



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Ηλεκτρονική

Ενότητα 3: Δίοδος

Αγγελική Αραπογιάννη

Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών

Περιεχόμενα ενότητας (1/2)

- Η ιδανική δίοδος και η χρήση της.
- Η πραγματική χαρακτηριστική I-V της διόδου πυριτίου.
- Τα γραμμικά μοντέλα της διόδου.
- Μοντέλο μικρού σήματος της διόδου και εφαρμογή του για τη χρήση της διόδου ως σταθεροποιητή.

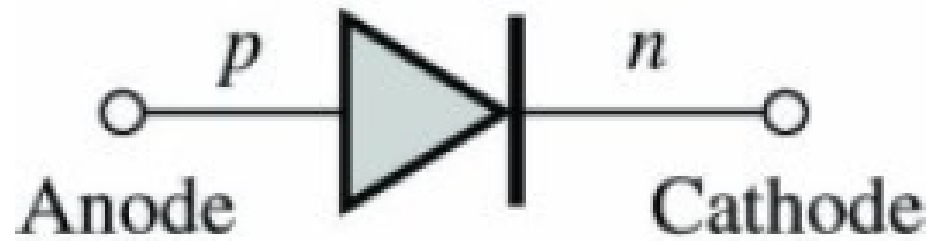


Περιεχόμενα ενότητας (1/2)

- Δίοδος Zener και εφαρμογές της.
- Άλλοι τύποι διόδων: LED, φωτοδιόδοι, διόδοι Schottky.
- Σημαντικές εφαρμογές των διόδων:
ανόρθωση (απλή και πλήρης), ανόρθωση με φίλτρο RC, περιορισμός ή ψαλιδισμός, αποκατάσταση συνεχούς τάσης, διπλασιασμός τάσης.



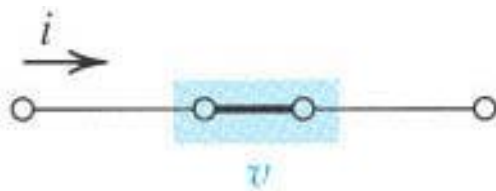
Δίοδοι



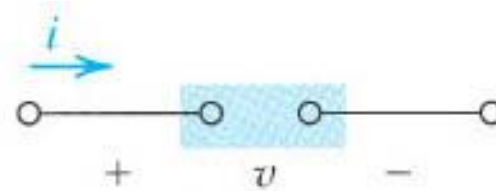
Η ιδανική Δίοδος (1/2)

Ορθή πόλωση

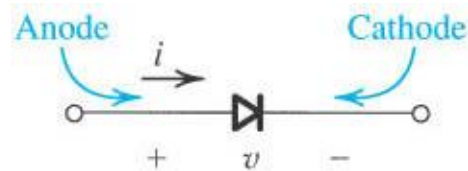
Ανάστροφη πόλωση



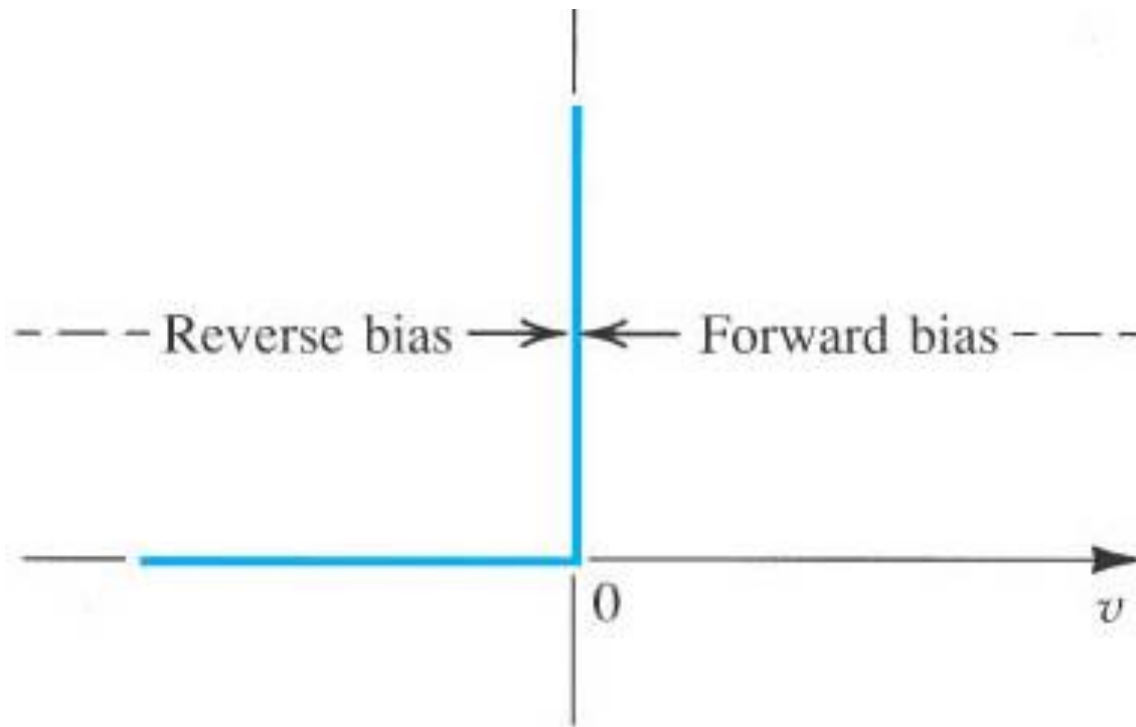
$$i > 0 \Rightarrow v = 0$$



$$v < 0 \Rightarrow i = 0$$

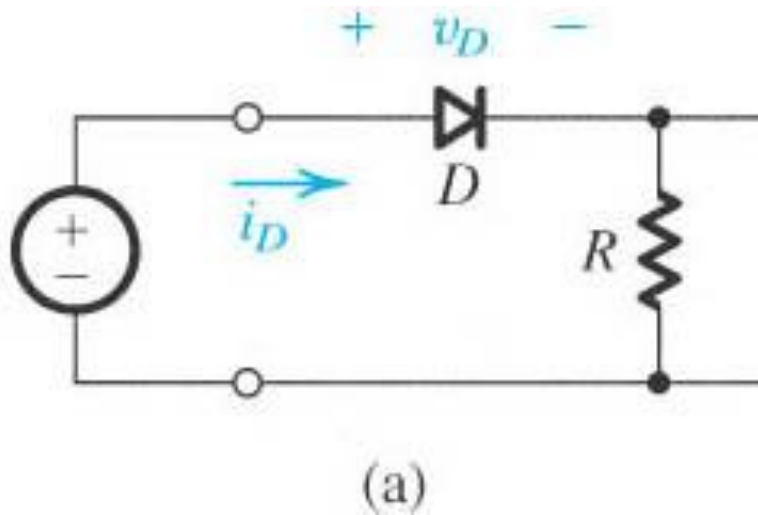


Η ιδανική Δίοδος (2/2)



Χαρακτηριστική τάσης ρεύματος της **ιδανικής** διόδου.

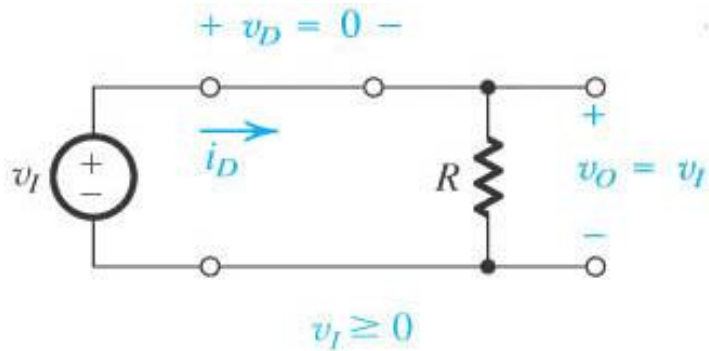
Εφαρμογή: Ο ιδανικός Ανορθωτής (1/3)



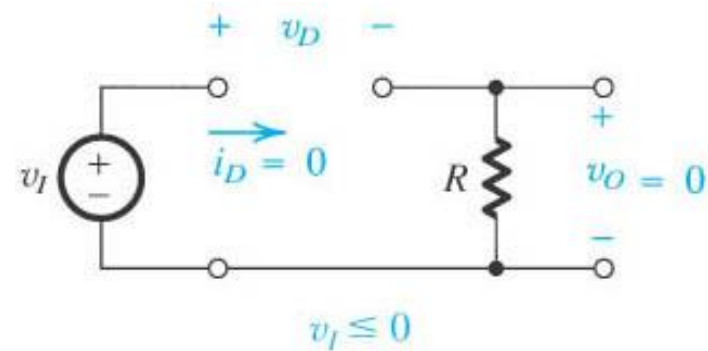
Κύκλωμα Ανορθωτή

Εφαρμογή: Ο ιδανικός Ανορθωτής (2/3)

Ορθή πόλωση



Ανάστροφη πόλωση



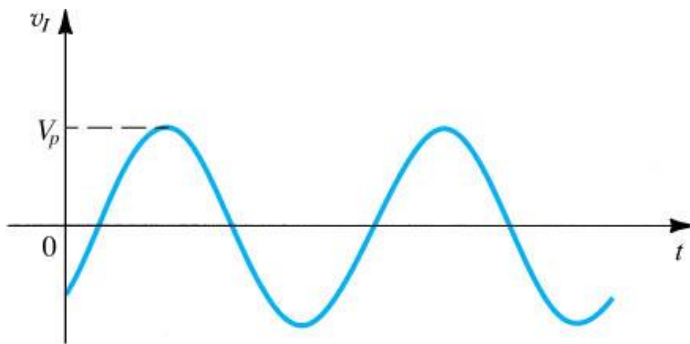
Ημιανόρθωση:

$$V_{DC} = \frac{V_p}{\pi}$$

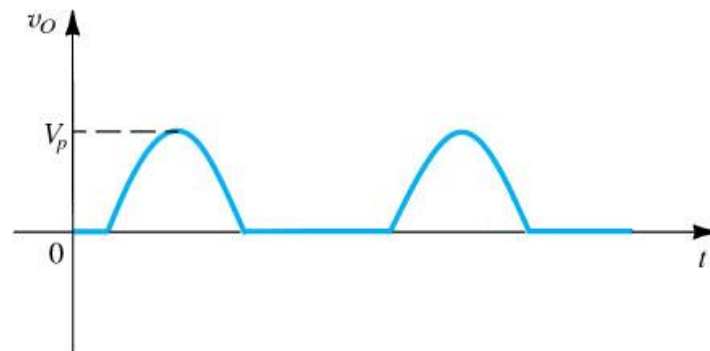


Εφαρμογή: Ο ιδανικός Ανορθωτής (3/3)

Κυματομορφή Εισόδου

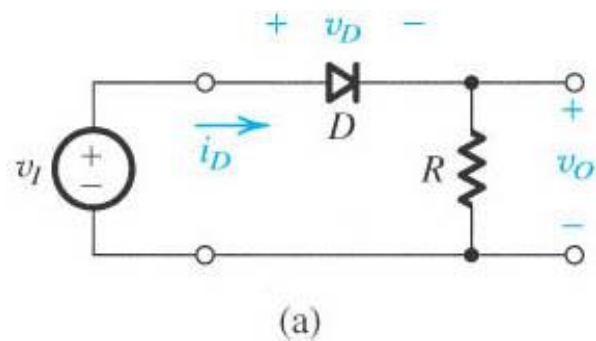


Κυματομορφή Εξόδου

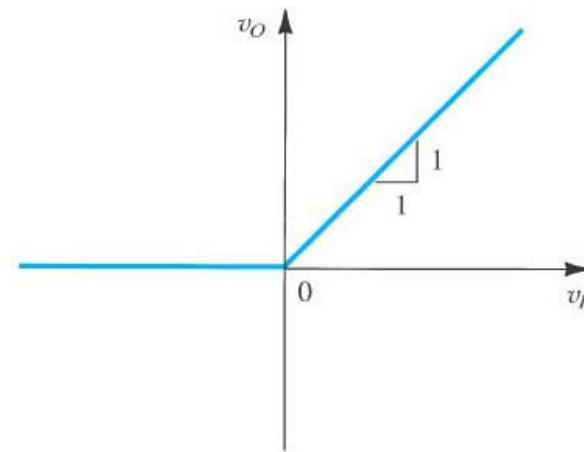


Κύκλωμα διόδου-αντίστασης (1/2)

Το κύκλωμα διόδου με αντίσταση σε σειρά



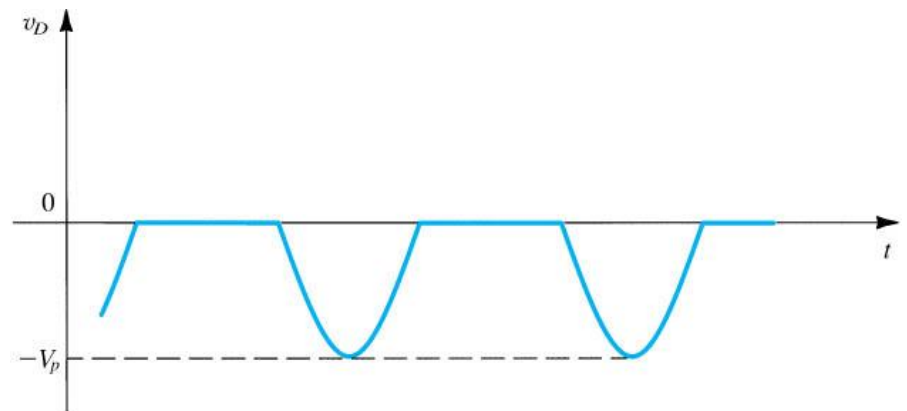
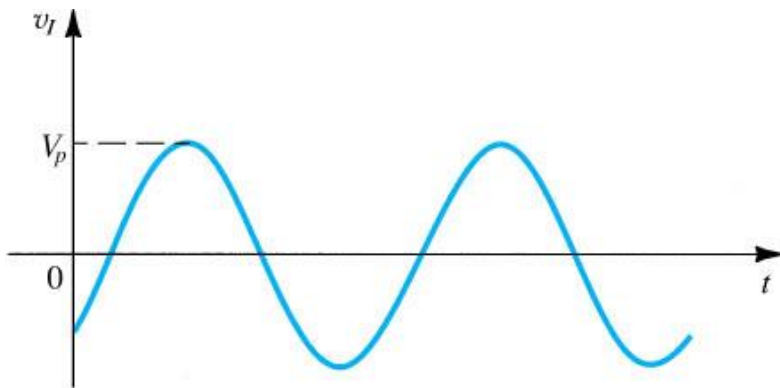
Χαρακτηριστική μεταφοράς του κυκλώματος



Κύκλωμα διόδου-αντίστασης (2/2)

Κυματομορφή Εισόδου

Κυματομορφή τάσης στα άκρα της
δίοδου



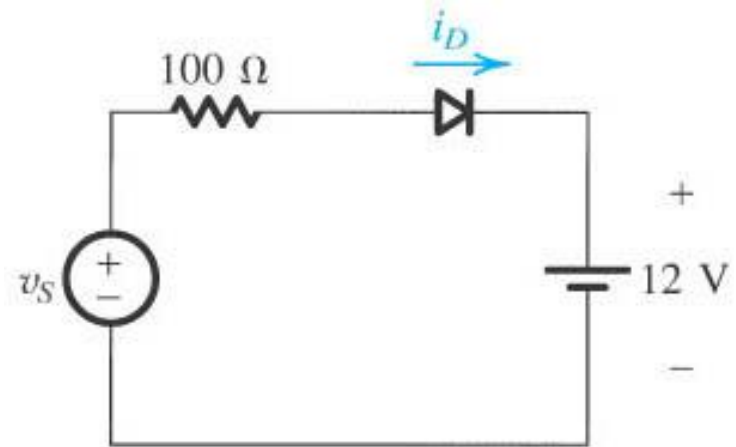
Παράδειγμα 1: Φόρτιση μπαταρίας (1/2)

Κύκλωμα φόρτισης μπαταρίας 12V

Η δίοδος άγει όσο $v_s > 12V$.

Αυτό συμβαίνει για γωνία
αγωγής 2θ όπου:

$$24\cos\theta = 12 \Rightarrow \theta = 60^\circ$$



(a)

Παράδειγμα 1: Φόρτιση μπαταρίας (2/2)

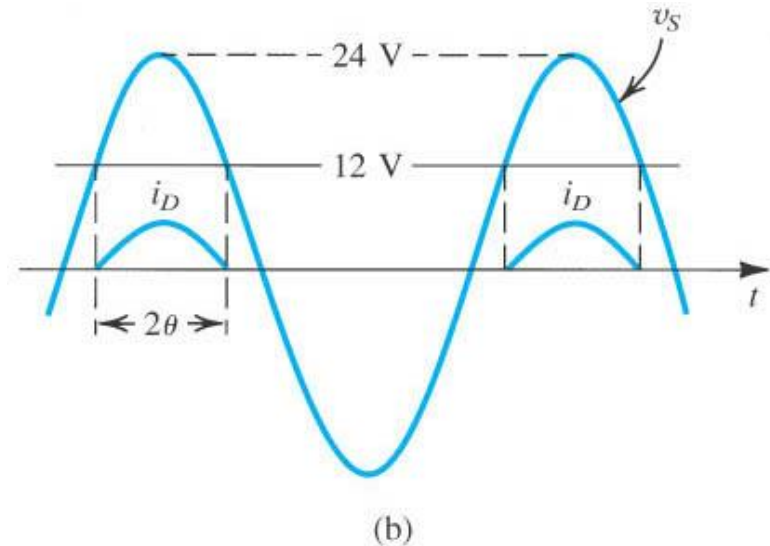
Κυματομορφές τάσης εισόδου και ρεύματος

Η μέγιστη τιμή του
ρεύματος της διόδου είναι:

$$I_d = \frac{(24 - 12)V}{100\Omega} = 0.12A$$

Η μέγιστη τάση ανάστροφης
πόλωσης της διόδου ισούται
με:

$$PIV = 24V + 12V = 36V$$

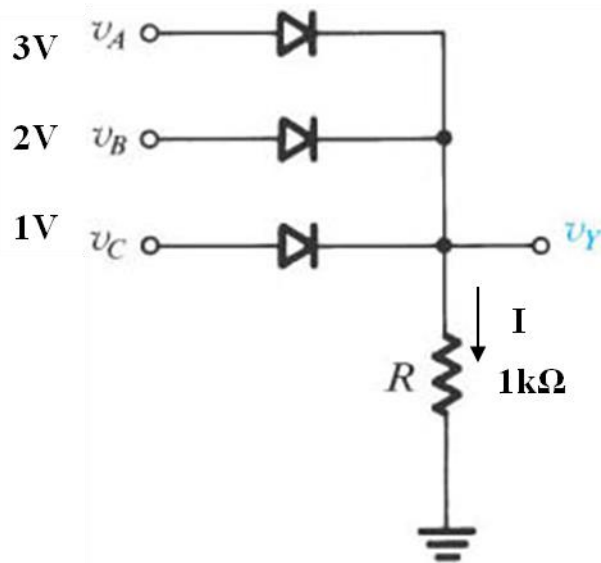


Λογικές Πύλες με Διόδους

Πύλη OR: $Y=A+B+C$

$$I = 3mA$$

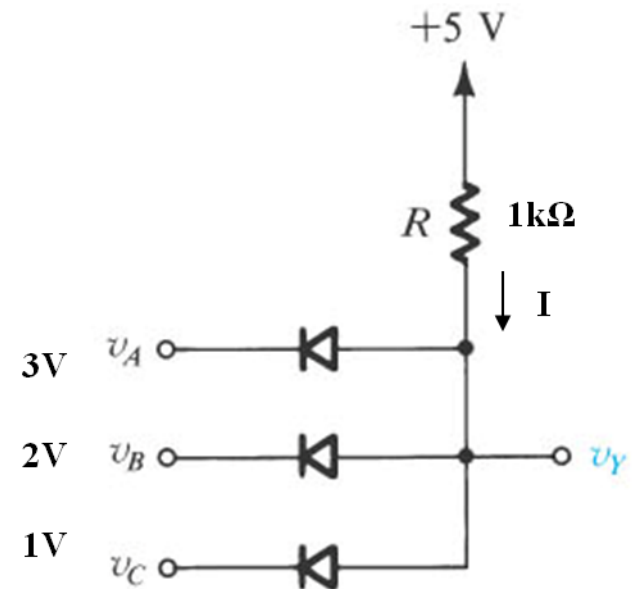
$$v_Y = 3V$$



Πύλη AND: $Y=A \cdot B \cdot C$

$$I = 4mA$$

$$v_Y = 1V$$



Χαρακτηριστική I-V Διόδου Πυριτίου

Στατική
Χαρακτηριστική
I-V της Διόδου

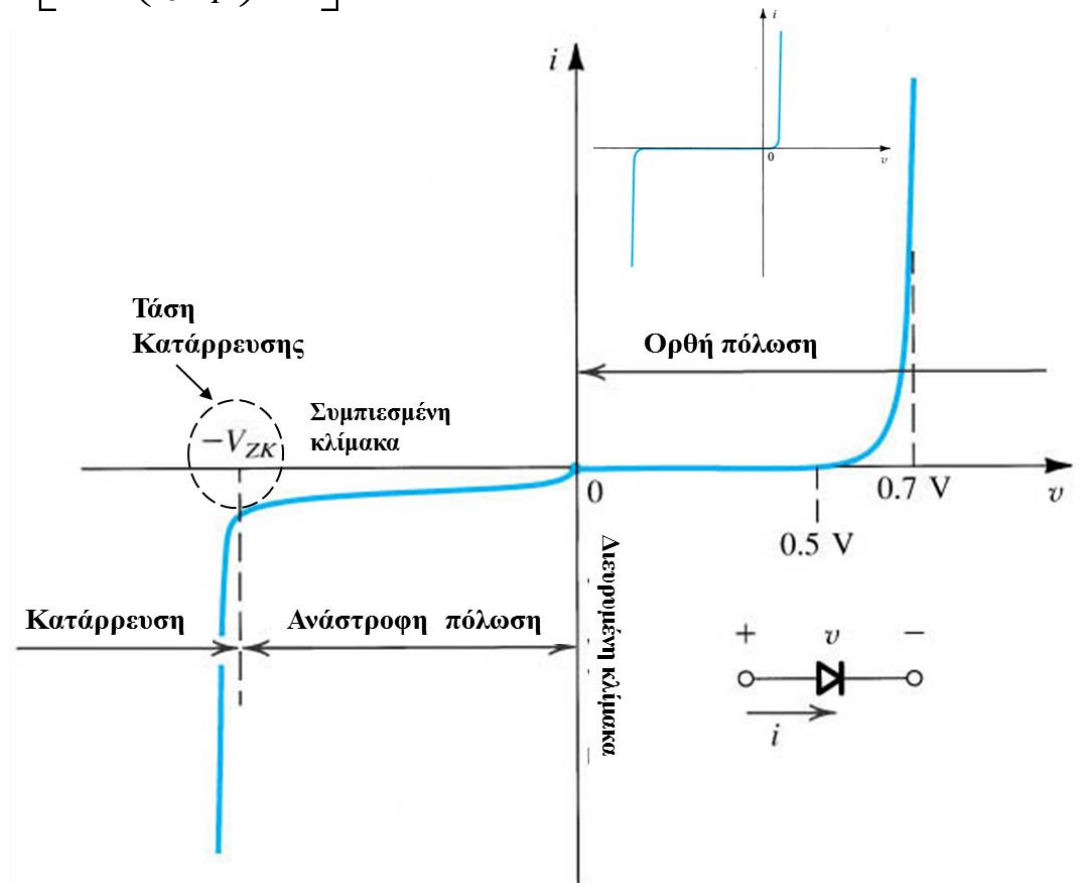
$$i_D = I_s \left[\exp\left(\frac{v_D}{\eta V_T}\right) - 1 \right]$$

0.5V => Τάση αποκοπής

0.7V => Τάση ορθής
πόλωσης

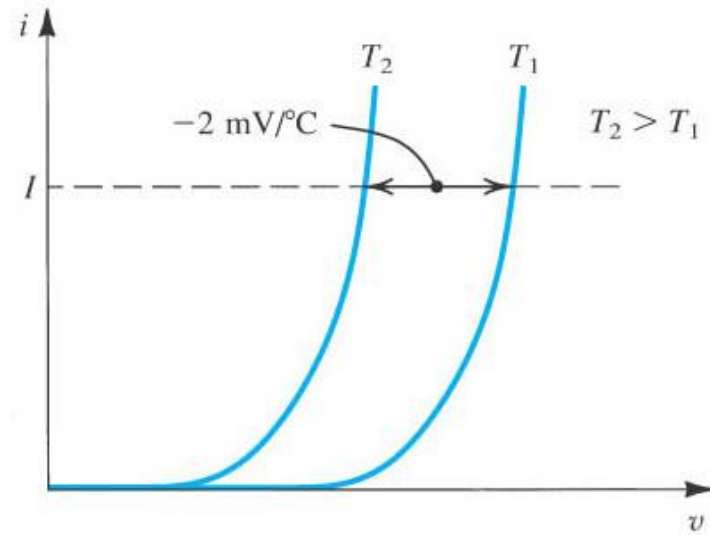
$$V_T = \frac{kT}{q} \approx 25mV$$

$$\eta = 1 \text{ ή } 2$$



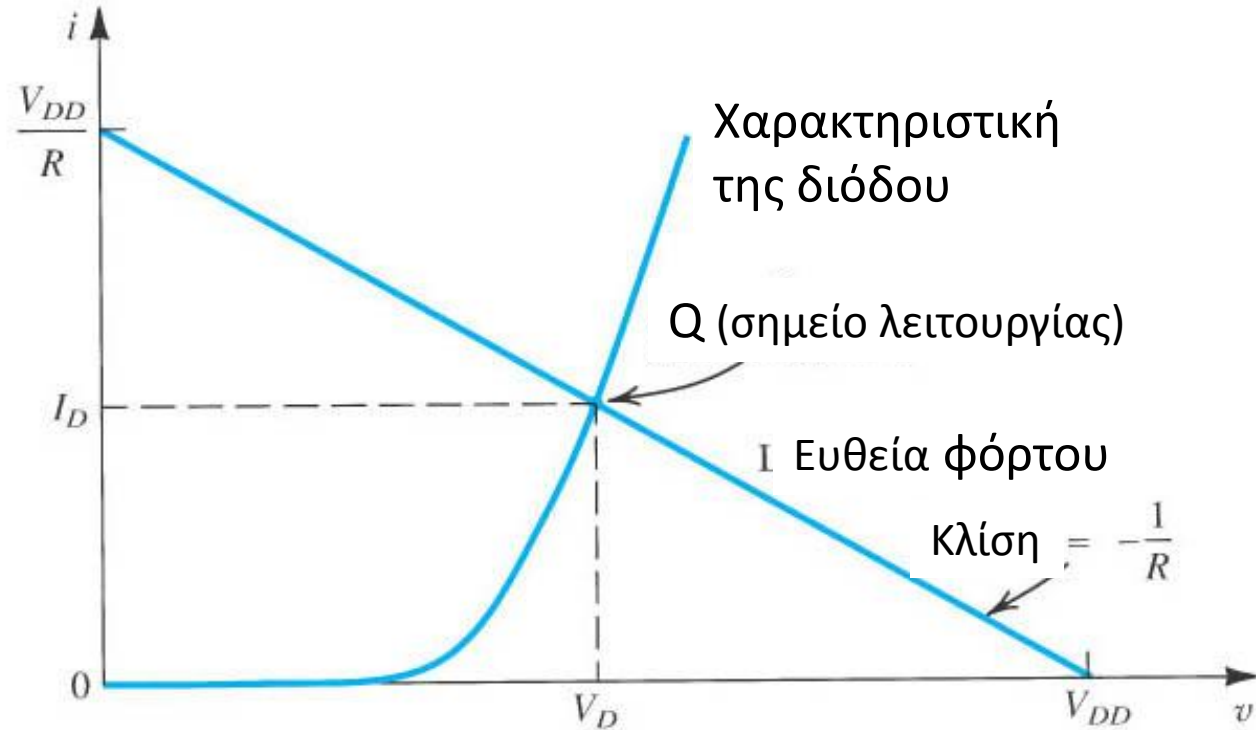
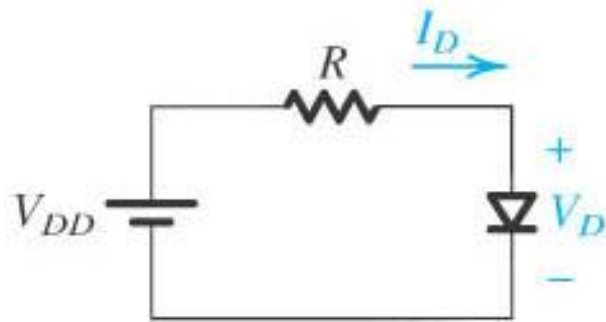
Επίδραση της θερμοκρασίας στη χαρακτηριστική ορθής πόλωσης της διόδου

Για σταθερό ρεύμα, η
τάση ορθής πόλωσης
της διόδου
ελαττώνεται κατά
2mV για κάθε βαθμό
Κελσίου αύξηση της
θερμοκρασίας.



Ανάλυση Κυκλωμάτων Διόδων (1/2)

DC Ανάλυση



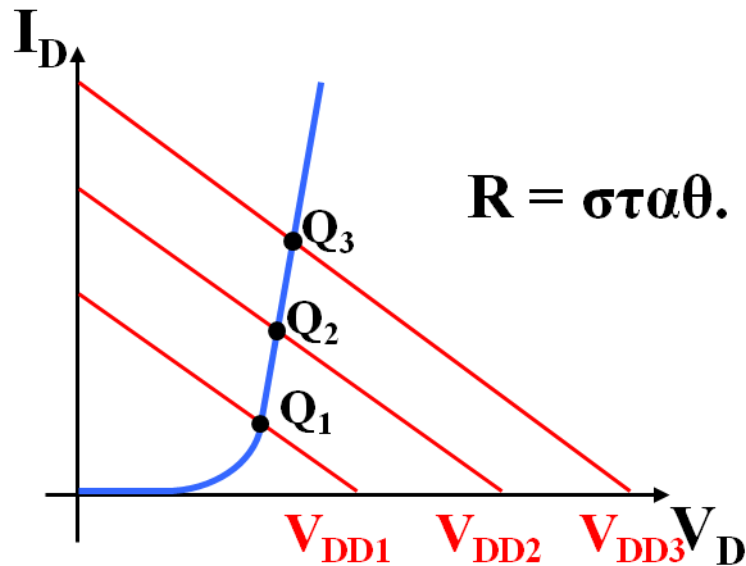
Χαρακτηριστική της Διόδου: $I_D = I_s \exp\left(\frac{V_D}{\eta V_T}\right)$

Ευθεία φόρτου: $V_{DD} = I_D R + V_D \Rightarrow I_D = \frac{V_{DD} - V_D}{R}$

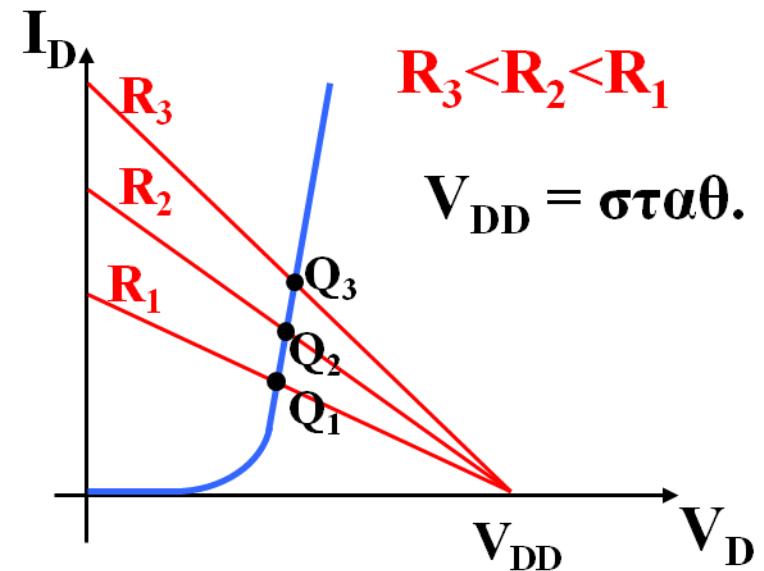
Το σημείο λειτουργίας Q βρίσκεται από τη λύση του συστήματος.

Ανάλυση Κυκλωμάτων Διόδων (2/2)

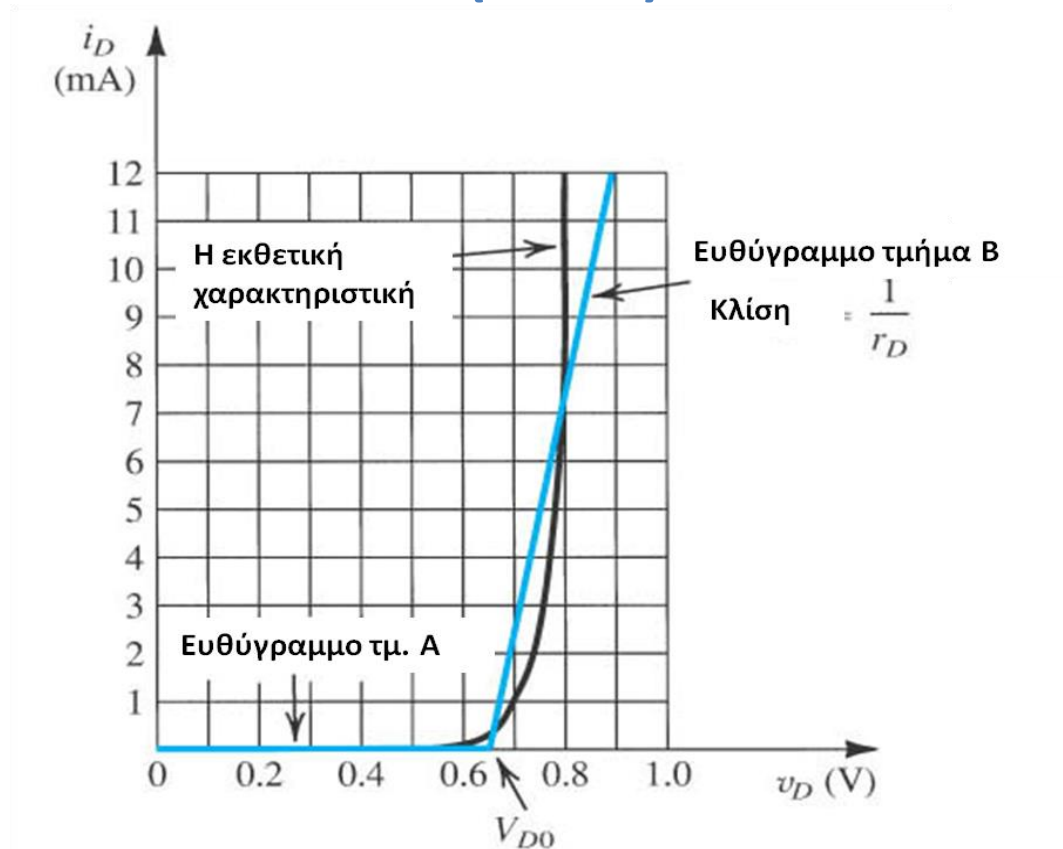
Μεταβολή Τάσης Πόλωσης



Μεταβολή Αντίστασης



Απλουστευμένα Μοντέλα Διόδων (1/4)



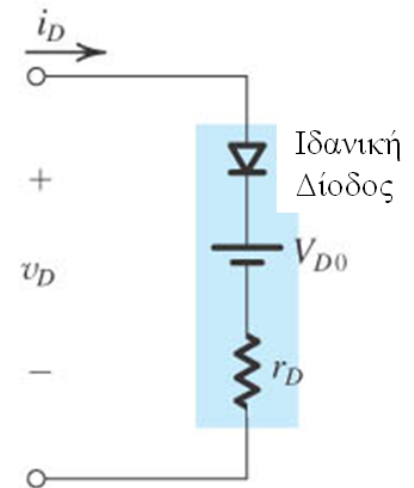
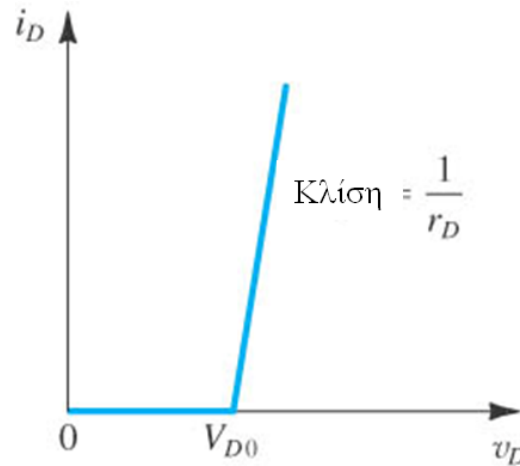
Το κατά τμήματα Γραμμικό Μοντέλο

Απλουστευμένα Μοντέλα Διόδων (2/4)

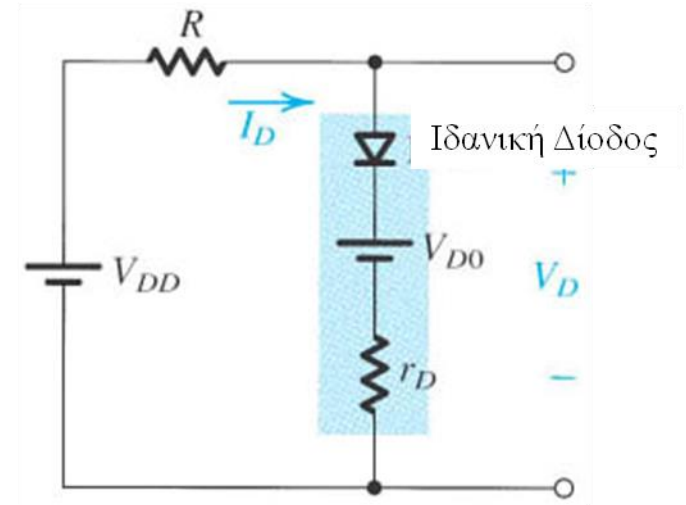
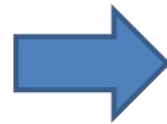
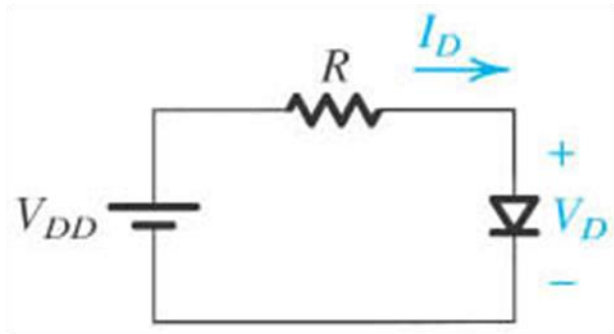
Ισοδύναμο κύκλωμα
διόδου με αντίσταση

$$I_D = 0 \quad \text{για } V_D \leq V_{D0}$$

$$I_D = \frac{V_D - V_{D0}}{r_D} \quad \text{για } V_D > V_{D0}$$

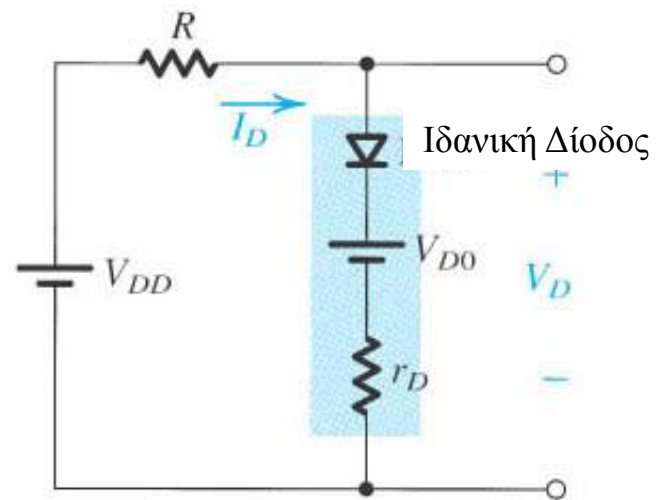
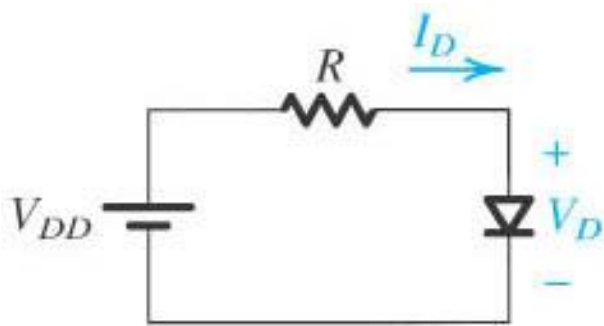


Απλουστευμένα Μοντέλα Διόδων (3/4)



Παράδειγμα 2

Αν $V_{DD}=5V$, $V_{D0}=0.65V$, $R=1k\Omega$ και $r_D=20\Omega$, να υπολογιστούν τα I_D και V_D .

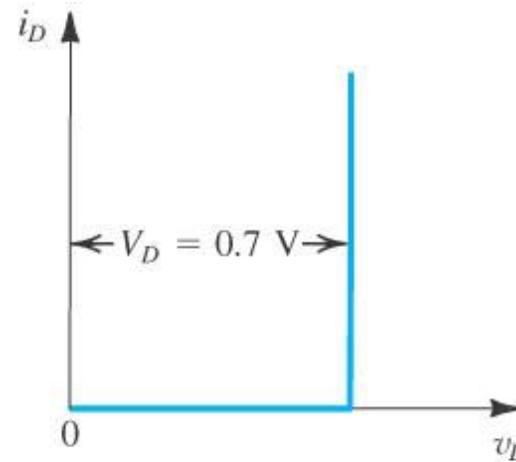
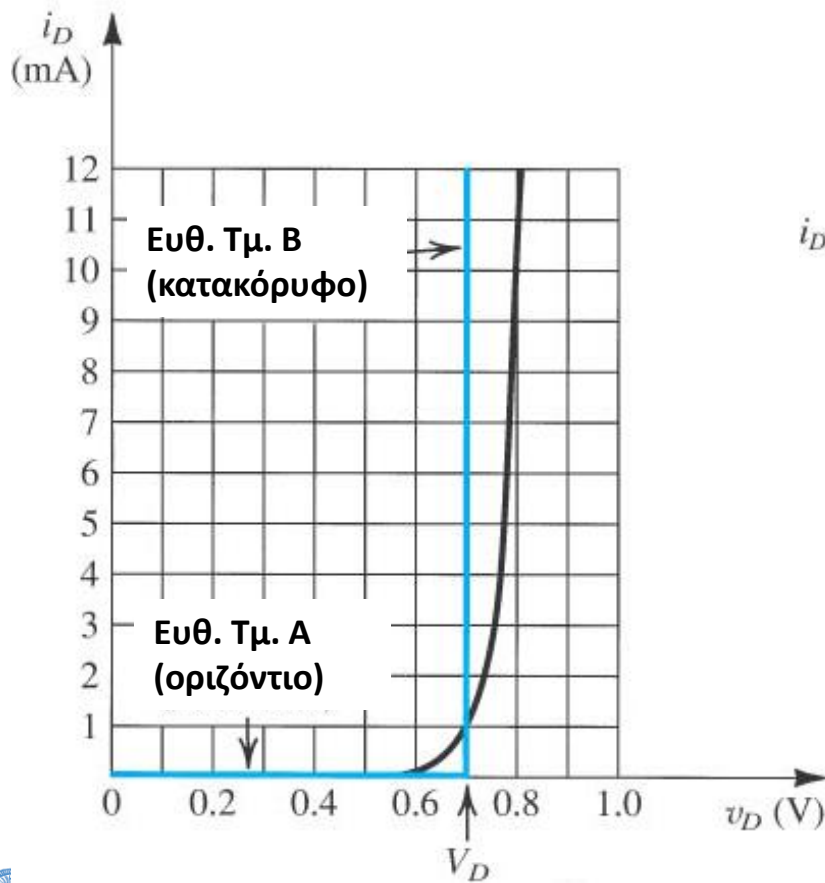


$$I_D = \frac{V_{DD} - V_{D0}}{r_D + R} = \frac{(5 - 0.65)V}{20\Omega + 1k\Omega} = 4.26mA$$

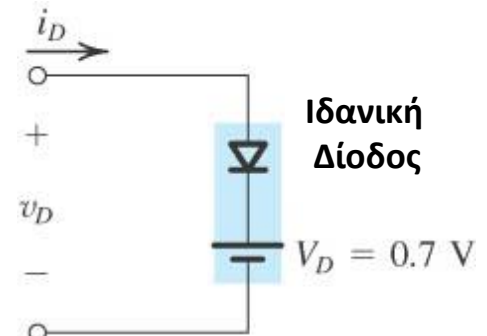
$$V_D = V_{D0} + I_D r_D = 0.65V + 4.26mA \cdot 20\Omega = 0.735V$$

Απλουστευμένα Μοντέλα Διόδων (4/4)

Το Μοντέλο Σταθερής Πτώσης Τάσης

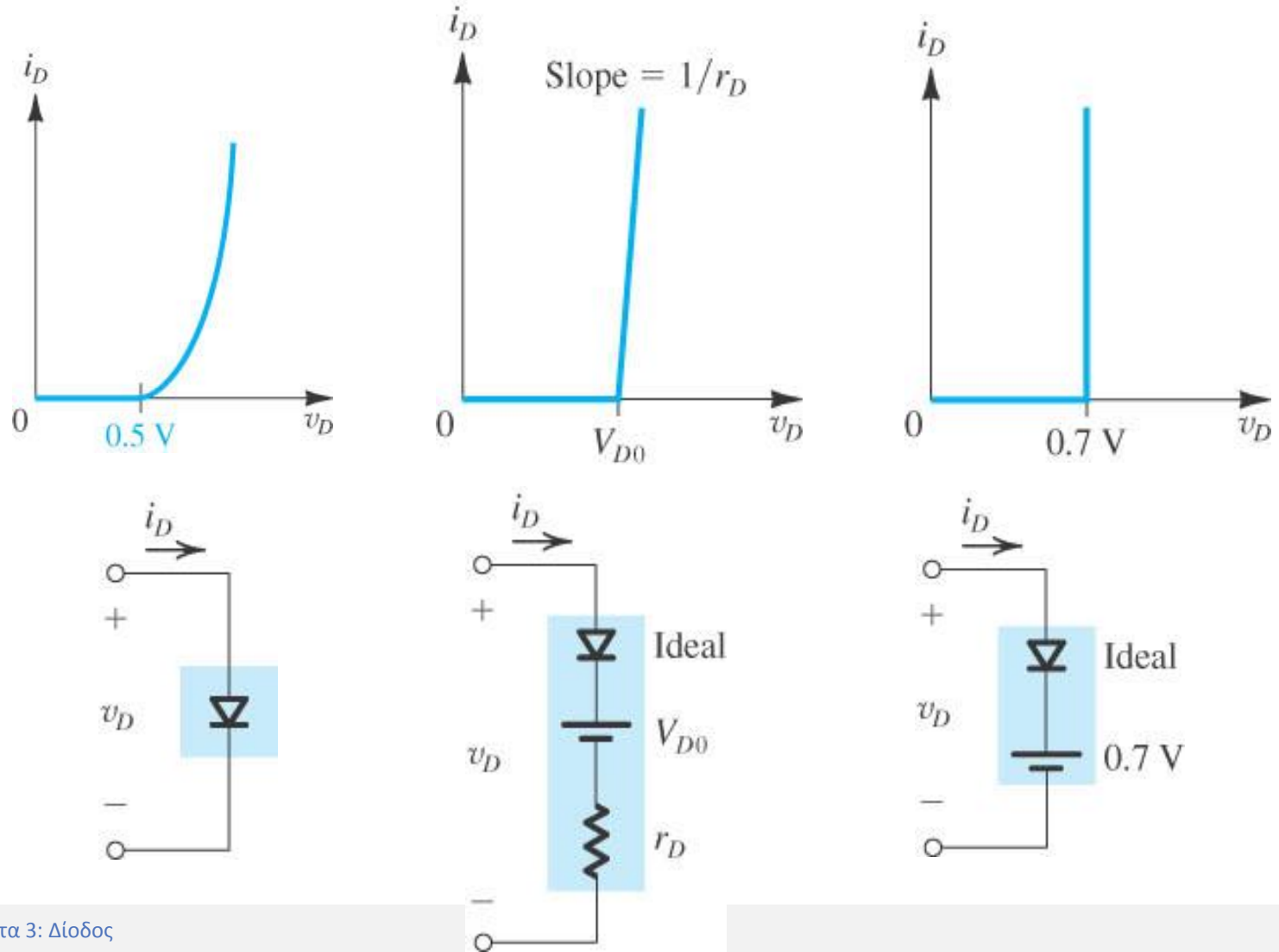


(a)

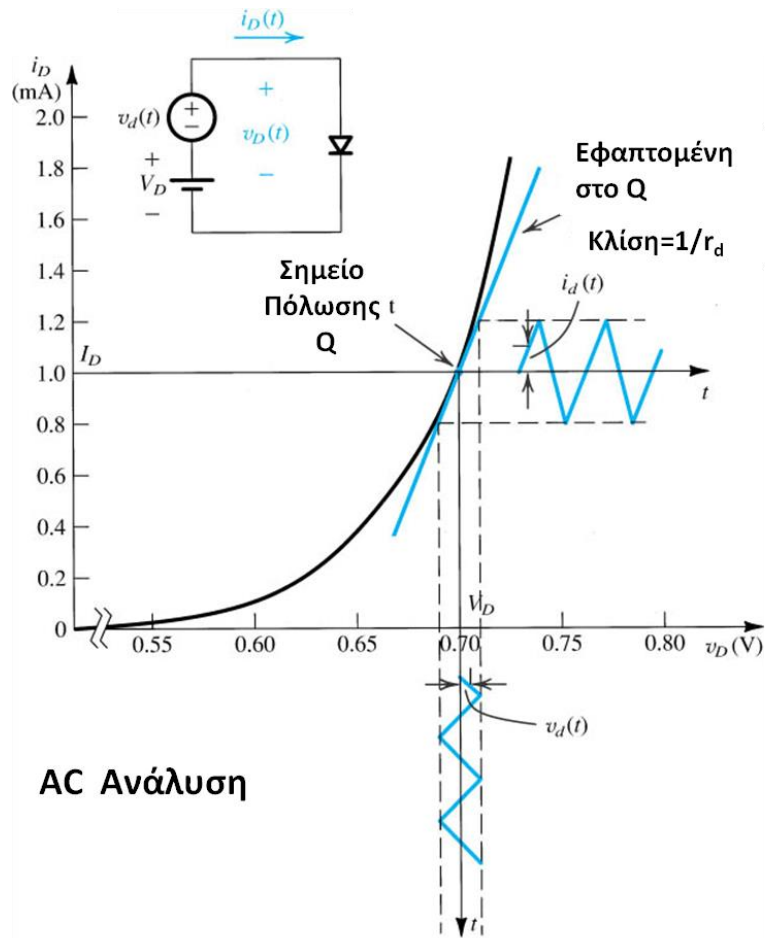


(b)

Απλουστευμένα Μοντέλα Διόδων- Σύνοψη



Μοντέλο Μικρού Σήματος της Διόδου (1/2)



Η συνολική στιγμιαία τάση της διόδου είναι:

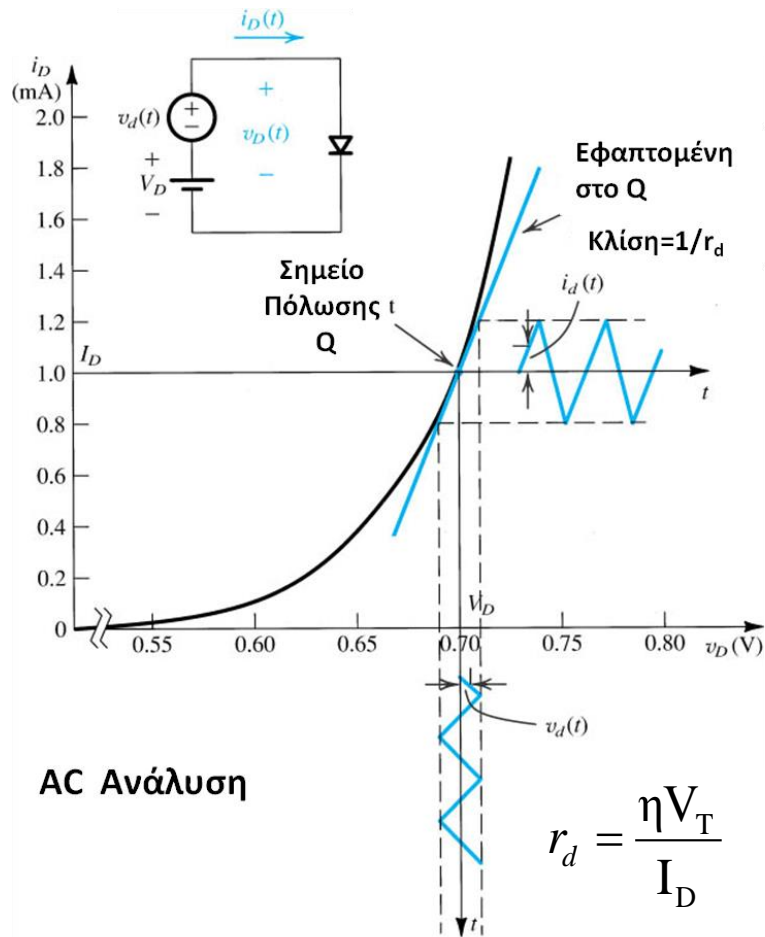
$$v_D(t) = V_D + v_d(t)$$

Αντίστοιχα το συνολικό στιγμιαίο ρεύμα:

$$\begin{aligned} i_D(t) &= I_s e^{v_D/\eta V_T} = I_s e^{(V_D + v_d)/\eta V_T} = \\ &= I_s e^{V_D/\eta V_T} \cdot e^{v_d/\eta V_T} = I_D e^{v_d/\eta V_T} \end{aligned}$$



Μοντέλο Μικρού Σήματος της Διόδου (2/2)



$$Av \frac{v_d}{\eta V_T} \ll 1 \Rightarrow i_D(t) \approx I_D \left(1 + \frac{v_d}{\eta V_T} \right)$$

$$\Rightarrow i_D(t) = I_D + \frac{I_D}{\eta V_T} v_d = I_D + i_d$$

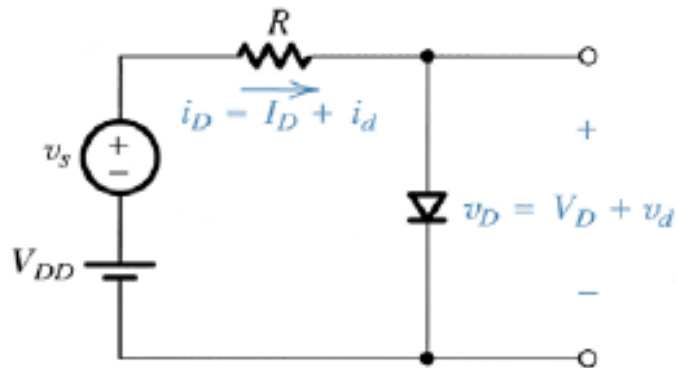
$$\Rightarrow i_d = \frac{I_D}{\eta V_T} v_d = \frac{1}{r_d} v_d$$

Αντίσταση μικρού σήματος ή δυναμική αντίσταση της διόδου.

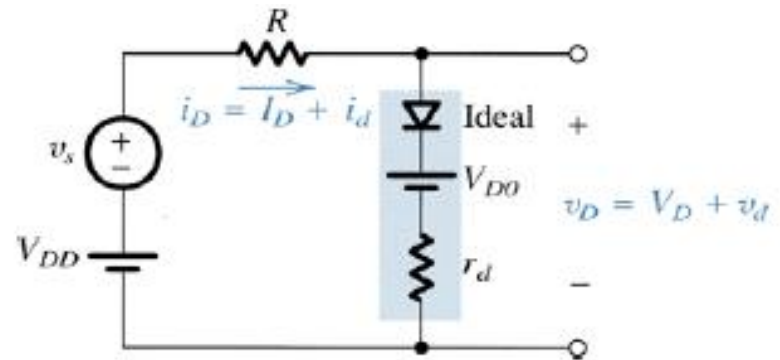
$$g_d = \frac{1}{r_d} = \left. \frac{\partial i_D}{\partial v_D} \right|_{i_D=I_D}$$

Λειτουργία Μικρού Σήματος της Διόδου (1/2)

Πραγματικό κύκλωμα



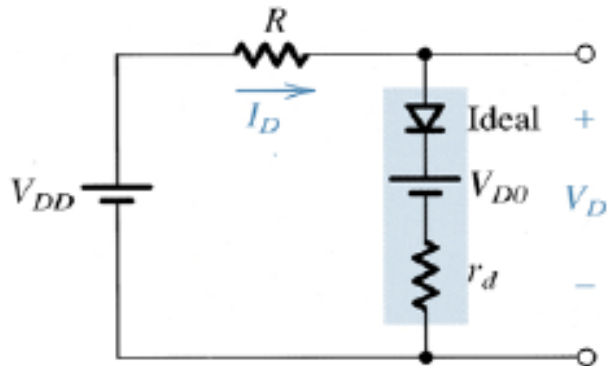
Ισοδύναμο κύκλωμα



Λειτουργία Μικρού Σήματος της Διόδου (2/2)

Κύκλωμα για DC ανάλυση

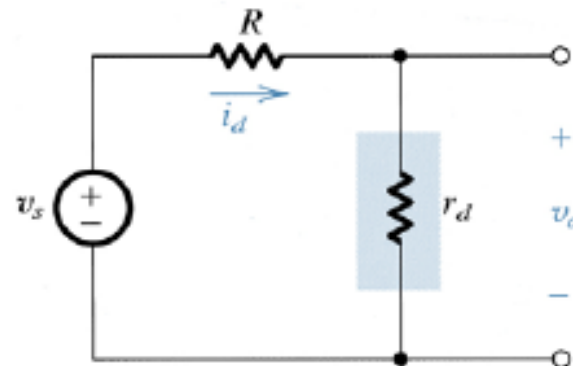
$$V_{DD} = I_D R + V_D$$



Κύκλωμα για AC ανάλυση

$$v_s = i_d (R + r_d)$$

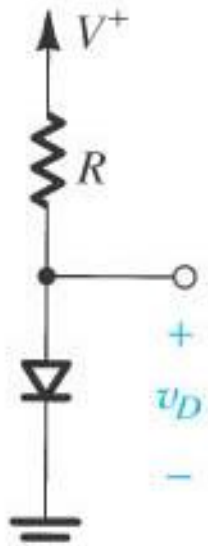
$$v_d = v_s \frac{r_d}{R + r_d}$$



Χρήση της Διόδου για σταθεροποίηση τάσης

Σε ένα σταθεροποιητή τάσης, η τάση εξόδου πρέπει να διατηρείται σταθερή:

- a) παρά τις μεταβολές του ρεύματος φόρτου
- b) παρά τις μεταβολές της τροφοδοσίας του σταθεροποιητή.



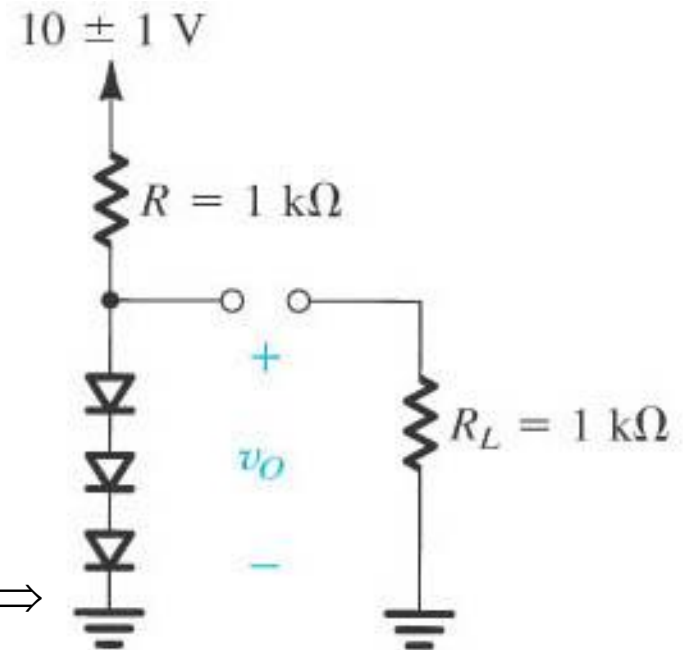
$$I_D = \frac{V_{DD} - V_D}{R}$$

$$r_d = \frac{\eta V_T}{I_D}$$

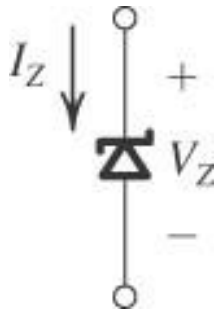
$$v_{dpp} = 2\Delta V_{DD} \frac{r_d}{R + r_d}$$

π.χ. αν $V_{DD} = (10 \pm 1)V$, $V_D \approx 0.7V$ & $R = 20k\Omega \Rightarrow$

$$v_{dpp} = 10.7mV$$



Λειτουργία στην περιοχή κατάρρευσης- Δίοδοι Zener (1/2)

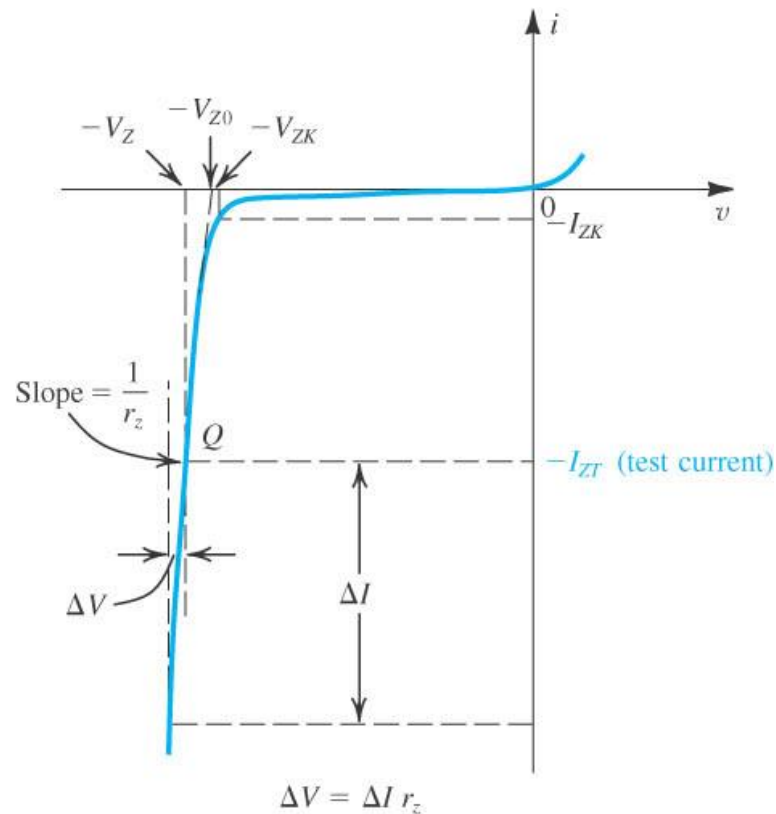


V_{ZK} , I_{ZK} : «γόνατο» της χαρακτηριστικής

I_{ZT} : ρεύμα δοκιμής

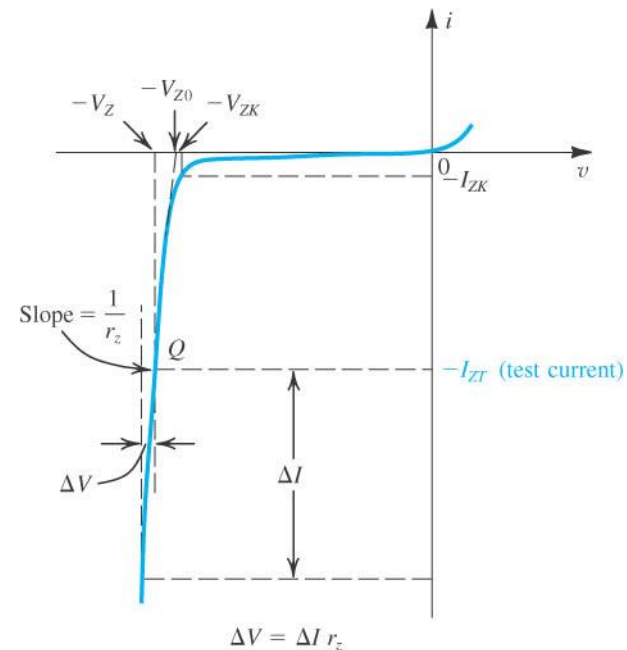
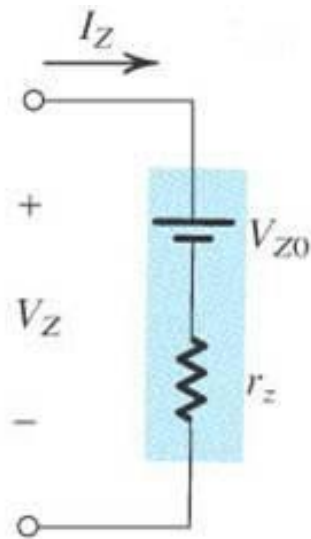
$r_z = \Delta V / \Delta I$: δυναμική αντίσταση

V_{Z0} : σημείο τομής της ευθείας με τον άξονα των τάσεων $\sim V_{ZK}$



Λειτουργία στην περιοχή κατάρρευσης- Δίοδοι Zener (2/2)

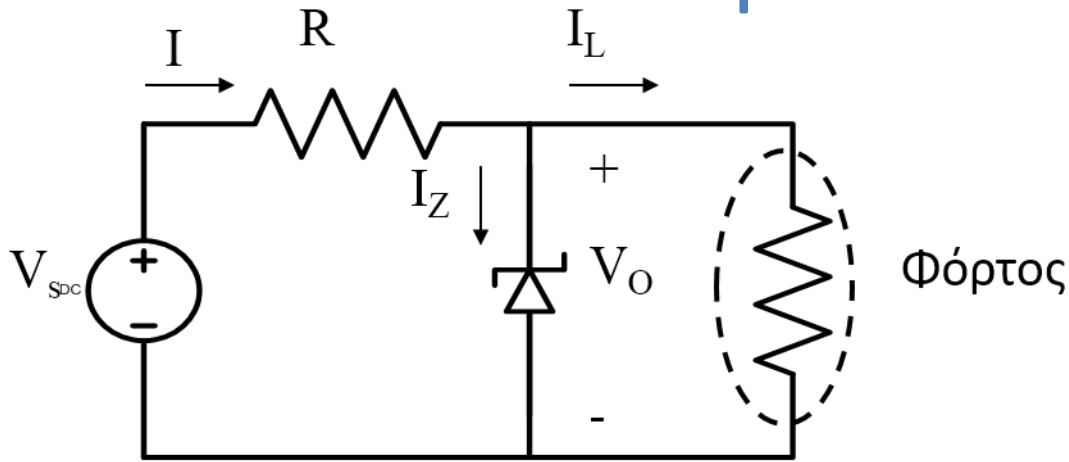
Ισοδύναμο Κύκλωμα της Zener



$$V_Z = V_{Z0} + I_Z r_Z$$

για $I_Z > I_{ZK}$ και $V_Z > V_{Z0}$

Παράλληλος σταθεροποιητής τάσης με Zener



Ρύθμιση γραμμής = $\Delta V_O / \Delta V_S$

Ρύθμιση φορτίου = $\Delta V_O / \Delta I_L$

$$V_O = V_{Z0} \frac{R}{R + r_Z} + V_S \frac{r_Z}{R + r_Z} - I_L (r_Z // R)$$

$$\text{Ρύθμιση γραμμής} = \frac{r_Z}{R + r_Z}$$

$$\text{Ρύθμιση φορτίου} = -r_Z // R$$

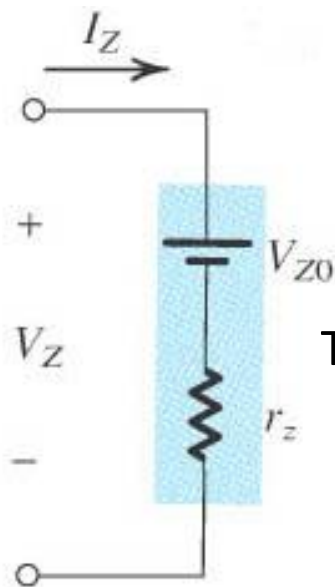
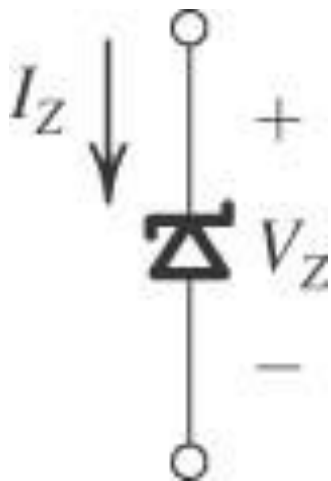
Επιλογή της αντίστασης R ώστε το ρεύμα της Zener να μη γίνεται πολύ χαμηλό:

$$R = \frac{V_{S \min} - V_{Z0} - r_Z I_{Z \min}}{I_{Z \min} + I_{L \max}}$$

Άσκηση 1

Για μία δίοδο Zener δίνεται ότι $V_Z=10V$ για $I_Z=10mA$ και $r_z=50\Omega$. Να υπολογιστεί η V_Z

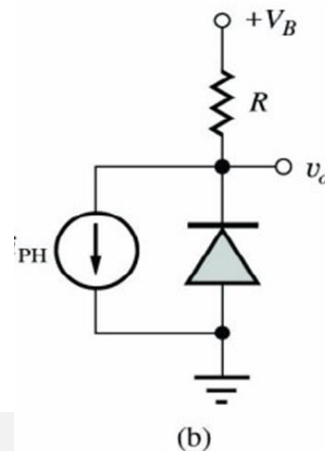
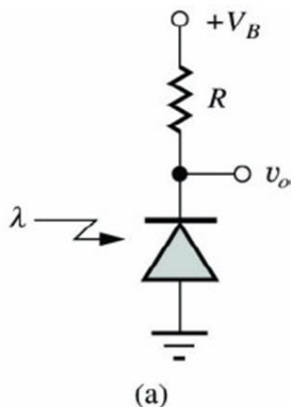
- αν το ρεύμα διπλασιαστεί και
- αν το ρεύμα υποδιπλασιαστεί. Ποια η τιμή V_{Z0} για το μοντέλο της διόδου.



Το μοντέλο της Zener

Φωτοδιόδοι

- Αν η περιοχή απογύμνωσης της διόδου επαφής ρη φωτιστεί από φως αρκετά υψηλής συχνότητας, τα φωτόνια μπορούν να δώσουν αρκετή ενέργεια ώστε να επιτρέψουν στα ηλεκτρόνια να περάσουν το ενεργειακό χάσμα του ημιαγωγού και να δημιουργήσουν ζεύγη οπών-ηλεκτρονίων.
- Οι φωτοφωρατές μετατρέπουν το φως σε ηλεκτρικό σήμα. Συνήθως πολώνονται ανάστροφα ώστε να αυξηθεί το εύρος της περιοχής απογύμνωσης.
- Τα ηλιακά κύτταρα μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική.

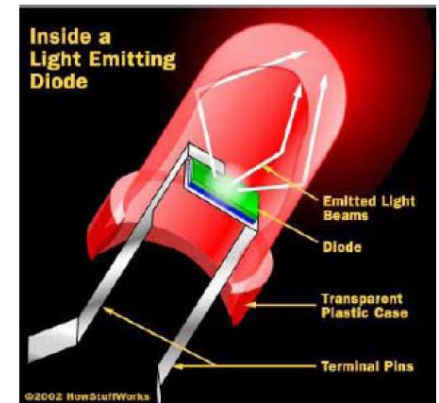


Δίοδοι Φωτοεκπομπής (LED)

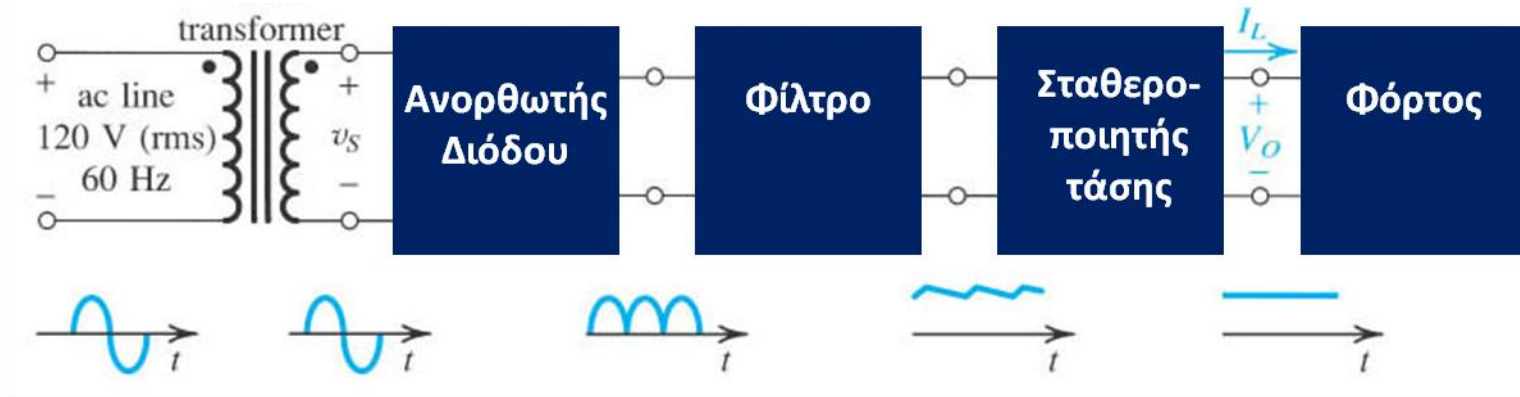
- Όταν ηλεκτρόνια και οπές επανασυνδέονται, απελευθερώνουν ενέργεια.
- Αυτή η ενέργεια συχνά απελευθερώνεται σαν θερμότητα μέσα στον κρύσταλλο, αλλά σε μερικά υλικά μετατρέπεται σε φως.
- Κατασκευάζονται LED σε μεγάλη περιοχή μηκών κύματος.
- Το πλαστικό περίβλημα βοηθάει στην κατευθυντικότητα της δέσμης

Light Emitting Diode (LED)

- When electrons and holes recombine, they release energy
- This energy is often released as heat into the lattice, but in some materials, known as *direct bandgap materials*, they release light
- Engineering LEDs can be difficult, but has been done over a wide range of wavelengths

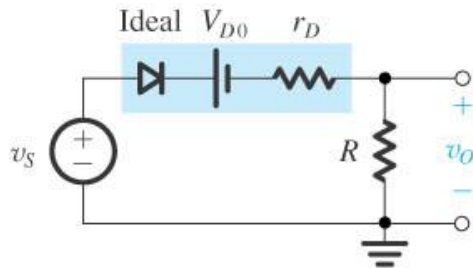
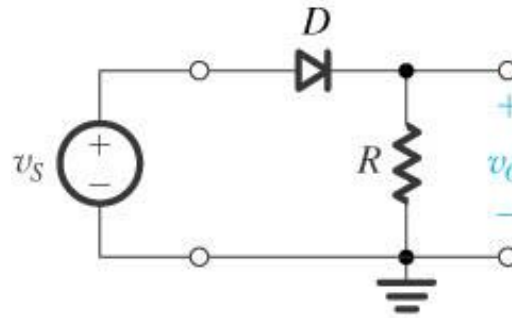


Κυκλώματα Ανορθωτών



Σχηματικό διάγραμμα τροφοδοτικού DC

Ανορθωτής Ημικύματος ή Ημιανορθωτής (1/3)



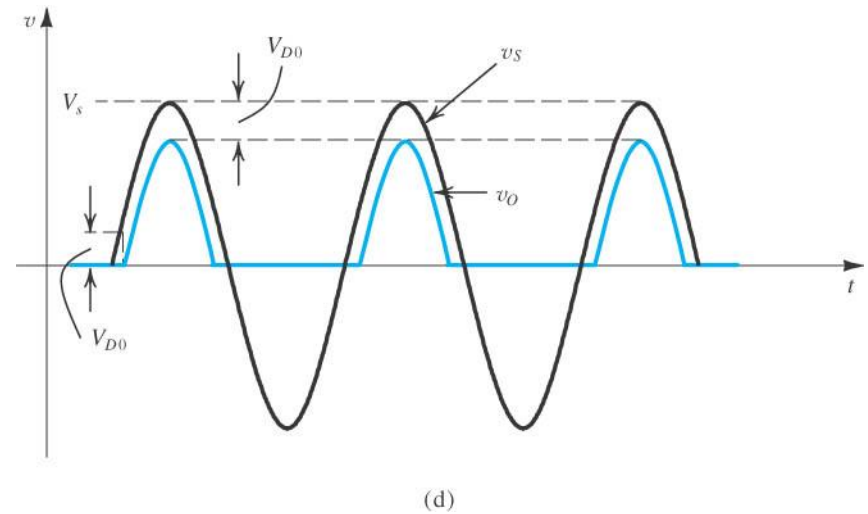
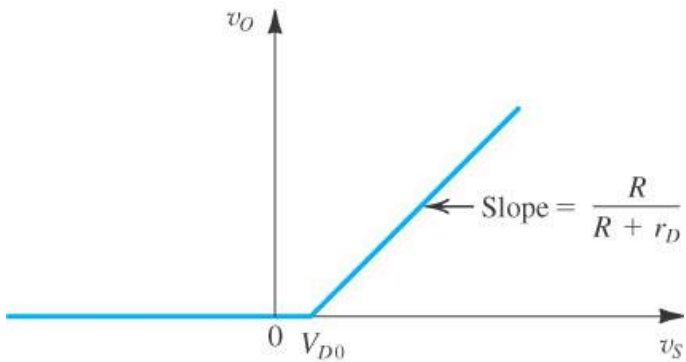
$$\left\{ \begin{array}{l} V_o = 0, \quad V_s < V_{D0} \\ V_o = V_s \frac{R}{R + r_D} - V_{D0} \frac{R}{R + r_D}, \quad V_s \geq V_{D0} \end{array} \right.$$

για $r_D \ll R \Rightarrow v_o \approx v_s - V_{D0}$ με $V_{D0} \approx 0.7V$

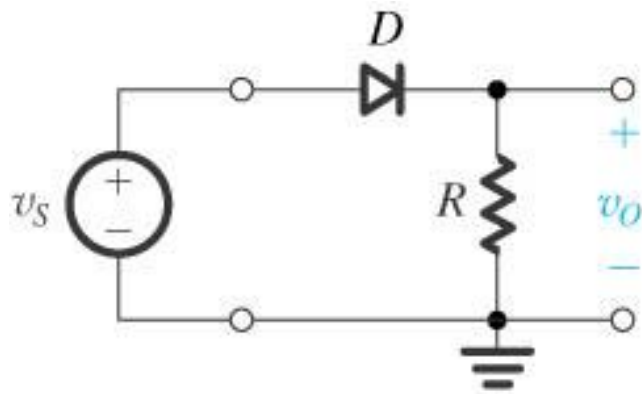


Ανορθωτής Ημικύματος ή Ημιανορθωτής (2/3)

Χαρακτηριστική μεταφοράς του
ανορθωτή ημικύματος



Ανορθωτής Ημικύματος ή Ημιανορθωτής (3/3)



(a)

Σημαντικά
χαρακτηριστικά:

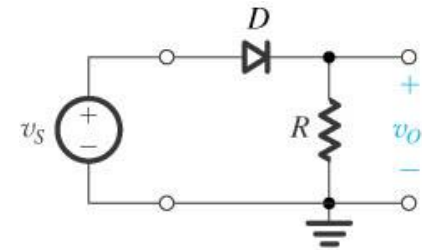
- Μέγιστο ρεύμα ορθής πόλωσης
- Μέγιστη τάση ανάστροφης πόλωσης $PIV=V_s$



Άσκηση 2 (1/2)

Για τον ημιανορθωτή, θεωρώντας ότι $r_D=0$, να αποδειχθούν τα ακόλουθα:

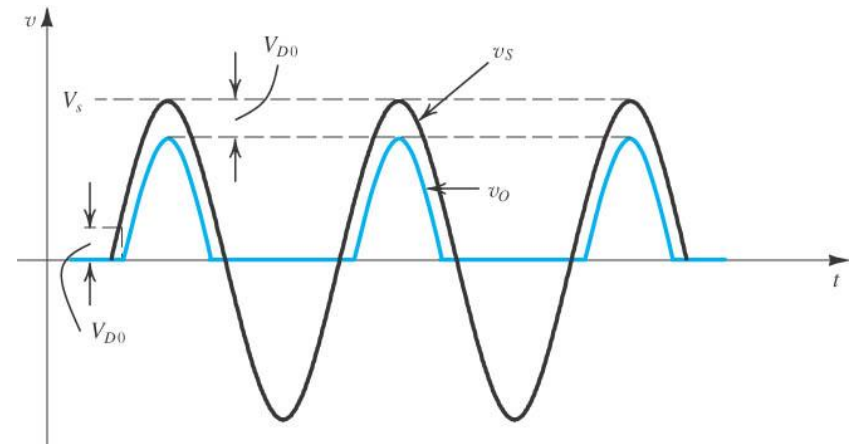
- Η δίοδος αρχίζει να άγει σε γωνία $\Theta = \sin^{-1}(V_{D0}/V_s)$ και άγει συνολικά μέσα σε γωνία $(\pi - 2\Theta)$.
- Η μέση τιμή της v_O είναι $V_O = (1/\pi)V_s - V_{D0}/2$.
- Η τιμή κορυφής του ρεύματος είναι $(V_s - V_{D0})/R$.



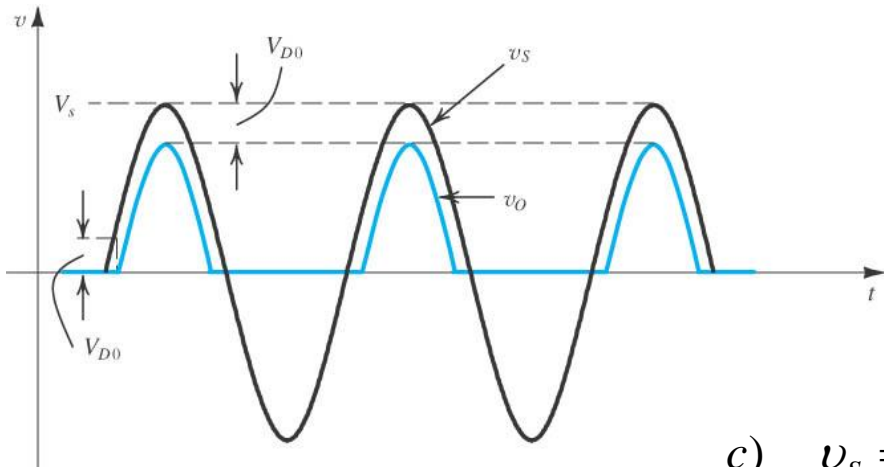
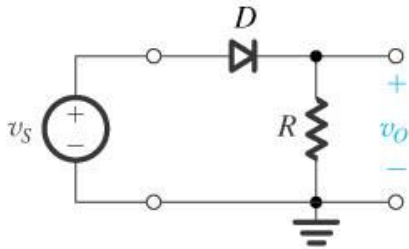
Λύση:

$$a) \quad V_s \sin \Theta = V_{D0} \Rightarrow \sin \Theta = \frac{V_{D0}}{V_s} \Rightarrow \Theta = \sin^{-1} \left(\frac{V_{D0}}{V_s} \right)$$

Η δίοδος παύει να άγει για $\pi - \Theta \Rightarrow$
Ολική αγώγιμη γωνία = $(\pi - \Theta) - \Theta = \pi - 2\Theta$



Άσκηση 2 (2/2)



$$b) \quad v_O = v_S - V_{D0} = V_s \sin \theta - V_{D0}$$

$$V_O = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (V_s \sin \theta - V_{D0}) d\theta =$$

$$= \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} (V_s \sin \theta - V_{D0}) d\theta =$$

$$= \frac{V_s}{2\pi} \int_0^{\pi} \sin \theta d\theta - \frac{V_{D0}}{2\pi} \int_0^{\pi} d\theta =$$

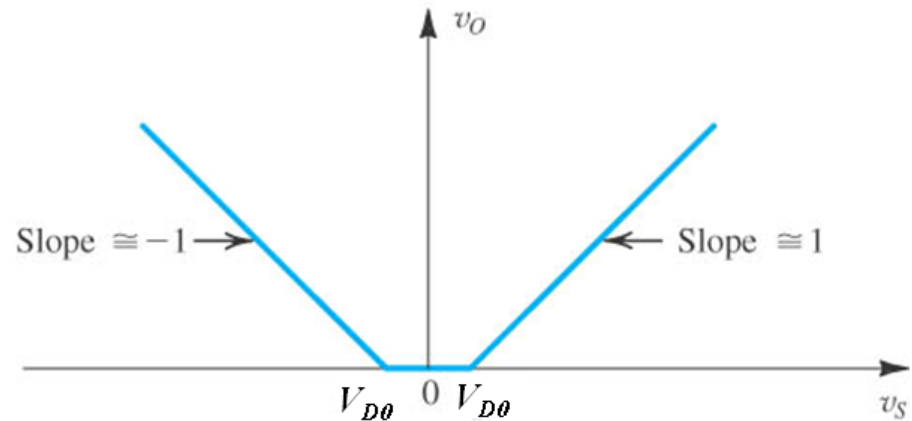
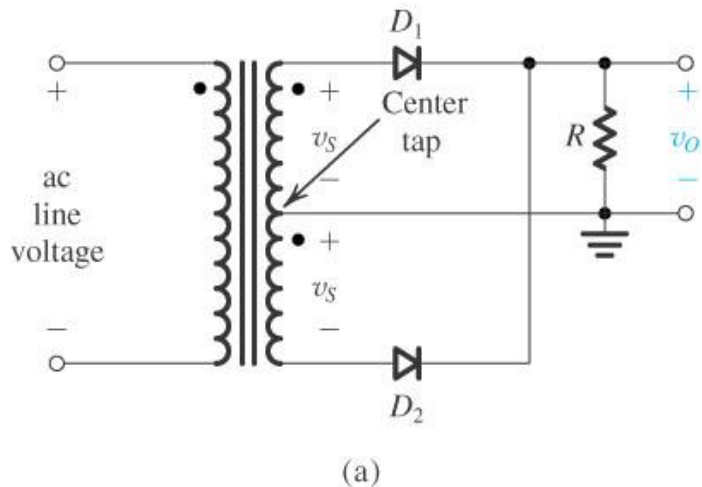
$$= \frac{V_s}{2\pi} 2 \cos \Theta - \frac{V_{D0}}{2\pi} \pi \approx \frac{V_s}{\pi} - \frac{V_{D0}}{2}$$

$$c) \quad v_S = V_{D0} + i_D R \Rightarrow i_D = \frac{v_S - V_{D0}}{R} \Rightarrow I_d = \frac{V_s - V_{D0}}{R}$$

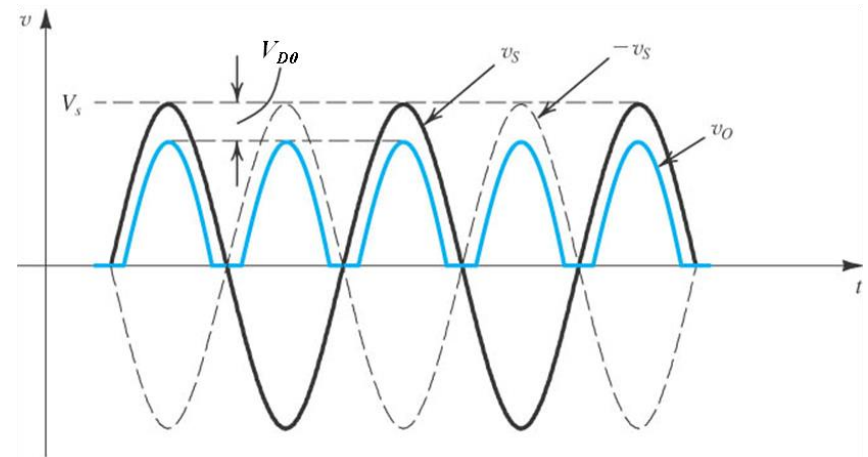
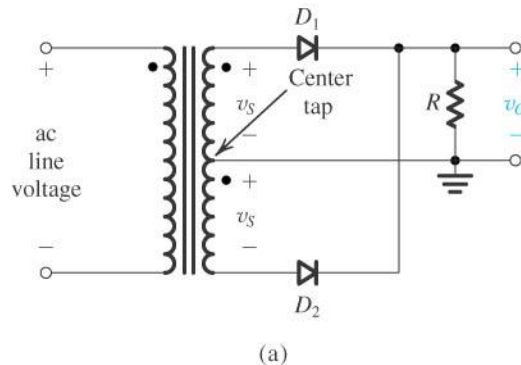


Ανορθωτής Πλήρους Κύματος ή Πλήρης Ανορθωτής (1/2)

Χαρακτηριστική μεταφοράς
του ανορθωτή πλήρους κύματος



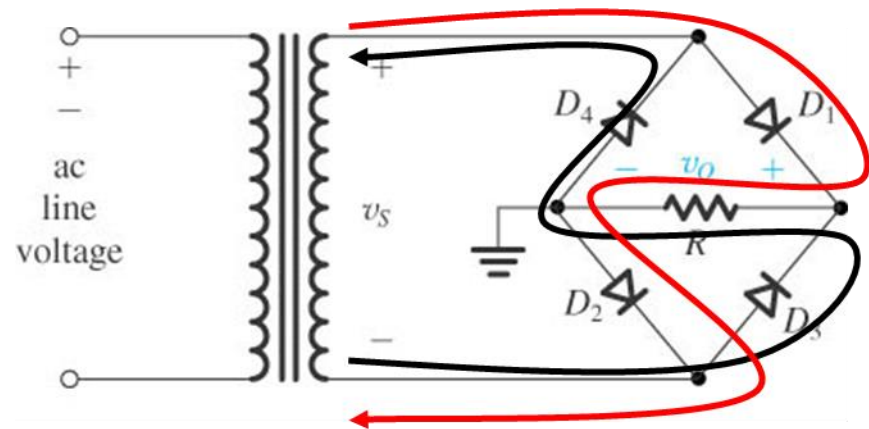
Ανορθωτής Πλήρους Κύματος ή Πλήρης Ανορθωτής (2/2)



$$PIV = (V_s - V_{D0}) + V_s = 2V_s - V_{D0}$$

Ανορθωτής Γέφυρας (1/2)

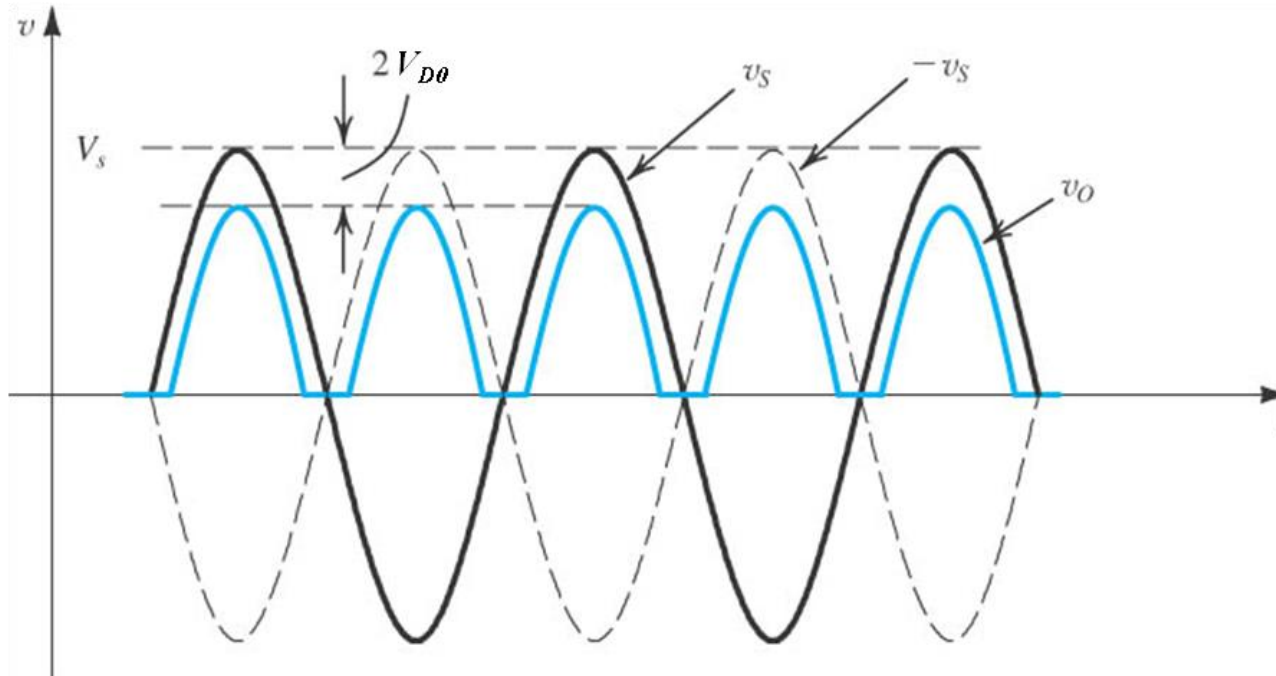
Δεν χρειάζεται μετασχηματιστής με μεσαία λήψη.



$$v_{D3}(\text{ανάστροφη}) = v_o + v_{D2}(\text{ορθή}) \Rightarrow$$

$$PIV = V_s - 2V_{D0} + V_{D0} = V_s - V_{D0}$$

Ανορθωτής Γέφυρας (2/2)



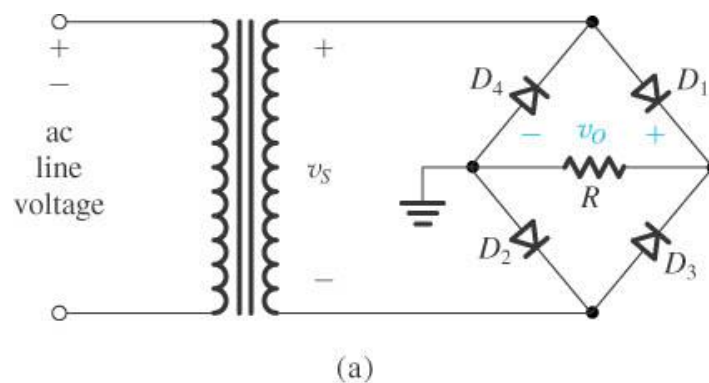
- Πλεονεκτήματα:
- Μικρό PIV
- Περίπου μισές σπείρες δευτερεύοντος



Άσκηση 3

Για τον ανορθωτή γέφυρας του σχήματος, θεωρώντας για τις διόδους το μοντέλο σταθερής τάσης, να υπολογιστούν:

- το ποσοστό της περιόδου κατά το οποίο η τάση εξόδου v_o παραμένει μηδενική και
- η μέση τιμή της v_o , όταν στην είσοδο εφαρμόζεται ημιτονικό σήμα τάσης.

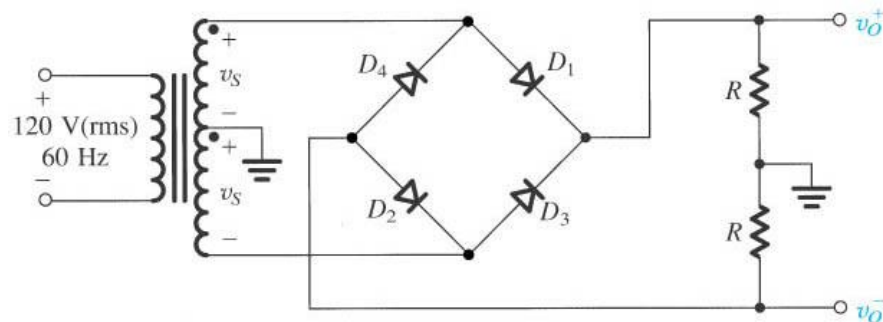


Άσκηση 4

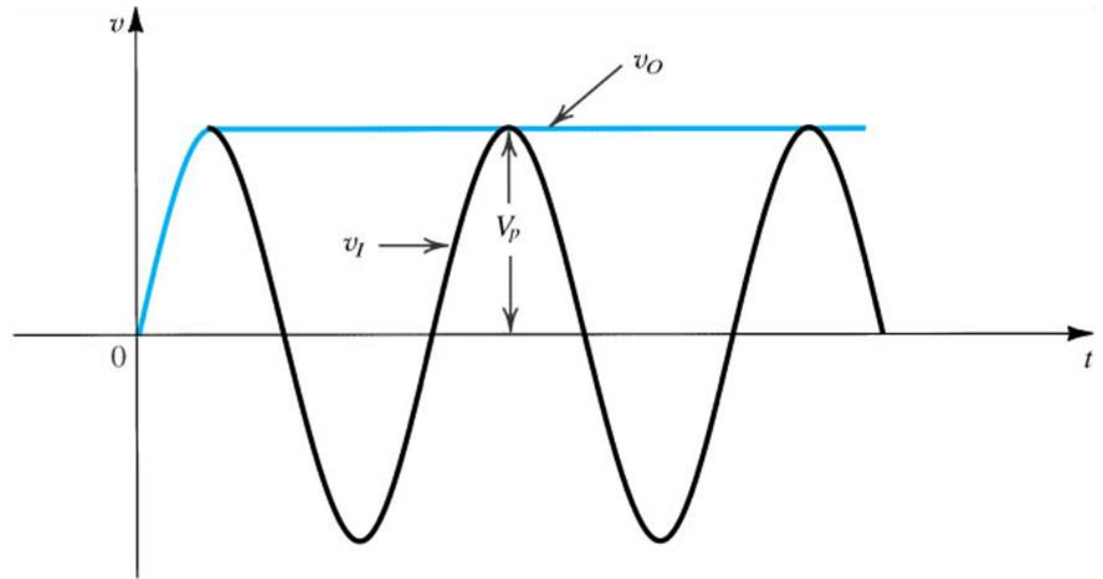
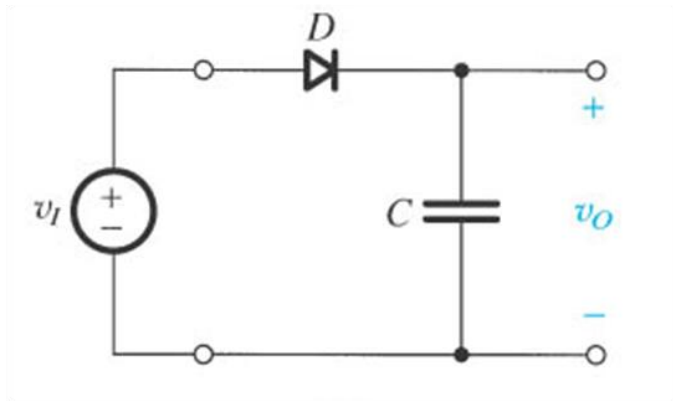
Το κύκλωμα του σχήματος υλοποιεί έναν ανορθωτή συμπληρωματικής εξόδου.

Σχεδιάστε τις κυματομορφές εξόδου v_o^+ και v_o^- .

Θεωρείστε για τις διόδους το μοντέλο σταθερής τάσης με $V_D = 0,7V$. Αν η μέση τιμή της τάσης για κάθε έξοδο πρέπει να είναι $15V$, να υπολογιστεί το πλάτος του ημιτόνου στα δευτερεύοντα τυλίγματα του μετασχηματιστή. Ποιο είναι το PIV για κάθε δίοδο;



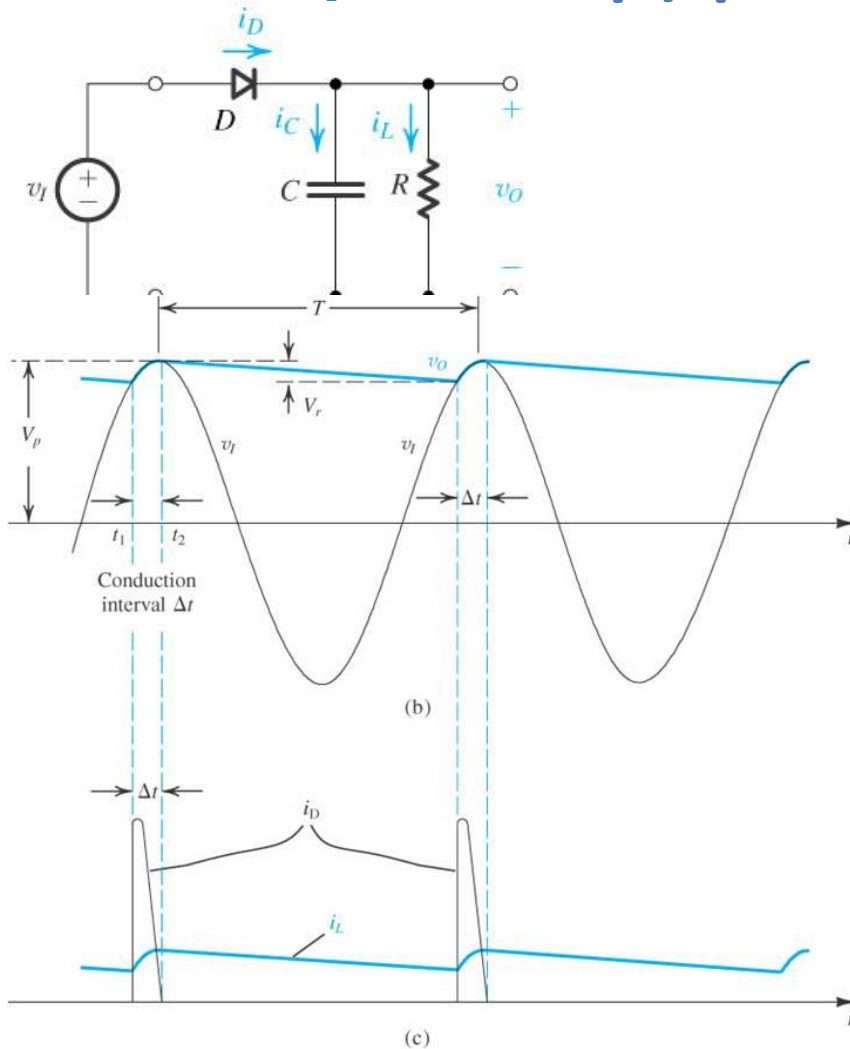
Ανορθωτής με Φίλτρο Πυκνωτή



Χρησιμοποιείται πυκνωτής για μείωση της κυμάτωσης.

Ιδανική δίοδος και ιδανικός πυκνωτής.

Ανορθωτής με Φίλτρο RC (1/3)



Ιδανική δίοδος και $RC \gg T$.

$$i_L = \frac{v_O}{R}$$

$$i_D = i_C + i_L = C \frac{dv_I}{dt} + i_L$$

Η δίοδος άγει κατά Δt όπου :

$$t_1 \rightarrow v_I = v_O$$

$$t_2 \rightarrow v_I = V_p \Rightarrow i_D = 0$$

$$\approx T \rightarrow v_O = V_p - V_r$$

$$V_r \ll V_p \Rightarrow v_O \approx \text{σταθ.} \Rightarrow \text{DC} \quad I_L \approx \frac{V_p}{R}$$

$$\text{ή ακριβέστερα } V_O = V_p - \frac{1}{2} V_r$$

Ανορθωτής με Φίλτρο RC (2/3)

Υπολογισμός του ρεύματος της διόδου

Κατά την αποκοπή:

$$v_o = V_p e^{-t/RC}$$

στο τέλος της εκφόρτισης:

$$V_p - V_r \approx V_p e^{-T/RC}$$

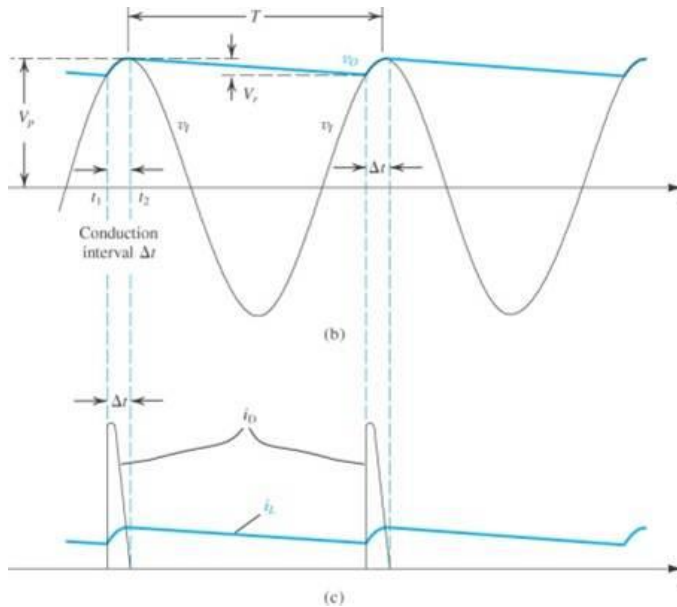
$$\text{για } RC \gg T \Rightarrow e^{-T/RC} \approx 1 - \frac{T}{RC} \Rightarrow V_r \approx V_p \frac{T}{RC} = \frac{V_p}{fRC}$$

$$V_p \cos(\omega\Delta t) = V_p - V_r$$

για μικρά ($\omega\Delta t$)

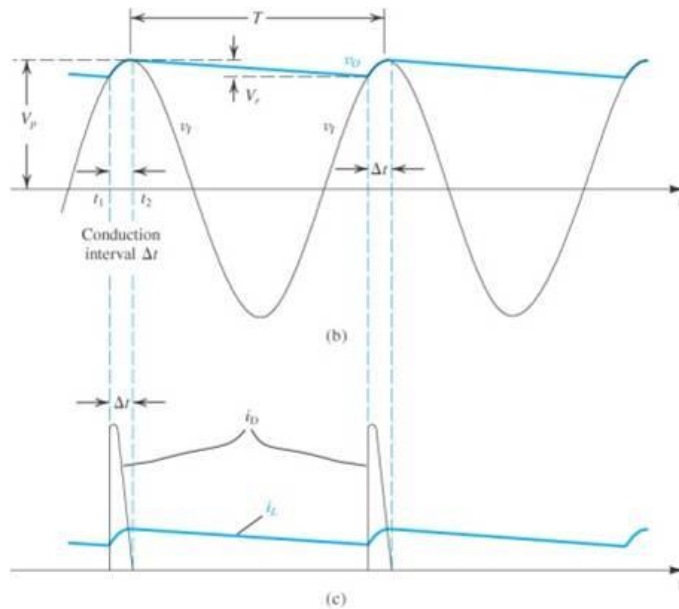
$$\cos(\omega\Delta t) \approx 1 - \frac{1}{2}(\omega\Delta t)^2$$

$$\omega\Delta t \approx \sqrt{2V_r / V_p}$$



Ανορθωτής με Φίλτρο RC (3/3)

Ο αγώγιμος χρόνος Δt
υπολογίζεται από την:



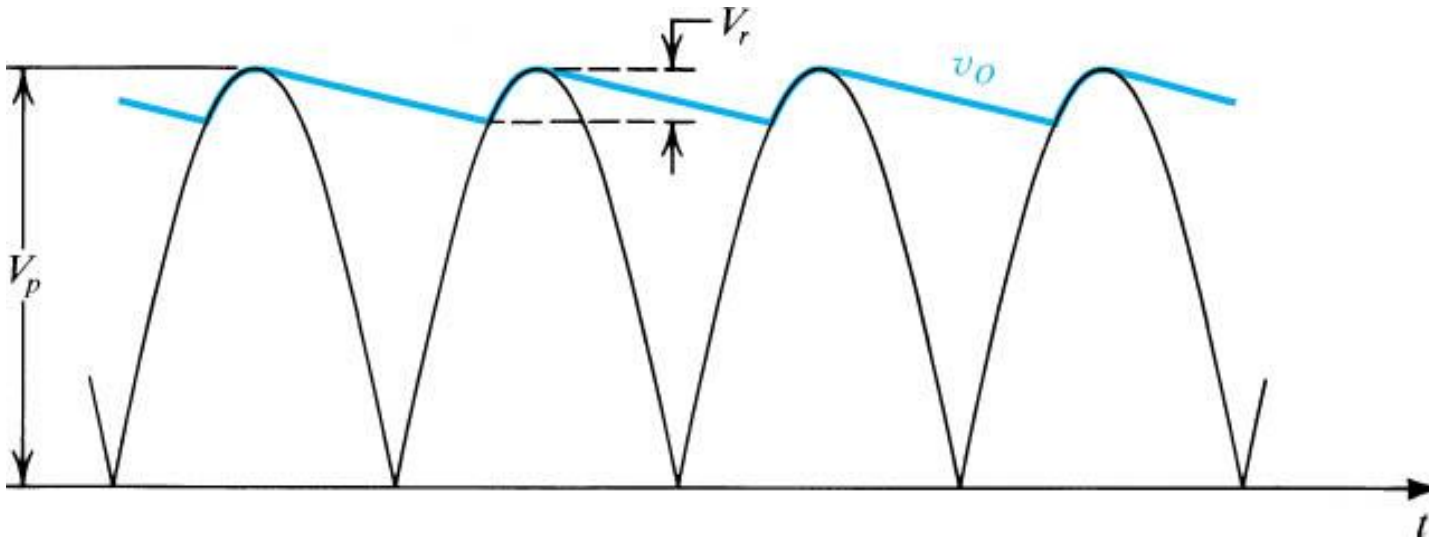
$$Q_{sup} = i_{Cav} \Delta t$$

$$Q_{lost} = C V_r$$

$$i_{Dav} = I_L (1 + \pi \sqrt{2V_p / V_r})$$

$$i_{Dmax} = I_L (1 + 2\pi \sqrt{2V_p / V_r}) \approx 2i_{Dav}$$

Ανορθωτής κορυφής πλήρους κύματος (1/2)



Σε σύγκριση με τον ανορθωτή κορυφής ημικύματος: $V_r = \frac{V_p}{2fRC}$

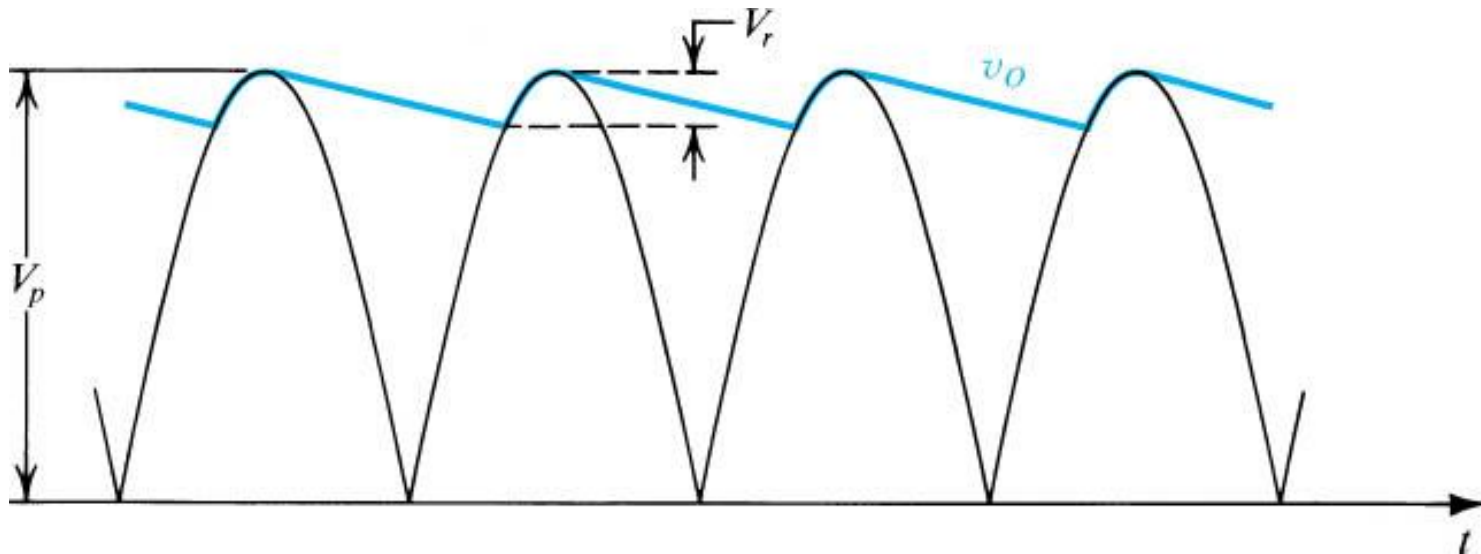
- Απαιτείται πυκνωτής με τη μισή χωρητικότητα. $i_{Dav} = I_L(1 + \pi\sqrt{V_p / 2V_r})$
- Το ρεύμα σε κάθε δίοδο είναι περίπου το μισό. $i_{Dmax} = I_L(1 + 2\pi\sqrt{V_p / 2V_r})$



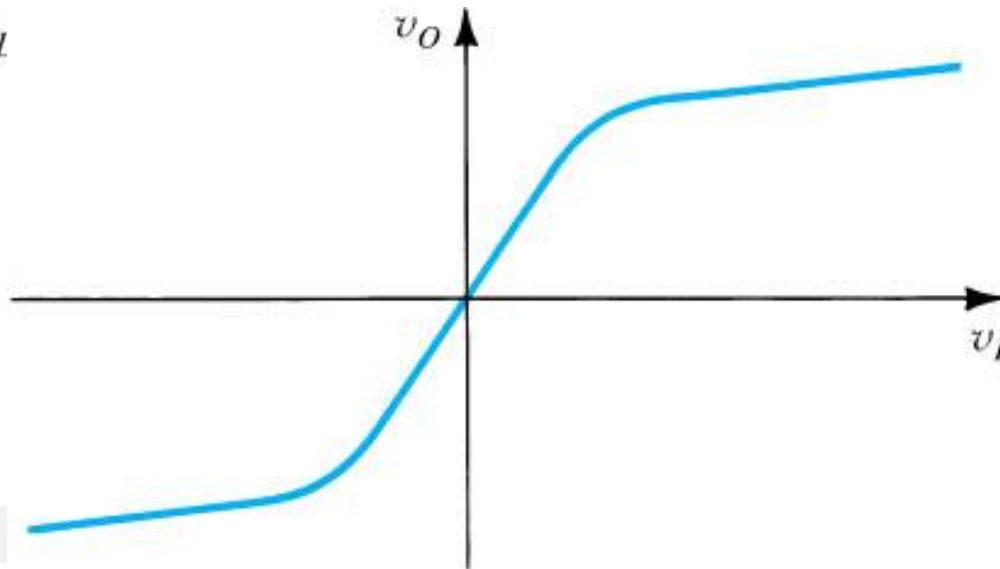
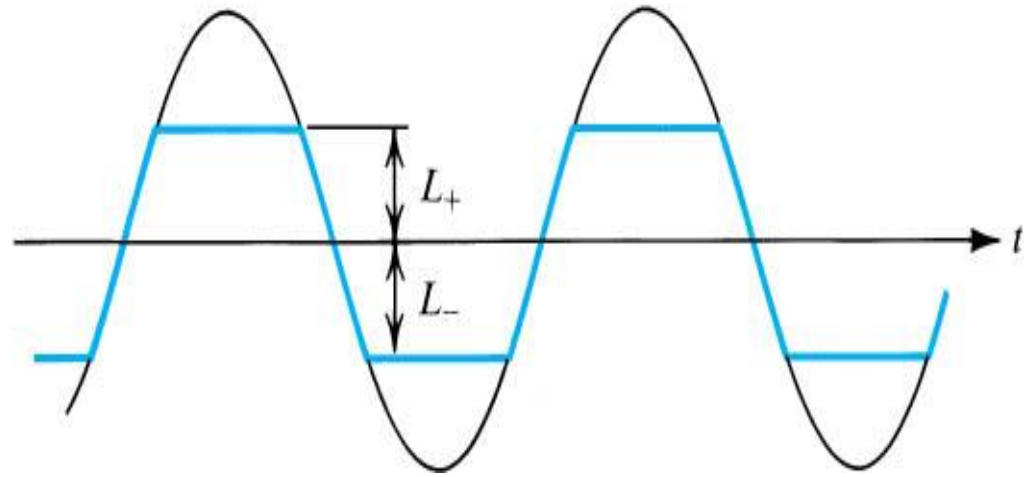
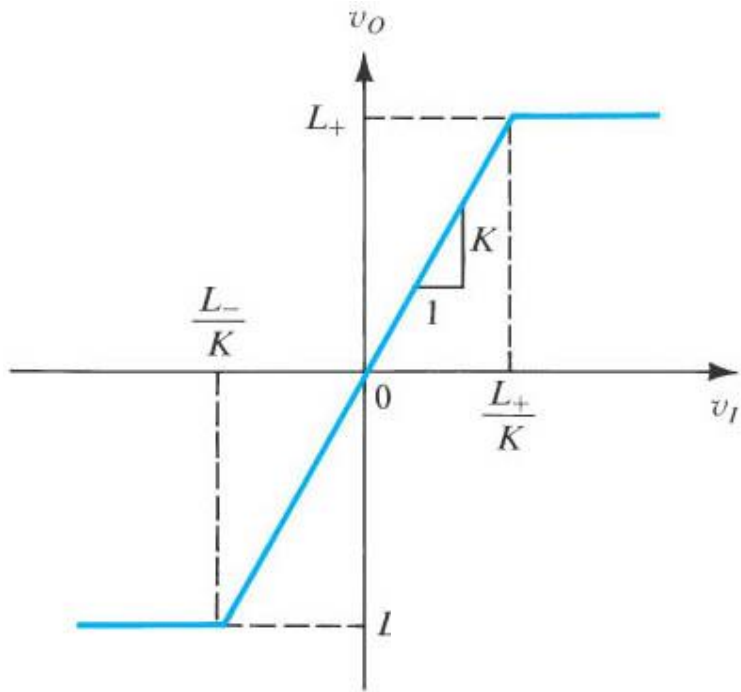
Ανορθωτής κορυφής πλήρους κύματος (2/2)

Εφαρμογές:

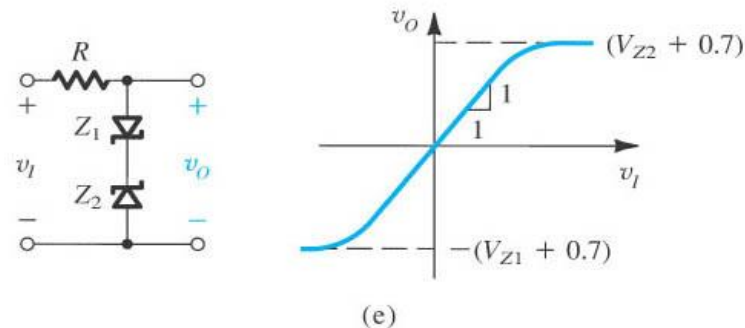
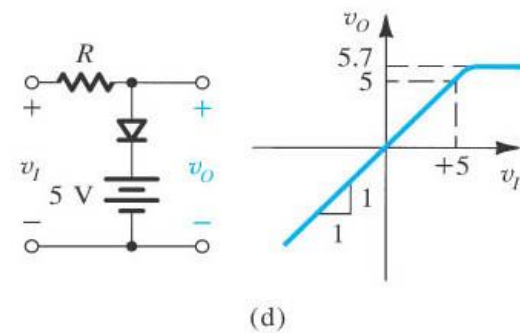
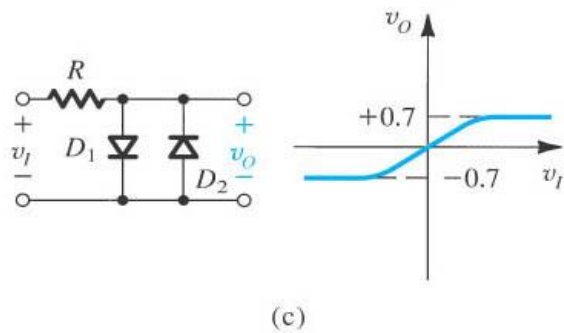
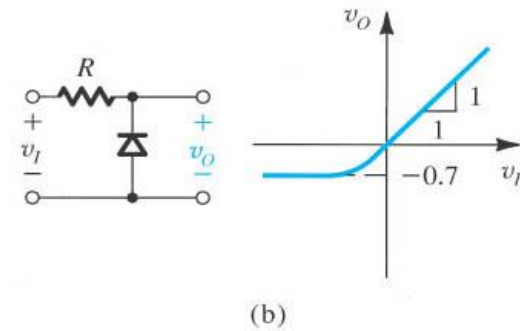
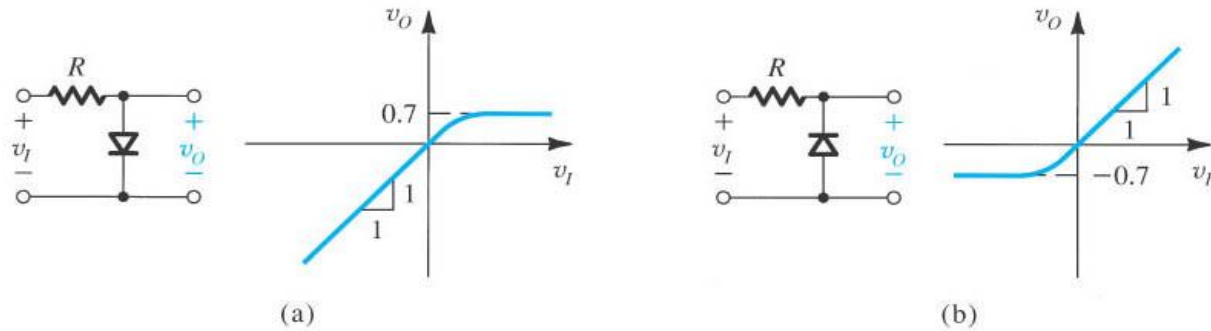
- Φωρατής κορυφής (Peak Detector)
- Αποδιαμορφωτής AM



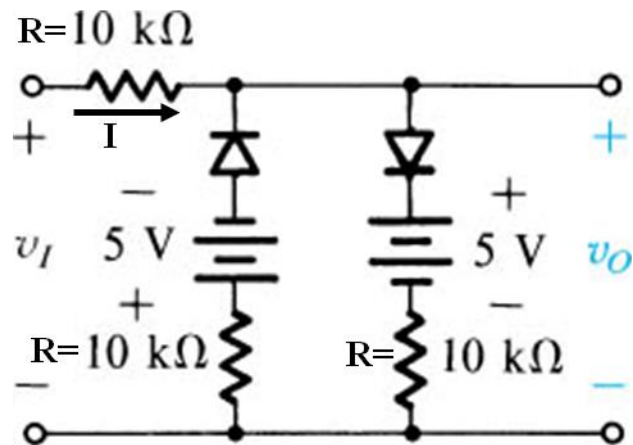
Περιορισμός ή Ψαλιδισμός



Κυκλώματα Περιορισμού – Ψαλιδισμού



Άσκηση 5 (1/2)



Να σχεδιαστεί η χαρακτηριστική μεταφοράς του κυκλώματος αν οι δίοδοι θεωρηθούν ιδανικές



Άσκηση 5 (2/2)

Λύση:

- για $-5V \leq v_1 \leq 5V$

δεν άγει κανένας κλάδος $\Rightarrow v_o = v_1$

- για $v_1 \geq 5V$

άγει ο δεύτερος κλάδος \Rightarrow

$$v_1 = IR + 5V + IR \Rightarrow I = \frac{v_1 - 5V}{2R}$$

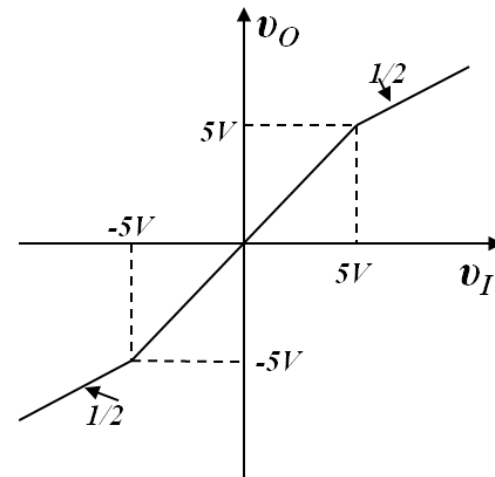
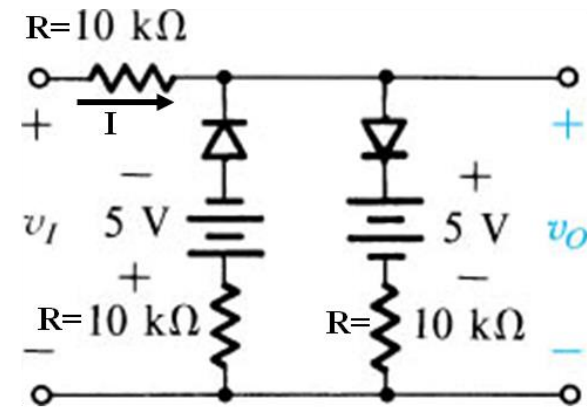
$$v_o = 5V + IR \Rightarrow v_o = \frac{v_1}{2} + 2,5V \Rightarrow \text{κλίση} = \frac{\Delta v_o}{\Delta v_1} = \frac{1}{2}$$

- για $v_1 \leq -5V$

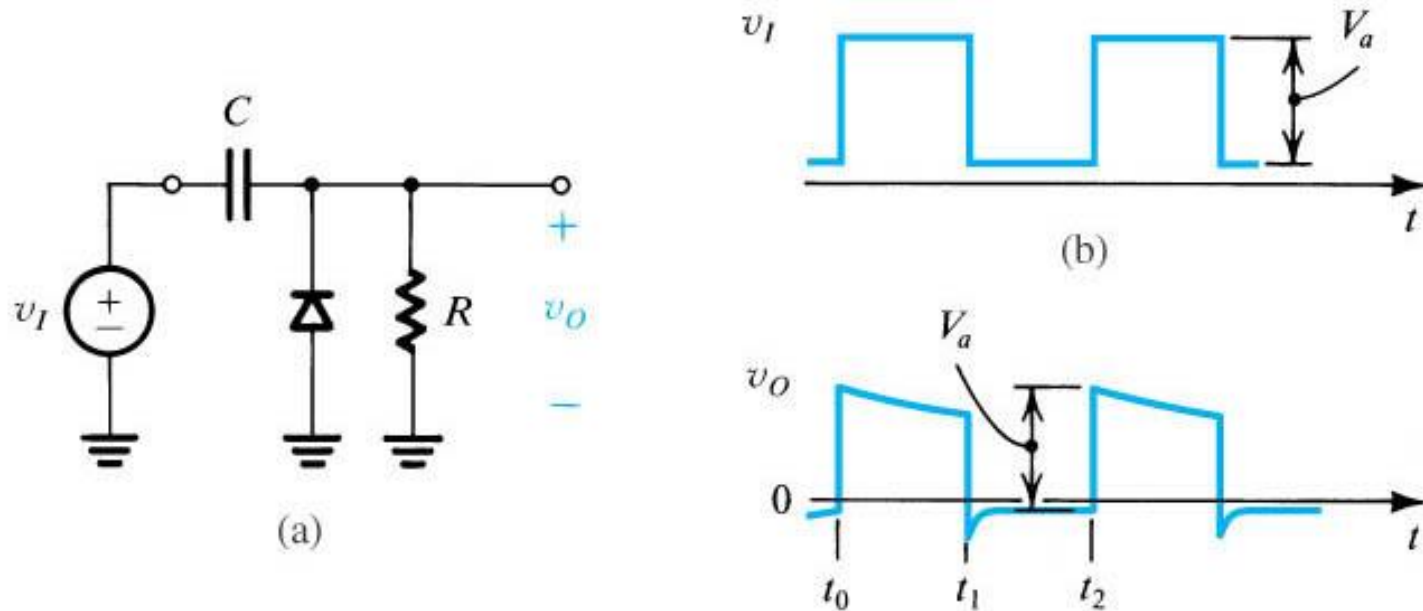
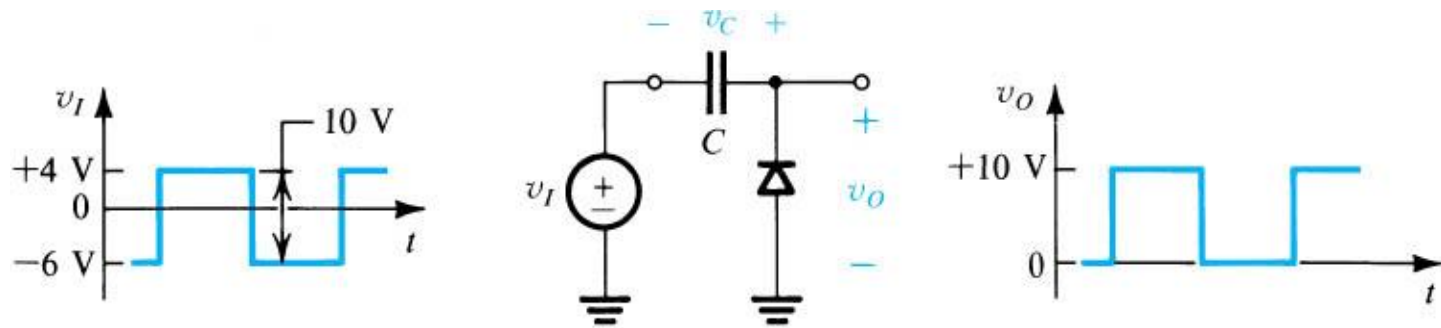
άγει ο πρώτος κλάδος \Rightarrow

$$v_1 = IR - 5V + IR \Rightarrow I = \frac{v_1 + 5V}{2R}$$

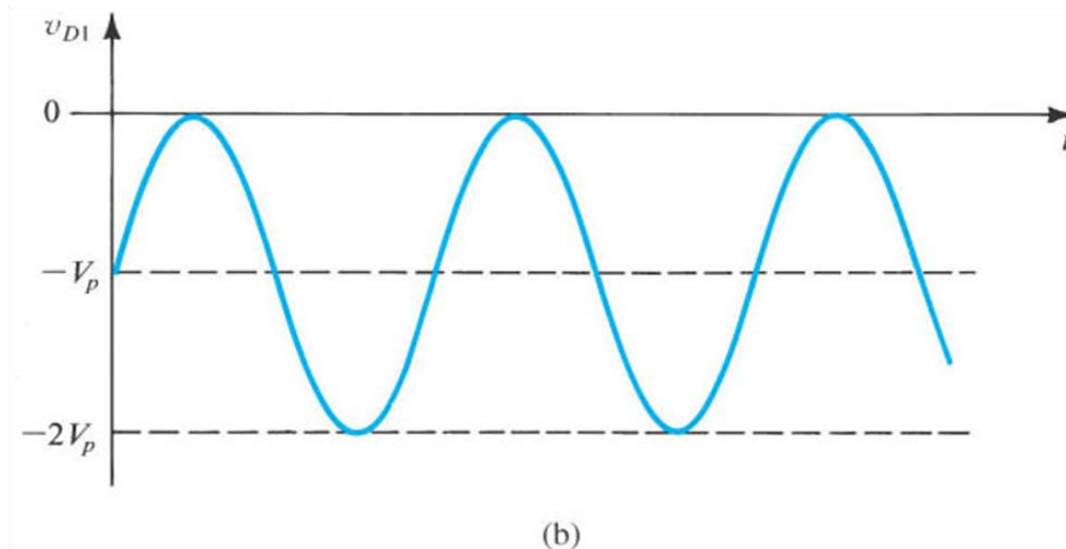
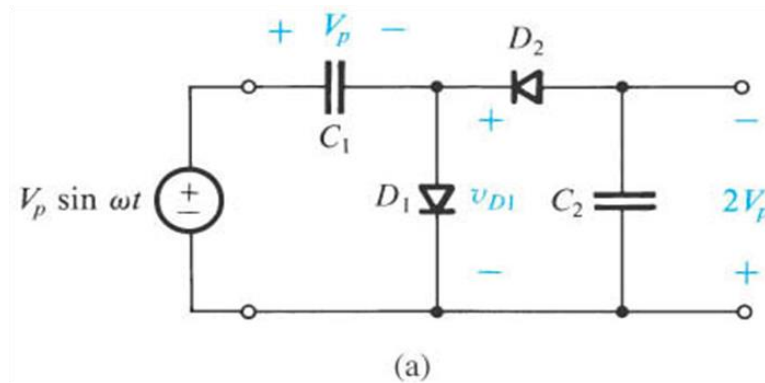
$$v_o = -5V + IR \Rightarrow v_o = \frac{v_1}{2} - 2,5V \Rightarrow \text{κλίση} = \frac{\Delta v_o}{\Delta v_1} = \frac{1}{2}$$



Αποκατάσταση συνεχούς τάσης



Διπλασιασμός Τάσης



Τέλος Ενότητας



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.01.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Αραπογιάννη Αγγελική 2014. «Ηλεκτρονική. Ενότητα 3: Δίοδοι». Έκδοση: 1.01. Αθήνα 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:

<http://opencourses.uoa.gr/courses/DI4/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.



Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

