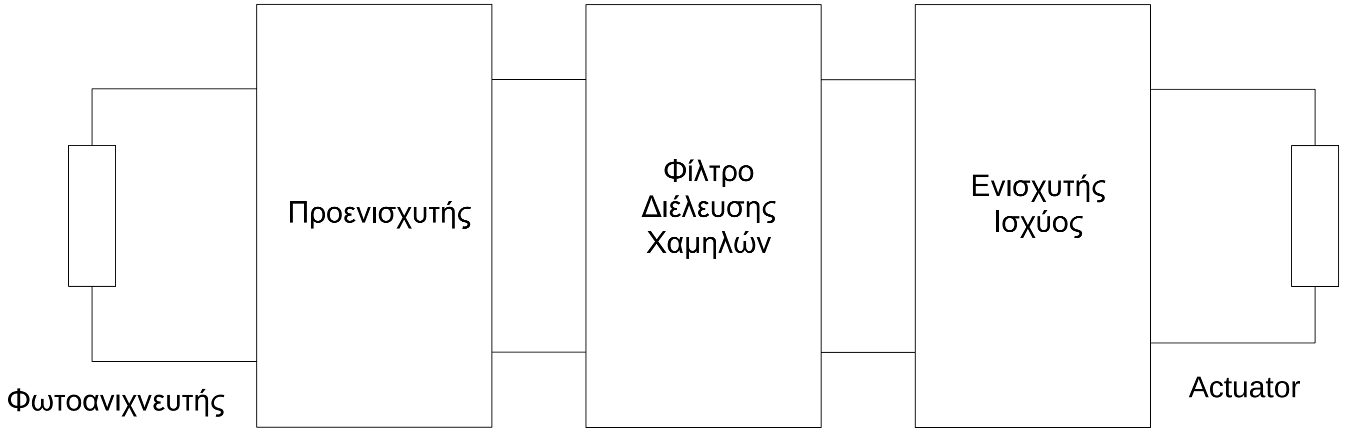




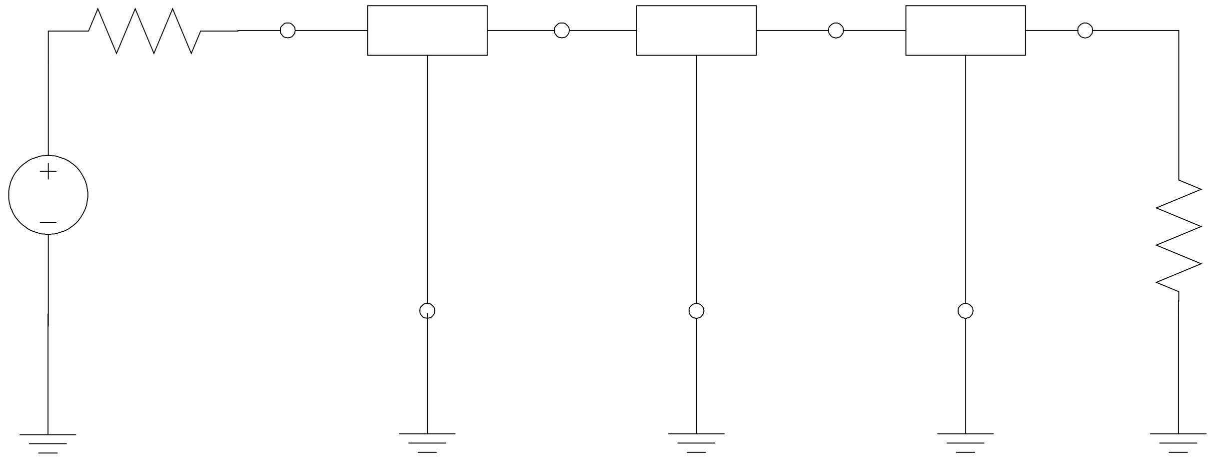


Χρησιμότητα

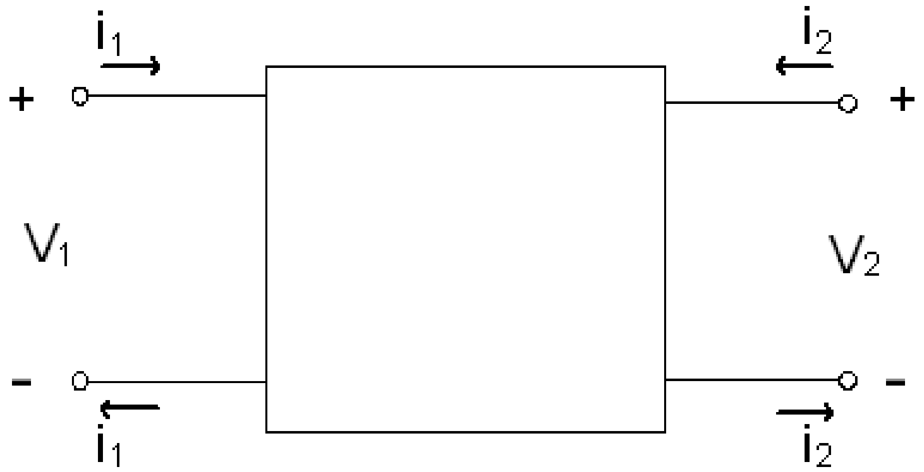
- Γιατί τα κυκλώματα δίθυρων είναι τόσο σημαντικά;
- Μέχρι τώρα, δεν έχουμε θέσει κανέναν περιορισμό είτε στο μέγεθος είτε στην σύνθεση ενός κυκλώματος. Στην πράξη, εντούτοις, κάποιος δεν μπορεί να συλλάβει ένα κυκλωματικό διάγραμμα ως ολότητα.
- Όταν η πολυπλοκότητα αυξάνει πέρα από κάποιο όριο, η διαδικασία είναι να χωριστεί η λειτουργία του κυκλώματος σε μικρότερες υπολειτουργίες.
- Αυτή η διαδικασία είναι γνωστή ως "από επάνω προς τα κάτω" σχεδιασμός - μια σημαντική τεχνική στο σχεδιασμό των ηλεκτρονικών.



Προενισχυτής
Φίλτρο
Διέλευσης
Χαμηλών
Ενισχυτής
Ισχύος
Φωτοανιχνευτής
Actuator



Το γενικό δίθυρο υποκύκλωμα ορίζεται ως εξής (σχήμα 2.14): ¶



Σχήμα 2.14

Μπορεί να περιγραφεί από την σχέση μεταξύ των μεταβλητών των ακροδεκτών του (υπό τον όρο ότι δεν έχει καθόλου εσωτερικές ανεξάρτητες πηγές):

$$a_1 v_1 + a_2 v_2 + a_3 i_1 + a_4 i_2 = 0$$

$$b_1 v_1 + b_2 v_2 + b_3 i_1 + b_4 i_2 = 0$$

Αν διαχωρίσουμε τις μεταβλητές των ακροδεκτών σε τάσεις και ρεύματα και μεταφέρουμε τα ρεύματα στα δεξιά, έχουμε:

$$a_1 v_1 + a_2 v_2 = -a_3 i_1 - a_4 i_2$$

$$b_1 v_1 + b_2 v_2 = -b_3 i_1 - b_4 i_2$$

Σε μορφή πίνακα, αυτές οι εξισώσεις μπορούν να γραφούν ως:

$$\begin{bmatrix} a_1 & a_2 \\ b_1 & b_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -a_3 & -a_4 \\ -b_3 & -b_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix}$$

Σε ποιο σύντομο συμβολισμό γράφουμε:

$$A\bar{v} = B\bar{i}$$

με προφανείς ορισμούς για τους πίνακες Α, Β, $\bar{v}$ και $\bar{i}$

Παράμετροι Z

Αν ο πίνακας A είναι διάφορος του μηδενός ($|A| \neq 0$), τότε μπορούμε να πολλαπλασιάσουμε και τα δύο μέλη με τον αντίστροφό του και παίρνουμε:

$$A^{-1}A\bar{v} = \bar{v} = A^{-1}B\bar{i} = Z\bar{i}$$

$$\bar{v} = Z\bar{i}$$

ή

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} \\ z_{21} & z_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix}$$

Ο πίνακας

$$Z = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} \\ z_{21} & z_{22} \end{bmatrix}$$

ονομάζεται πίνακας σύνθετης αντίστασης για τα δίθυρα και οι τιμές z_{ij} οι παράμετροι της σύνθετης αντίστασής του

Σε μορφή εξίσωσης έχουμε :

$$v_1 = z_{11}i_1 + z_{12}i_2$$

$$v_2 = z_{21}i_1 + z_{22}i_2$$

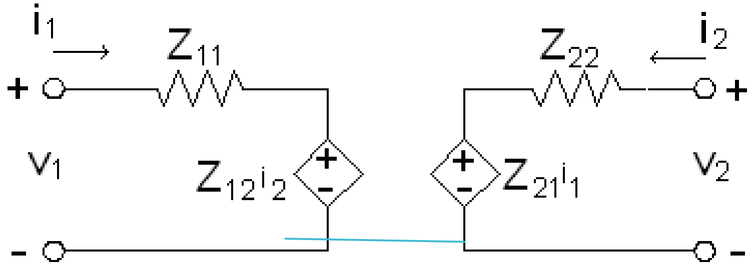
Αυτοί οι παράμετροι δεν ισχύουν για όλα τα υποκυκλώματα, αλλά μόνο για εκείνα για τα οποία ο πίνακας του όρου της τάσης A είναι διάφορος του μηδενός.

Εάν το υποκύκλωμα είναι ωμικό (δηλαδή περιέχει μόνο αντιστάσεις και εξαρτώμενες πηγές) τα z_{ij} θα είναι πραγματικοί αριθμοί.

Οι εξισώσεις των παραμέτρων z είναι:

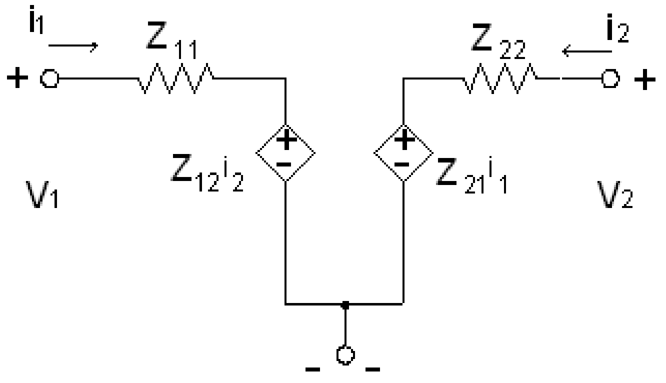
$$v_1 = z_{11}i_1 + z_{12}i_2$$
$$v_2 = z_{21}i_1 + z_{22}i_2$$

Και μπορούν να ερμηνευθούν ως ο NTK, και αυτό οδηγεί στο ακόλουθο ισοδύναμο υποκύκλωμα (σχήμα 2.15a)



Σχήμα 2.15a

Εάν το κύκλωμα ικανοποιεί τον όρο να αντιμετωπίζεται ως τριπολικό δίθυρο, τότε το ισοδύναμο κύκλωμα είναι το ακόλουθο (σχήμα 2.15b):

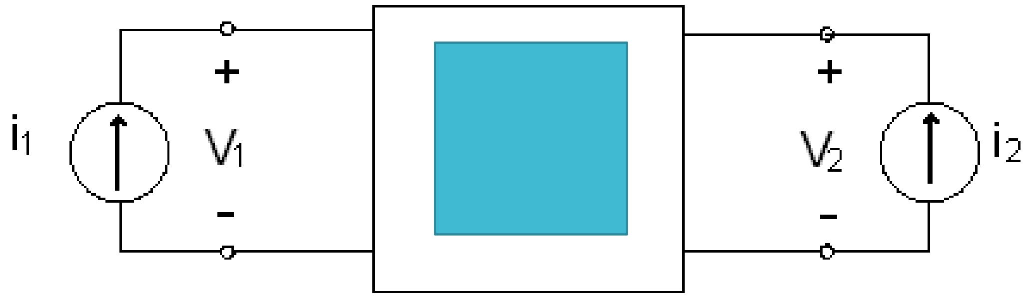


Παράμετροι με έλεγχο

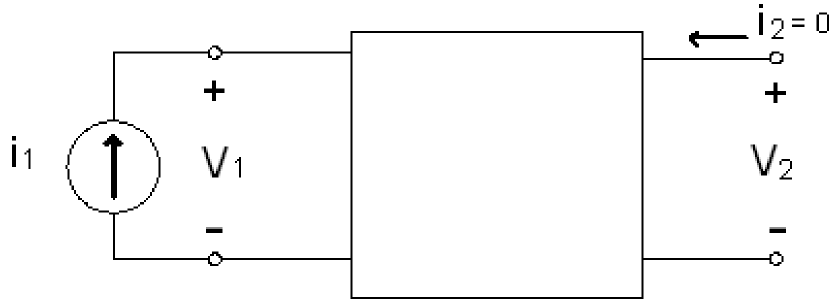
¶Οι τάσεις εκφράζονται συναρτήσει των ρευμάτων από τις σχέσεις:

$$v_1 = z_{11} i_1 + z_{12} i_2$$
$$v_2 = z_{21} i_1 + z_{22} i_2$$

Ετσι μπορούμε να συνδέσουμε δύο πηγές ρεύματος και να μετρήσουμε τις προκύπτουσες τάσεις (σχήμα 2.16a):



Το μερικό κύκλωμα με την δεξιά πηγή απενεργοποιημένη είναι το ακόλουθο (σχήμα 2.16b):



Σχήμα 2.16 b

Καθώς $i_2 = 0$, οι εξισώσεις λαμβάνουν τη μορφή

$$v_1 = z_{11} i_1$$

$$v_2 = z_{21} i_1$$

Μπορούμε τώρα εύκολα να υπολογίσουμε τις παραμέτρους της σύνθετης αντίστασης:

$$z_{11} = \left[\frac{v_1}{i_1}\right]_{i_2=0}$$

$$z_{21} = \left[\frac{v_2}{i_1}\right]_{i_2=0}$$

$$z_{12} = \left[\frac{v_1}{i_2}\right]_{i_1=0}$$

$$z_{22} = \left[\frac{v_2}{i_2}\right]_{i_1=0}$$

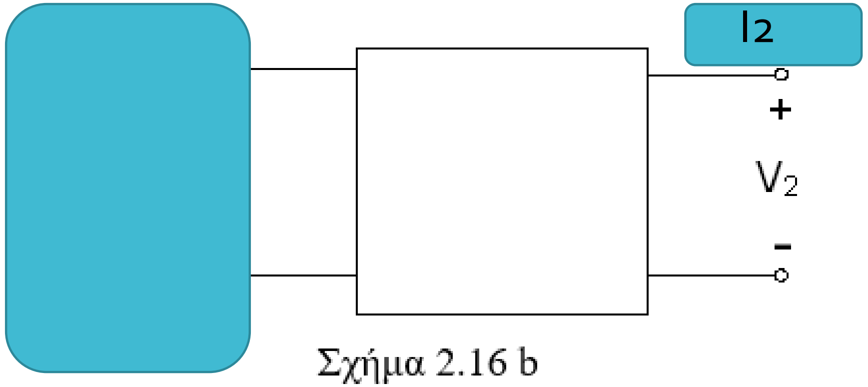
Το z_{12} είναι η σύνθετη αντίσταση μεταφοράς από τη θύρα 2 στη θύρα 1 με τη θύρα 1 ανοιχτό κύκλωμα

Το z_{22} είναι η σύνθετη αντίσταση στη θύρα 2 του υποκυκλώματος δύο ακροδεκτών όταν η θύρα 1 είναι ανοιχτό κύκλωμα

Δοκιμάζοντας τα τμηματικά κυκλώματα, μπορεί να είναι χρήσιμο να τεθεί το i_1 ίσο με το i_2 (1 mA (ή 1A)). Σε αυτήν την περίπτωση οι παράμετροι z σε kΩ είναι ίσες με τις τάσεις σε V.

Δεξιό κύκλωμα

Το μερικό κύκλωμα με την δεξιά πηγή απενεργοποιημένη είναι το ακόλουθο (σχήμα 2.16b):



Σχήμα 2.16 b

Καθώς $i_2 = 0$, οι εξισώσεις λαμβάνουν τη μορφή

$$v_1 = z_{11} i_1 \qquad V_2 = Z_{22} I_2$$

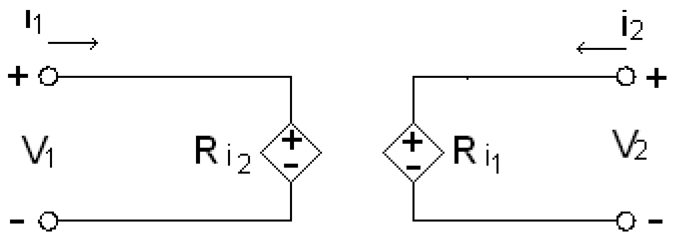
$$v_2 = z_{21} i_1 \qquad V_1 = Z_{12} I_2$$

Μπορούμε τώρα εύκολα να υπολογίσουμε τις παραμέτρους της σύνθετης αντίστασης:

$$z_{11} = \left[\frac{v_1}{i_1}\right]_{i_2=0}$$

$$z_{21} = \left[\frac{v_2}{i_1}\right]_{i_2=0}$$

Gyrator



Σχήμα 2.20

Η σταθερά R ονομάζεται περιστροφική αντίσταση.Μπορεί εύκολα να διαπιστωθεί ότι

$$v_1 = -Ri_2$$

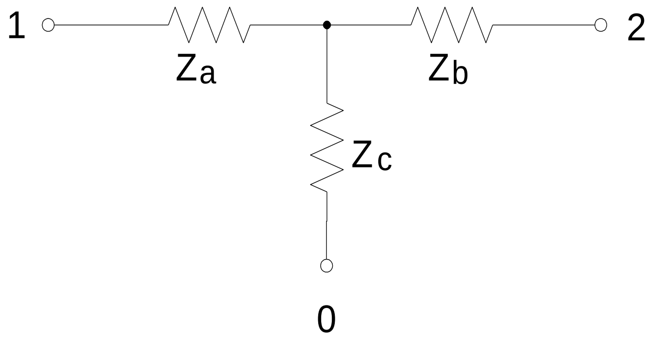
$$v_2 = Ri_1$$

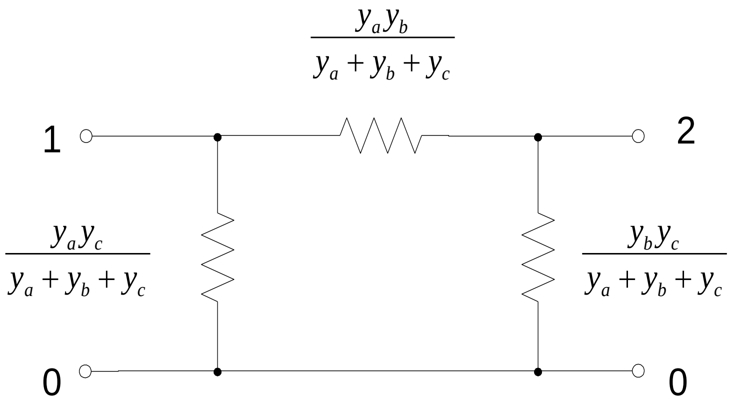
ή

$$Z = \begin{bmatrix} 0 & -R \\ R & R \end{bmatrix}$$

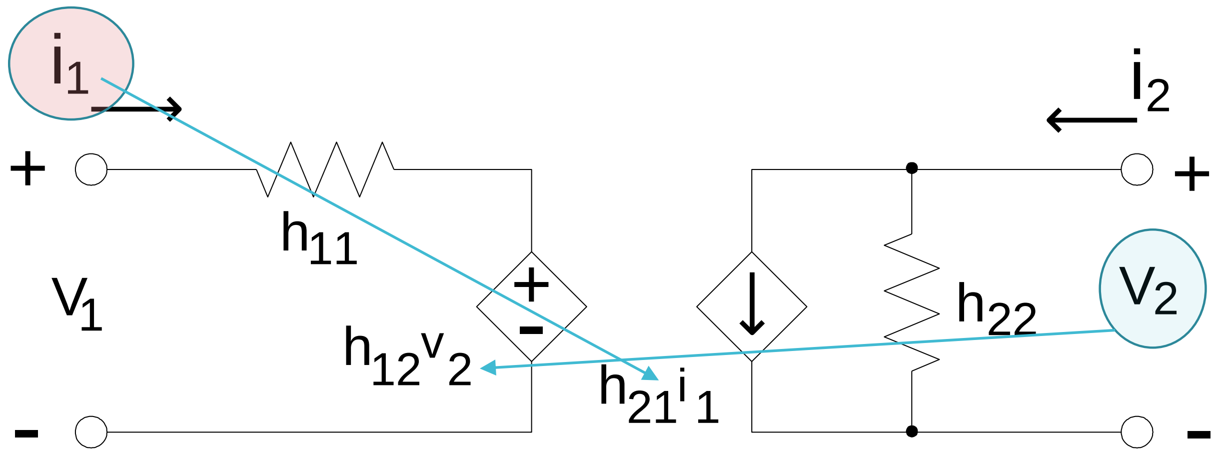
Αυτό το κύκλωμα σίγουρα δεν είναι αντίστροφο, στην πραγματικότητα ο παράγοντας z_{12}= - z_{21} καλείται αντι-ανάστροφο(anti-reciprocal). Το περιστροφικό κύκλωμα έχει ένα ειδικό σύμβολο (σχήμα 2.21):

Ισοδύναμο Τ-Π





υβριδικές παράμετροι



Μπορούμε να καθορίσουμε τα h_{11} και h_{22} απενεργοποιώντας την πηγή τάσης και τα h_{11} και h_{22} απενεργοποιώντας την πηγή ρεύματος. Χρησιμοποιώντας αυτούς τους όρους, βρίσκουμε:

$$h_{11} = \left[\frac{v_1}{i_1}\right]_{V2=0} \qquad h_{21} = \left[\frac{i_2}{i_1}\right]_{V2=0}$$

$$h_{12} = \left[\frac{v_1}{v_2}\right]_{i1=0} \qquad h_{22} = \left[\frac{i_2}{v_2}\right]_{i1=0}$$

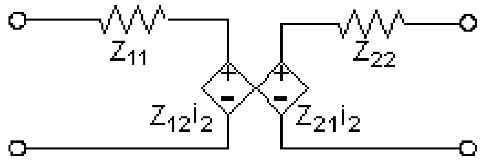
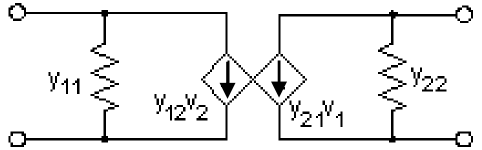
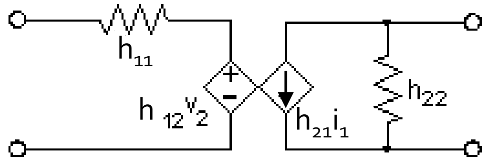
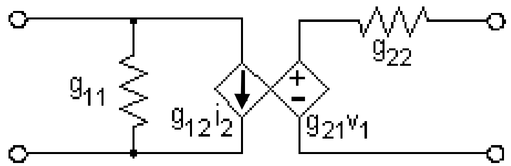
G υβριδικές

Το τελικό σύνολο παραμέτρων είναι βασισμένο στην επιλογή των μεταβλητών μας ως εξής:

$$\begin{bmatrix} i_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} \\ g_{21} & g_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ i_2 \end{bmatrix}$$

ή ισοδύναμα

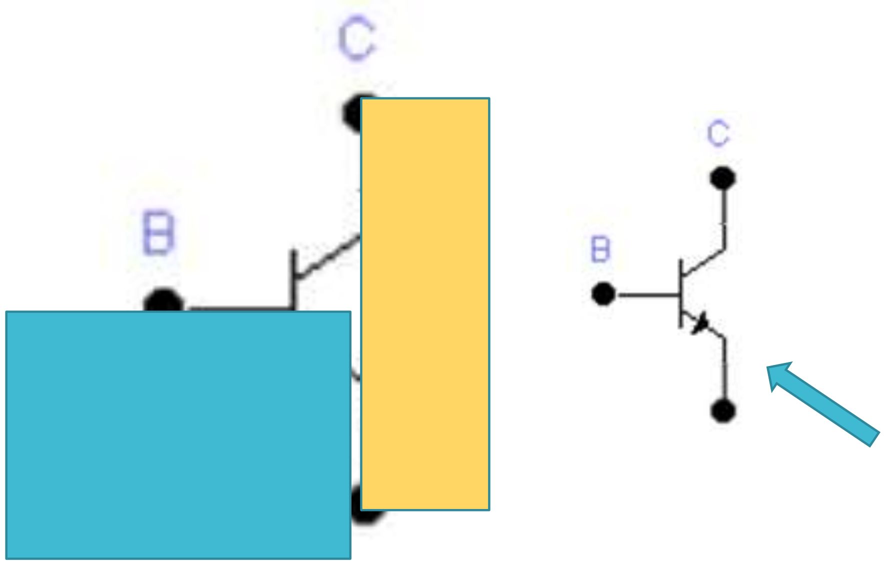
$$i_1 = g_{11}v_1 + g_{12}i_2$$
$$v_2 = g_{21}v_1 + g_{22}i_2$$

Όνομα της Παραμέτρου	Εξισώσεις προσδιορισμού	Συνθήκη αμοιβαιότητας	Ισοδύναμο υποκύκλωμα
Σύνθετη αντίσταση	$\begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} \\ z_{21} & z_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix}$	$z_{12} = z_{21}$	
Σύνθετη αγωγιμότητα	$\begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} \\ y_{21} & y_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix}$	$y_{12} = y_{21}$	
Υβριδικές -h	$\begin{bmatrix} v_1 \\ i_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ v_2 \end{bmatrix}$	$h_{12} = -h_{21}$	
Υβριδικές -*g*	$\begin{bmatrix} i_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} \\ g_{21} & g_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ i_2 \end{bmatrix}$	$g_{12} = -g_{21}$	

Transistor

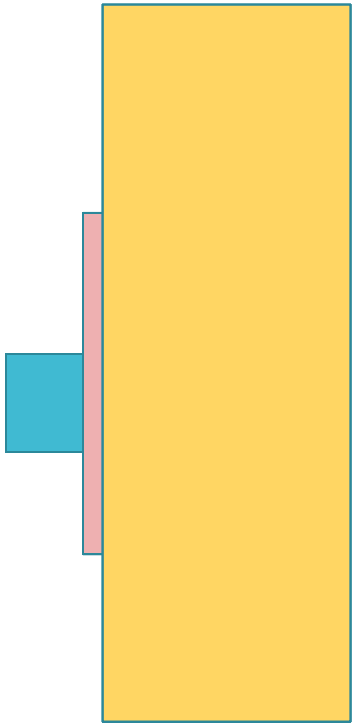
- Το τρανζίστορ είναι ένα πολύ σημαντικό στοιχείο των κυκλωμάτων επειδή χρησιμοποιείται για την κατασκευή όλων των δομικών τμημάτων των ψηφιακών και των αναλογικών κυκλωμάτων συμπεριλαμβανομένων των λογικών πυλών και των τελεστικών ενισχυτών.
- Επίσης είναι από μόνο του, ένα σημαντικό εξάρτημα για το σχεδιασμό των αναλογικών κυκλωμάτων τόσο σε ολοκληρωμένα (Ο.Κ.) όσο και σε μη Ο.Κ..
- Τα τρανζίστορ χωρίζονται σε δύο βασικούς τύπους :
- Στα διπολικά τρανζίστορ επαφής (BJT) τα οποία εφευρέθηκαν το 1947 και ήταν η κυρίως χρησιμοποιούμενη συσκευή μέχρι το 1970.
- Το τρανζίστορ επίδρασης πεδίου (FET) άρχισε να χρησιμοποιείται ευρέως περίπου το 1970 με τη μορφή του CMOS-FETs, (complementary metal-oxide-semiconductor - FETs, συμπληρωματικοί ημιαγωγοί οξειδίου μετάλλου - FETs) και γρήγορα πήρε τη θέση των BJT στις περισσότερες ψηφιακές και αναλογικές εφαρμογές.

- Ο λόγος της επιτυχίας των CMOS-FETs είναι η χαμηλή κατανάλωση ισχύος, η εύκολη σχεδίασή τους και το μικρό τους μέγεθος που επιτρέπει την ανάπτυξη πολύ μεγάλης κλίμακας ολοκληρωμένων (VLSI) κυκλωμάτων με περισσότερα από 10^6 τρανζίστορ σε ένα και μόνο πλινθίο (chip).
- Τα τρανζίστορ στις περισσότερες εφαρμογές χρειάζεται να οδηγούνται από τροφοδοτικά. Συνήθως χρησιμοποιούμε DC πηγές τάσης ή DC πηγές ρεύματος. Η εφαρμογή κατάλληλων DC πηγών σε ένα τρανζίστορ, με σκοπό τη λειτουργία του ονομάζεται πόλωση και τα στοιχεία τα οποία χρησιμοποιούνται αποτελούν το κύκλωμα πόλωσης.

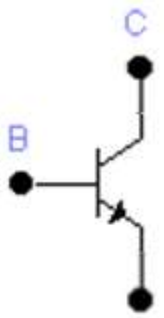


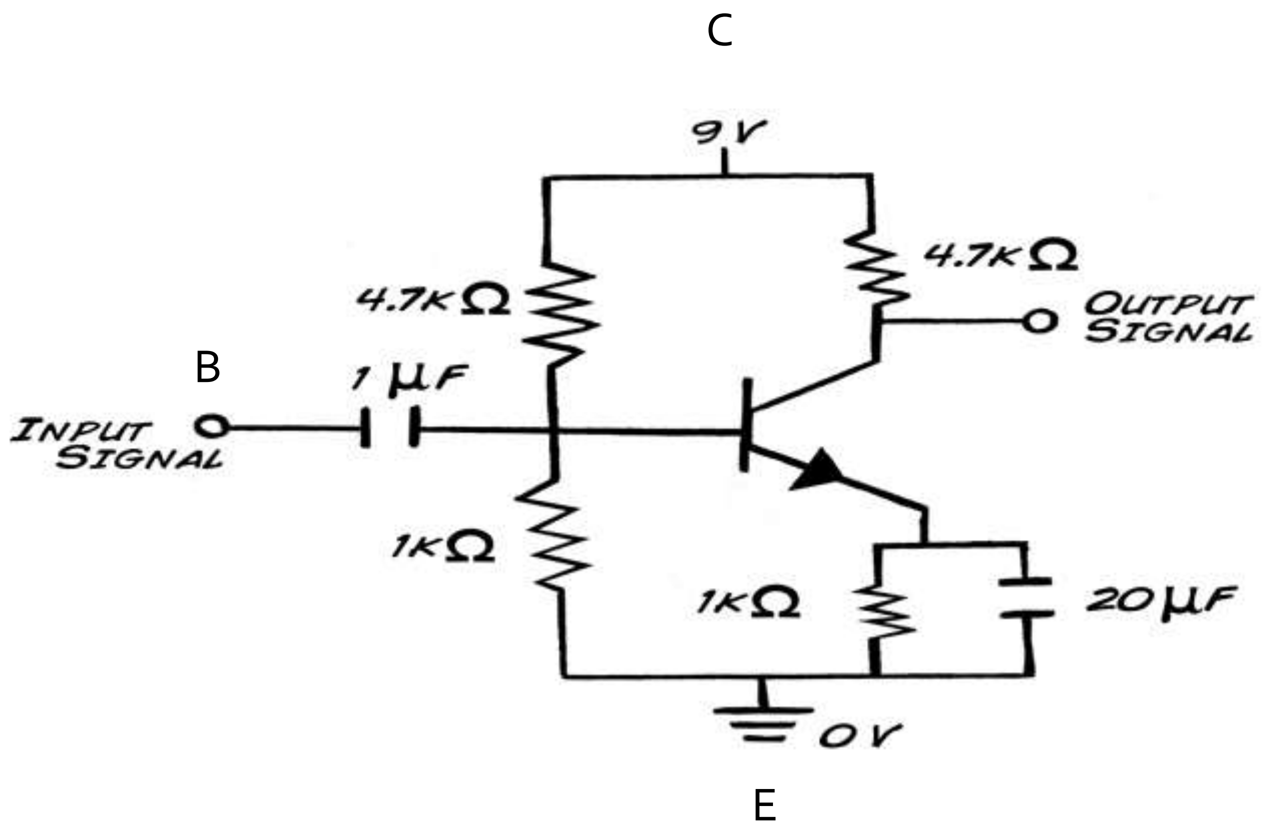
Η ονομασία του τρανζίστορ (transistor) : μεταφορά ρεύματος διαμέσου μιας αντιστάσεως (**trans**ferring current through a res**istor**).

- BASE
- Collector
- Emitter

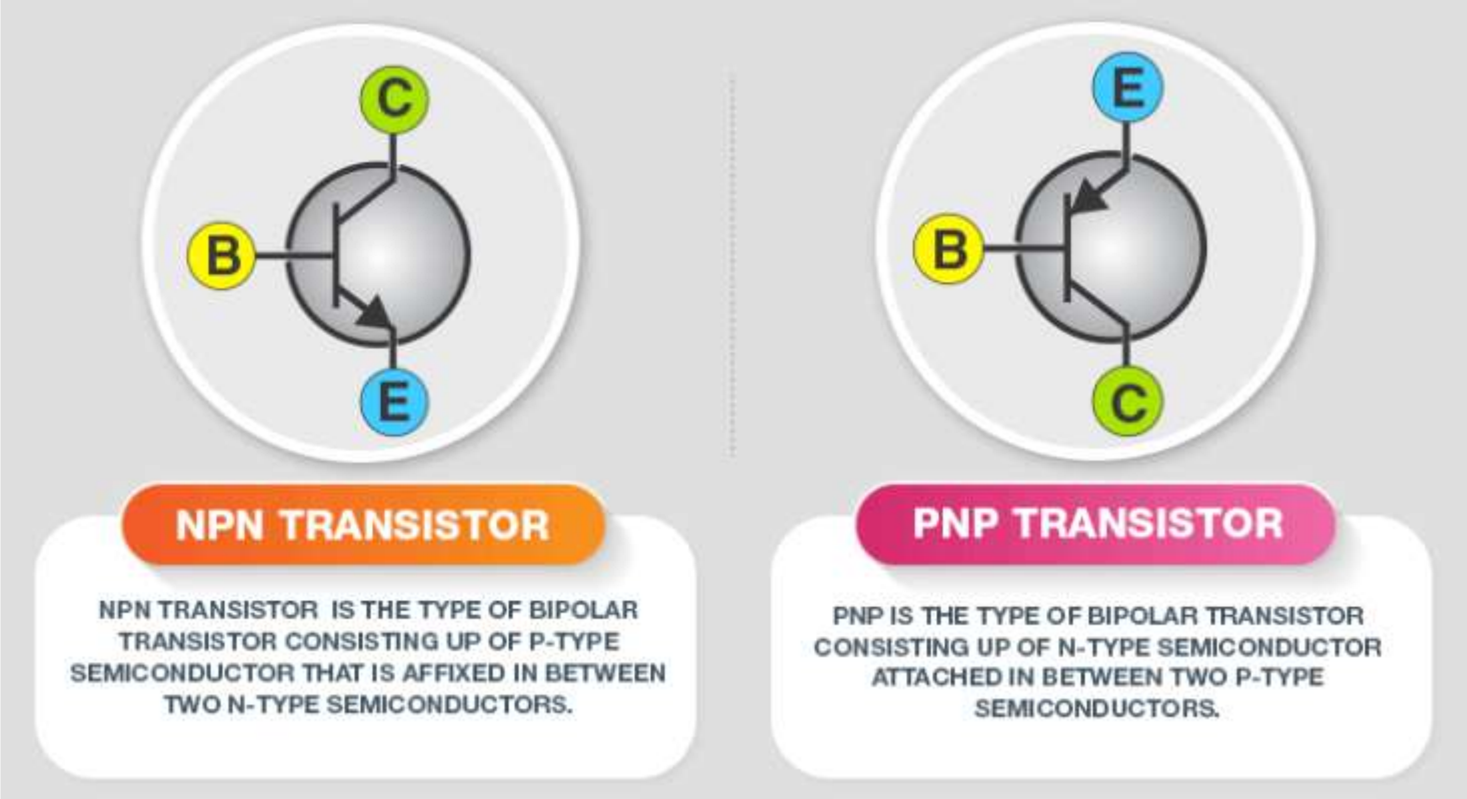


NPN Κύκλωμα ΚΕ

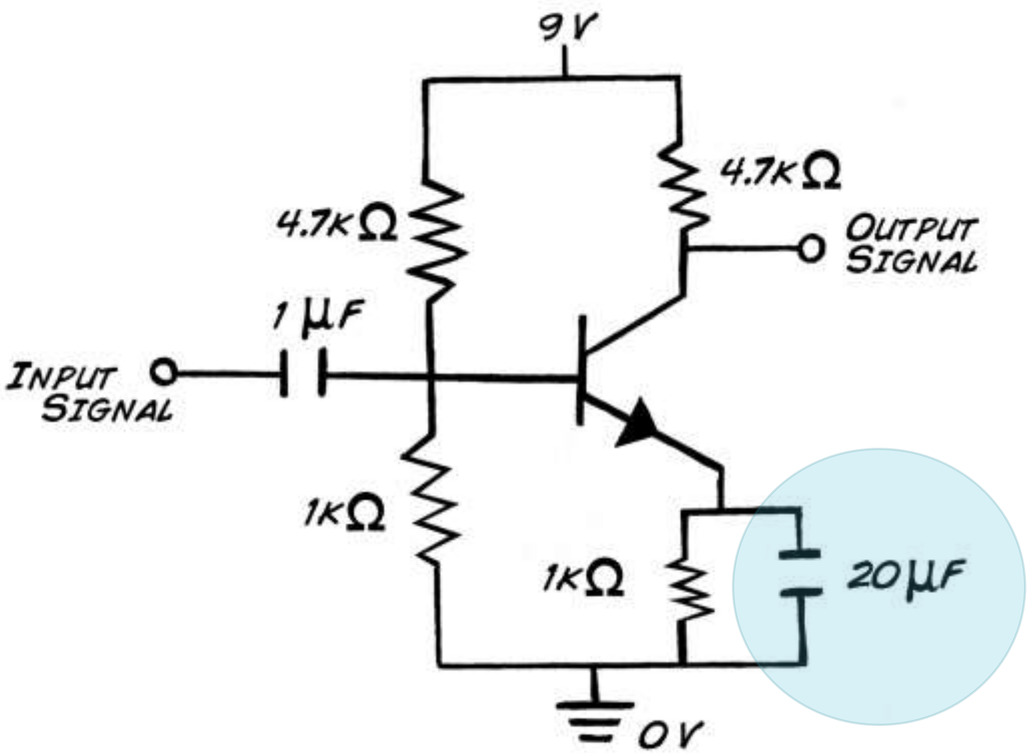




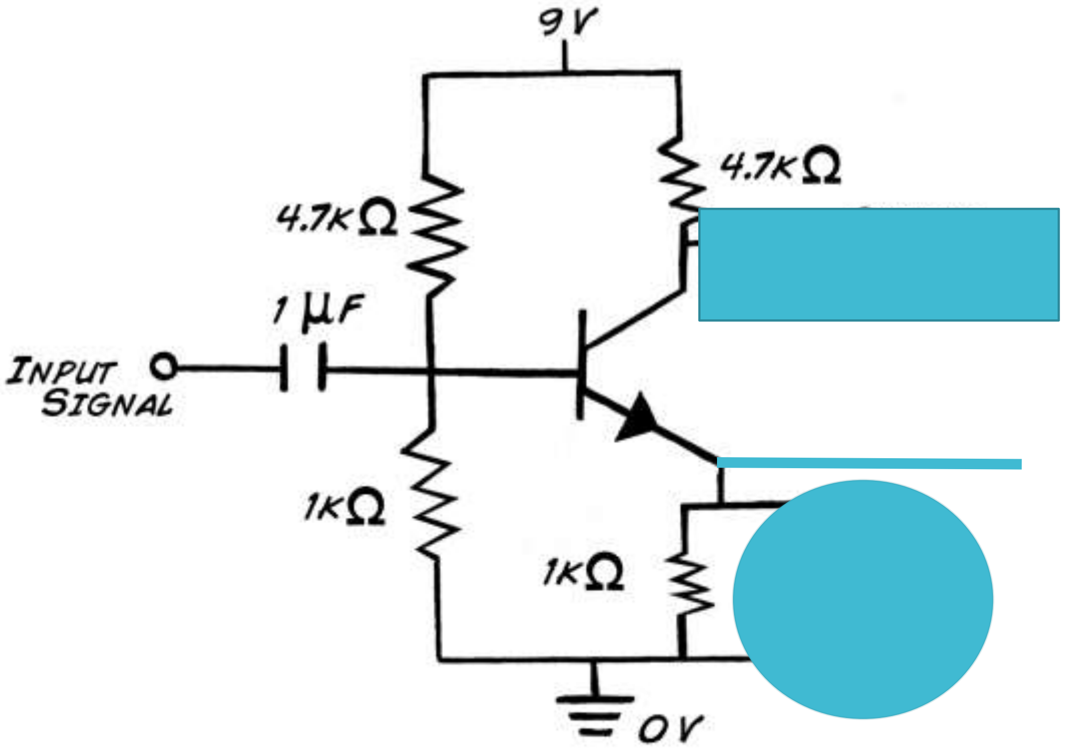
- ΚΕ (CE)
- ΚΒ (CB)
- ΚΣ (CC)



KE



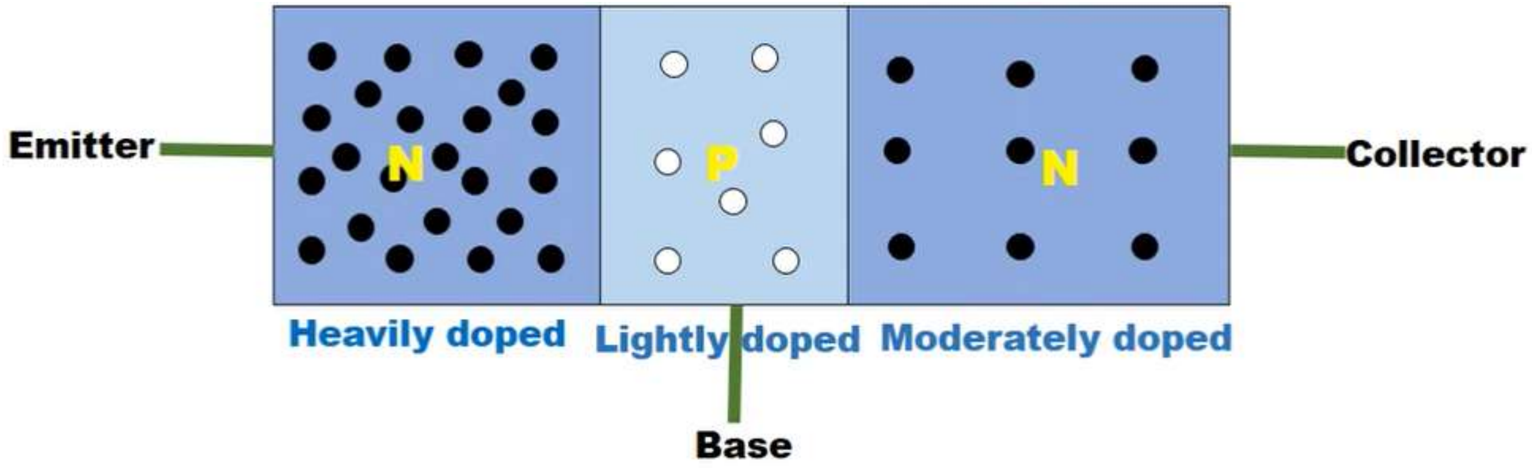
ΚΣ

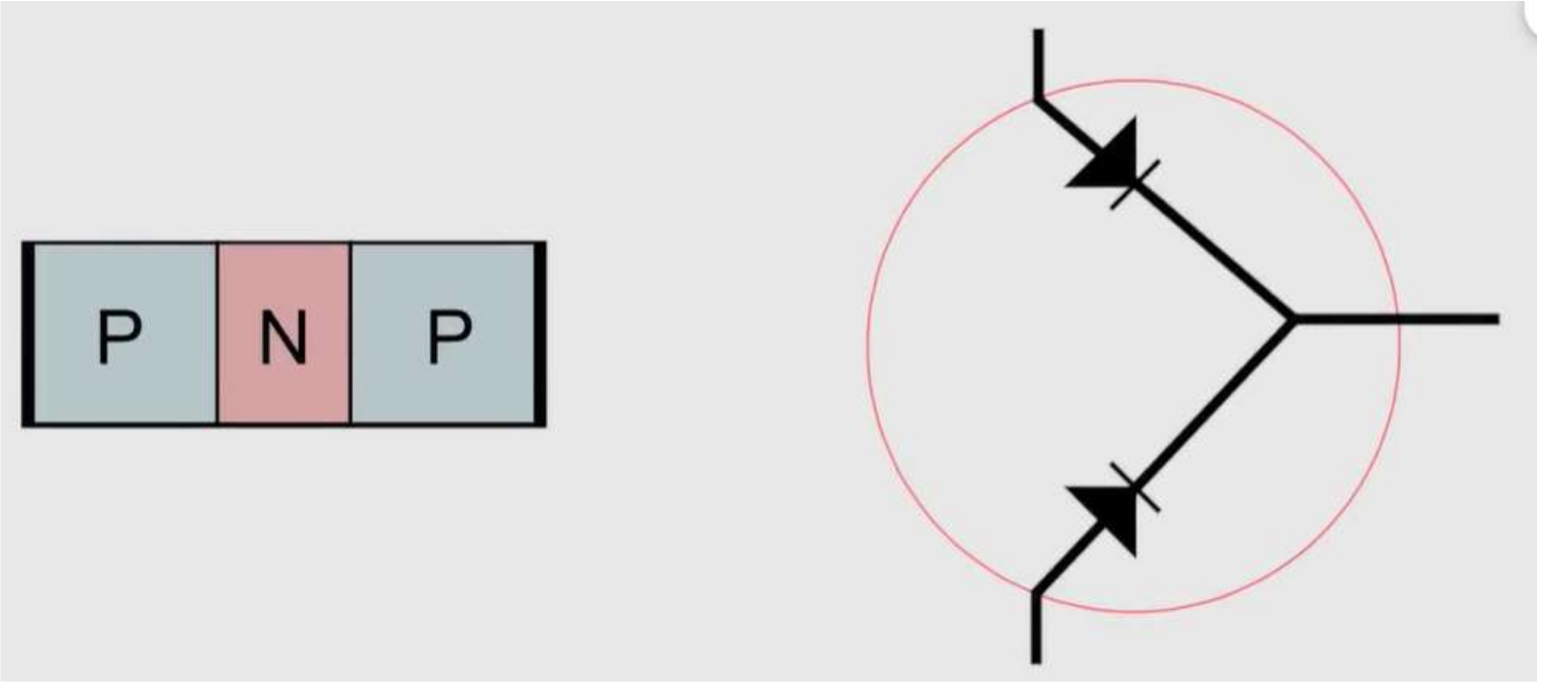


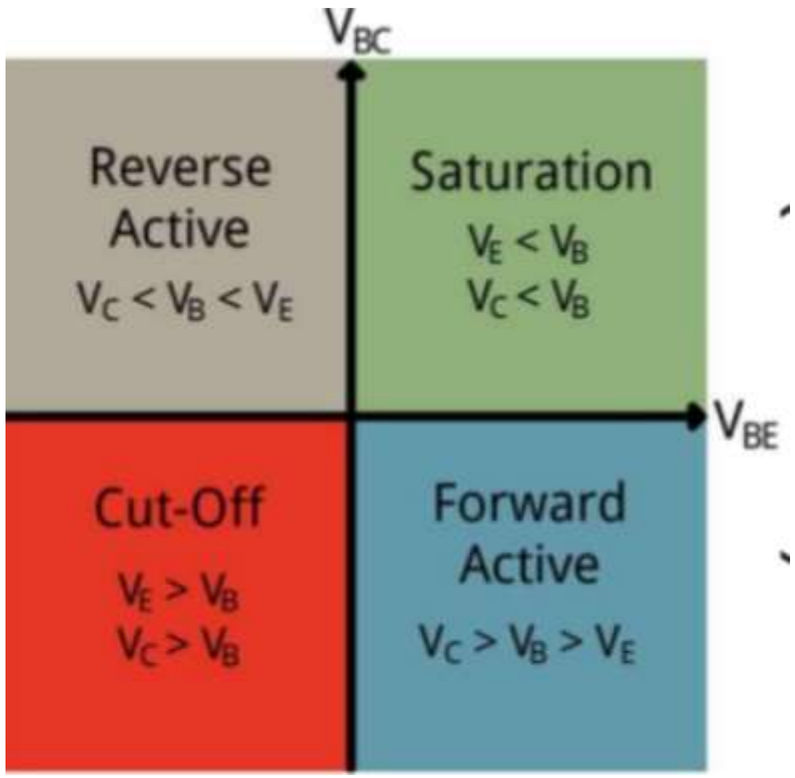
Διαφορές

NPN	PNP
The current flows from collector terminal to emitter terminal.	The current flows from emitter to collector terminal.
One P-type semiconductor is sandwiched between the two N-type semiconductors.	It is made of up two P-type material layers with N-type sandwiched between them.
The current flow from the collector is generated by keeping a +ve voltage there.	The current flow from the emitter to collector is generated at emitter terminal by keeping a +ve voltage there.
The transistor switches ON with the increase in current in the base terminal	The transistors switch ON when there is no current flow at the base terminal
When the current is reduced in the base, the transistor doesn’t function across the collector terminal and switches OFF	When a current is present at the base of a PNP transistor, then the transistor switches OFF.

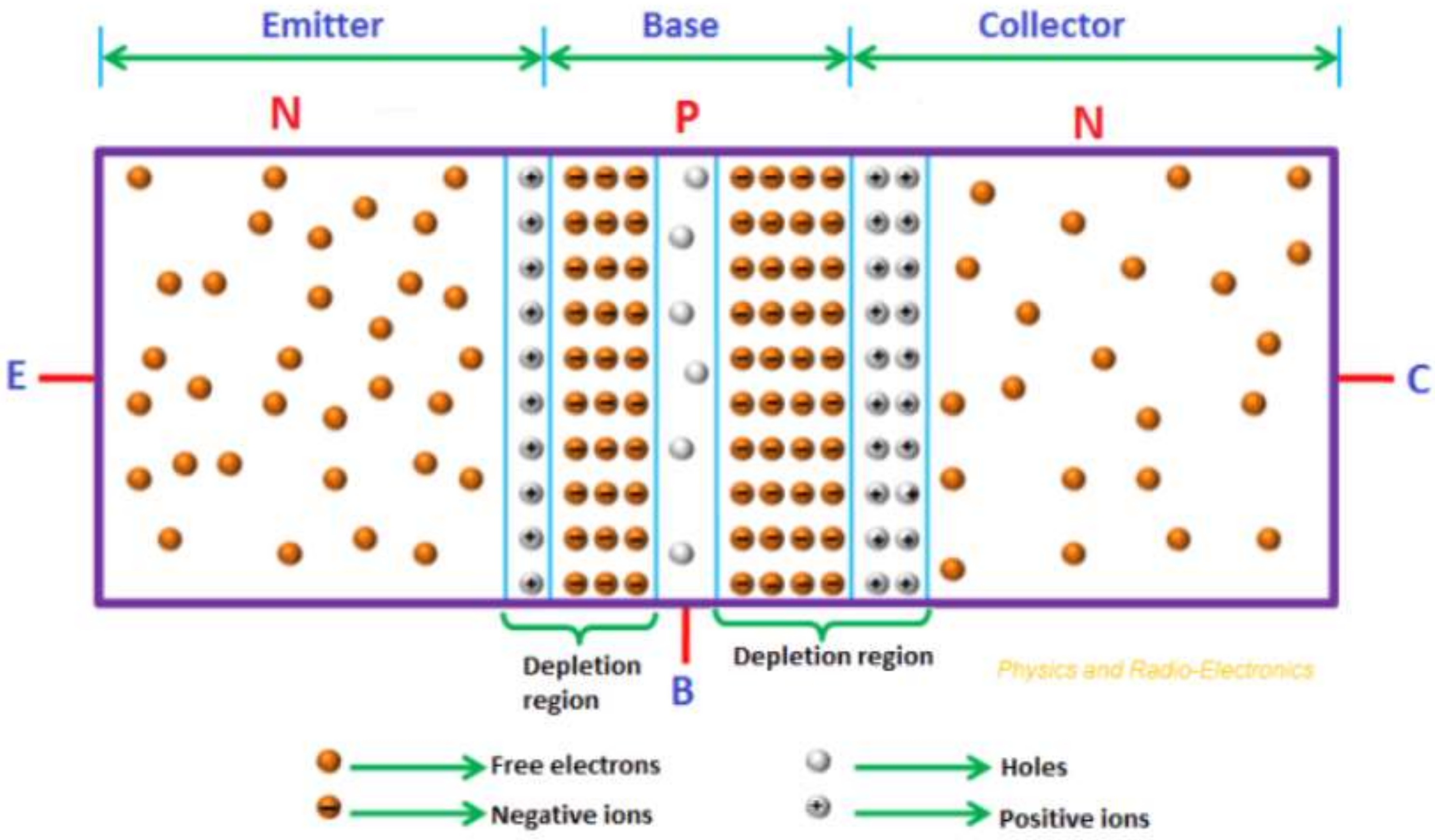
[What Is The Difference Between NPN and PNP Transistor? - BYJU'S]


Emitter
N
P
N
Collector
Heavily doped
Lightly doped
Moderately doped
Base


P
N
P



V_{BC}
Reverse Active
$V_C < V_B < V_E$
Saturation
$V_E < V_B$
$V_C < V_B$
V_{BE}
Cut-Off
$V_E > V_B$
$V_C > V_B$
Forward Active
$V_C > V_B > V_E$



Emitter
Base
Collector
N
P
N
E
C
B
Depletion region
Depletion region
Physics and Radio-Electronics
Free electrons
Negative ions
Holes
Positive ions

Χαρακτηριστική