

- Κυκλώματα Ψαλιδιστών με Διόδους
- Σταθεροποίηση Τάσης με δίοδο Zener
- Λογικά Κυκλώματα με Διόδους
- Κυκλώματα Ημιανόρθωσης
- Κυκλώματα Ανόρθωσης Πλήρους Κύματος
- Διακοπτικές Βαθμίδες Ελέγχου

Λευτέρης Καπετανάκης

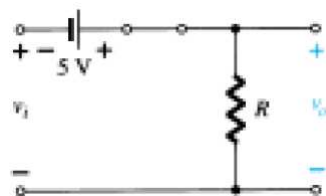
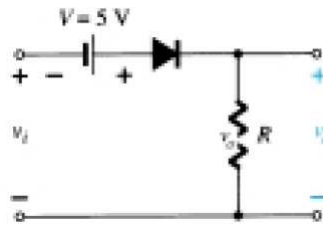
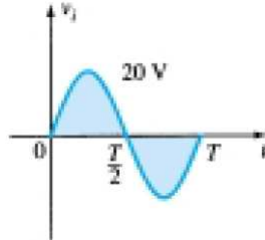


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
Ηλεκτρονικών Μηχανικών Τ.Ε.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Στις διαφάνειες των διαλέξεων χρησιμοποιείται διδακτικό υλικό το οποίο έχει δανειστεί από διάφορα εκπαιδευτικά βιβλία και διαδικτυακές σελίδες. Ο εισηγητής δεν έχει καμιά αξίωση κατοχής του υλικού αυτού και το χρησιμοποιεί μόνο για λόγους διδασκαλίας εντός της τάξης. Οι εικόνες και οι πίνακες είναι κτήμα διαφόρων συγγραφέων και παρέχονται στον αντίστοιχο δικτυότοπό τους.

Κυκλώματα Ψαλιδιστών (Clippers) με Διόδους : σειριακά κυκλώματα

Προσδιορίστε την κυματομορφή εξόδου για το κάτω δίκτυο.



$$v_o = v_i + 5 \text{ V.}$$

$$I = (v_i + 5\text{V})/R$$

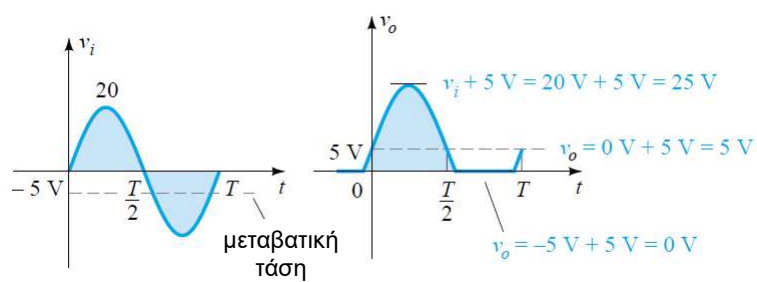
$$I = 0 \Rightarrow v_i = -5\text{V}$$

Για $v_i < -5\text{V} \Rightarrow$ η δίοδος είναι "OFF"

Για $v_i > -5\text{V} \Rightarrow$ η δίοδος είναι "ON"

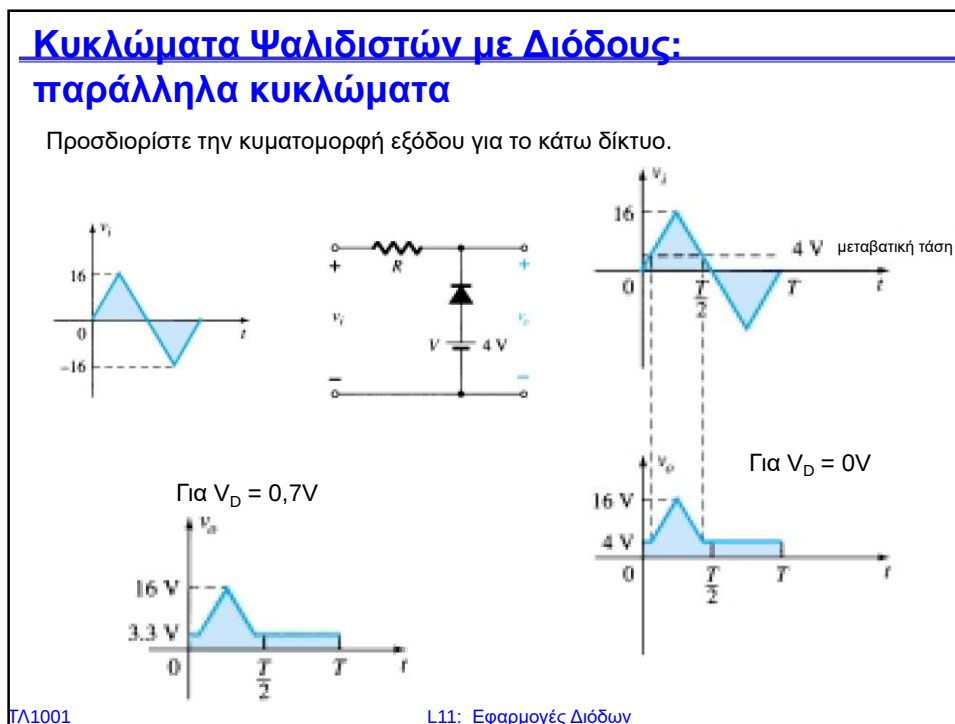
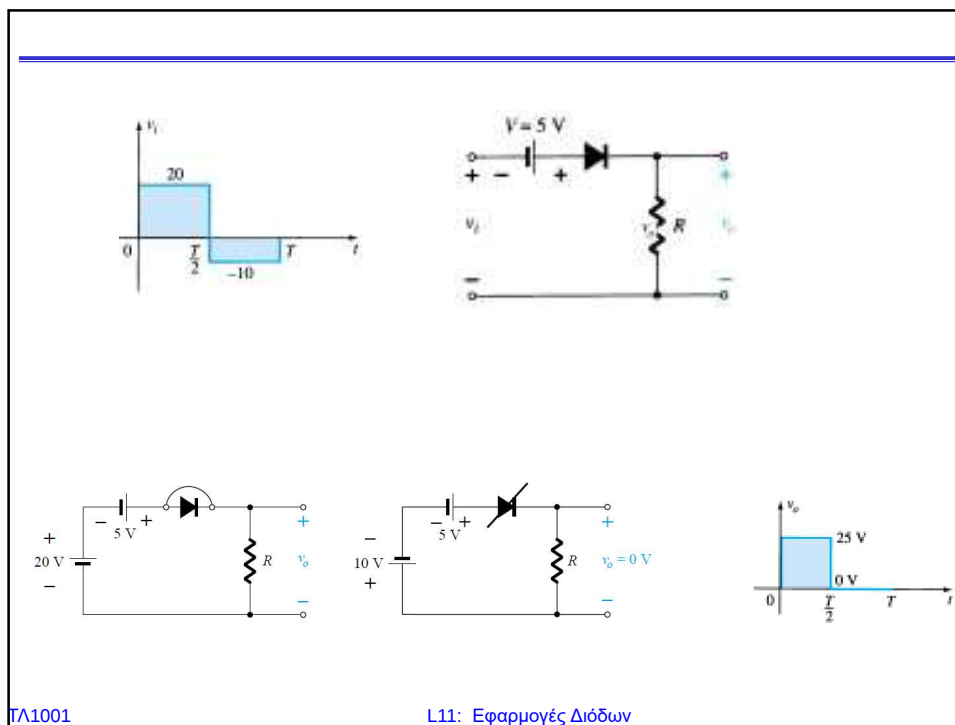
ΤΛ1001

L11: Εφαρμογές Διοδών

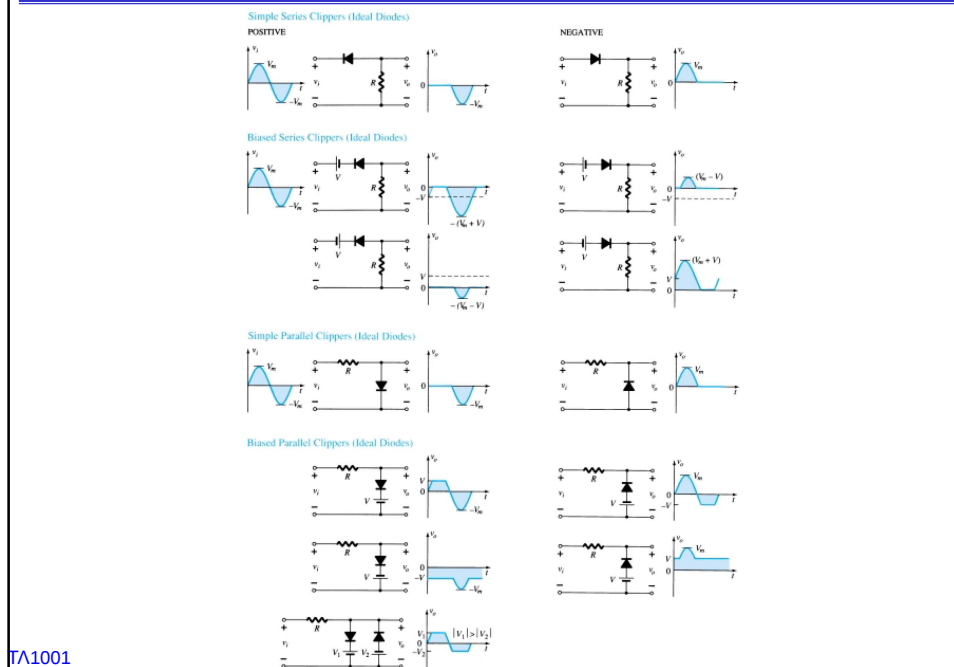


ΤΛ1001

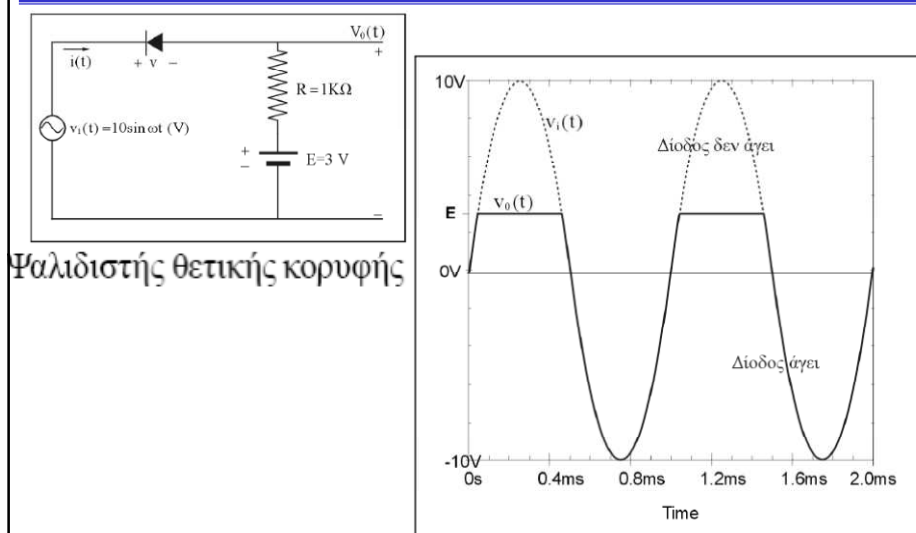
L11: Εφαρμογές Διοδών



Κυκλώματα Ψαλιδιστών με Διόδους



Κυκλώματα Ψαλιδιστών με Διόδους

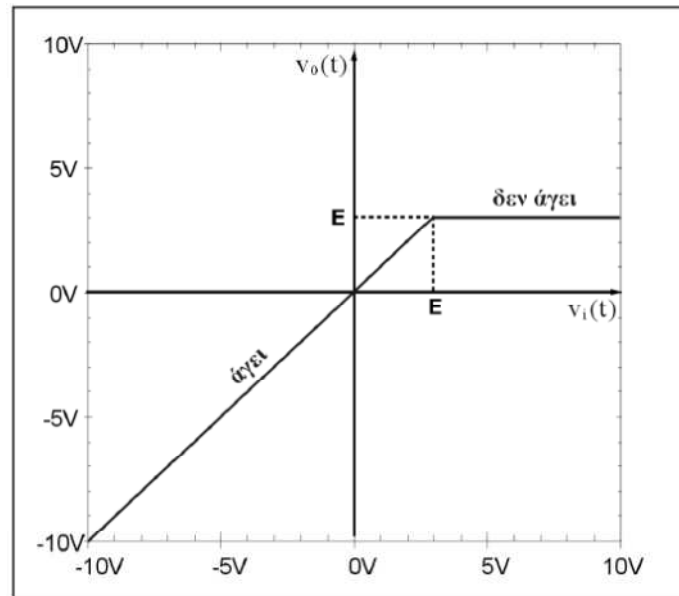


Σήματα εισόδου και εξόδου του ψαλιδιστή

TA1001

L11: Εφαρμογές Διόδων

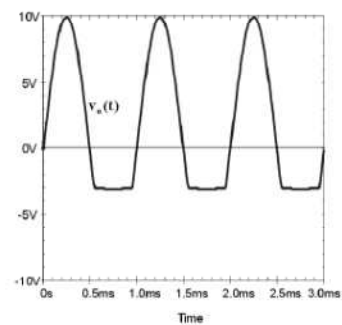
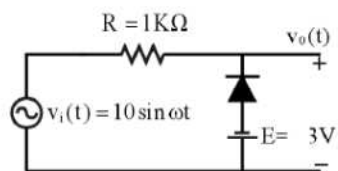
Χαρακτηριστικές Μεταφοράς Κυκλώματος



ΤΛ1001

L11: Εφαρμογές Διόδων

**Ψαλιδιστής
μιας
κορυφής**

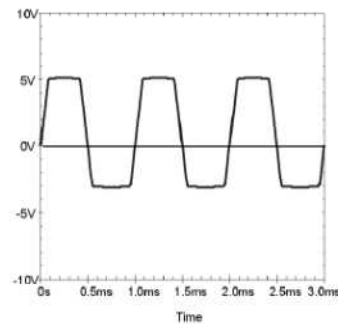
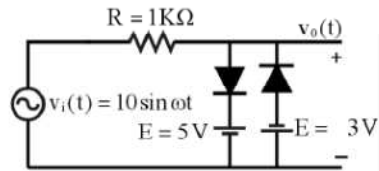


Πρόκειται για παράλληλο ψαλιδιστή μιας κορυφής. Η ίδια τοπολογία μπορεί να λειτουργήσει και ως ψαλιδιστής θετικής κορυφής αρκεί να αναστρέψουμε τη δίοδο και την πηγή συνεχούς τάσης.

ΤΛ1001

L11: Εφαρμογές Διόδων

Ψαλλιδιστής δύο κορυφών

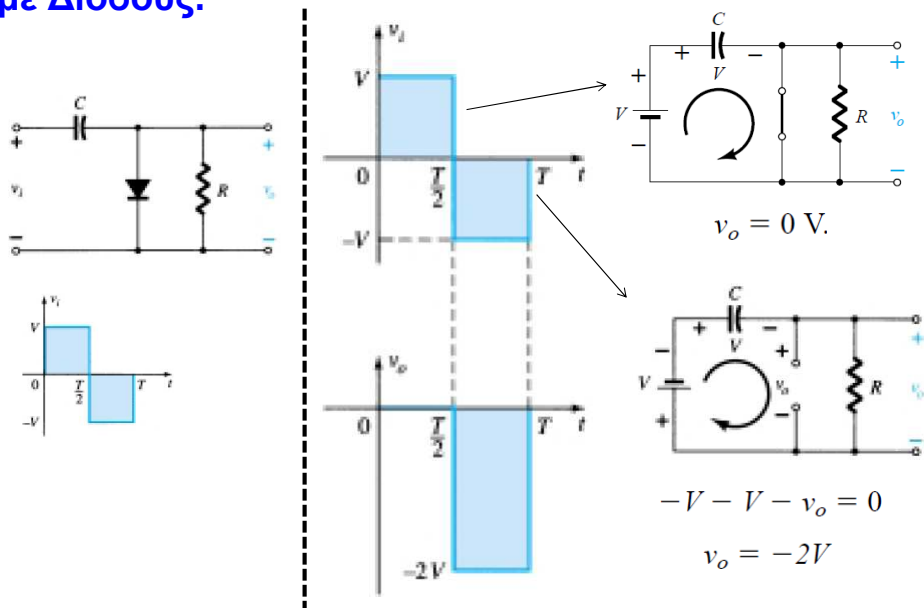


Στον ψαλλιδιστή δύο κορυφών το ύψος ψαλλιδισμού καθορίζεται από την τιμή που έχουν οι πηγές συνεχούς τάσης. Κατά το θετικό ήμισυ του σήματος και όταν $v_i(t) > 5V$ άγει η αριστερή δίοδος, οπότε, προκύπτει το θετικό ψαλλιδισμένο τμήμα της κυματομορφής εξόδου του σχ.4.7. Κατά το αρνητικό ήμισυ του σήματος και όταν $v_i(t) < -3V$ άγει η δεξιά δίοδος, οπότε, προκύπτει το αρνητικό ψαλλιδισμένο τμήμα της κυματομορφής εξόδου.

ΤΛ1001

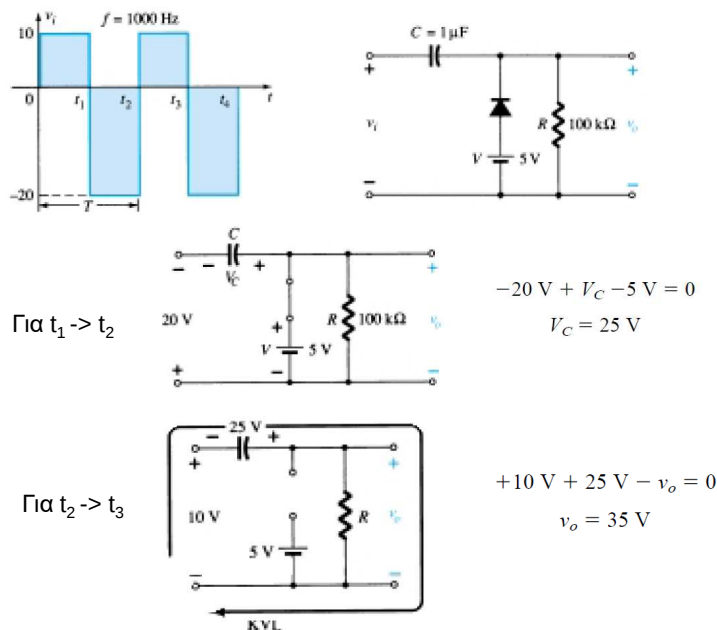
L11: Εφαρμογές Διόδων

Κυκλώματα μετατόπισης στάθμης (Clampers) με Διόδους.



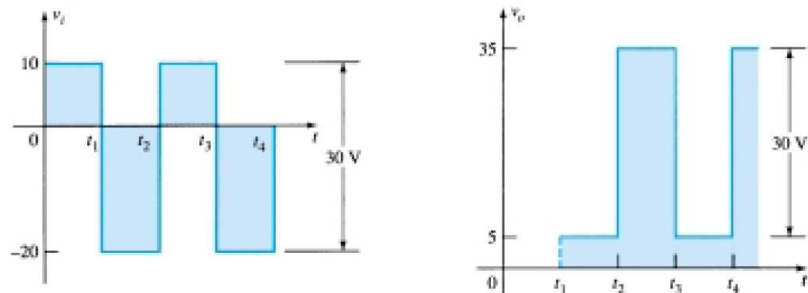
Η συνολική μετατόπιση της εξόδου είναι ίση με την ολική μετατόπιση του σήματος εισόδου.

Προσδιορίστε το V_o για το κάτω δίκτυο:



ΤΛ1001

L11: Εφαρμογές Διόδων



$$\tau = RC = (100 \text{ k}\Omega)(0.1 \text{ }\mu\text{F}) = 0.01 \text{ s} = 10 \text{ ms}$$

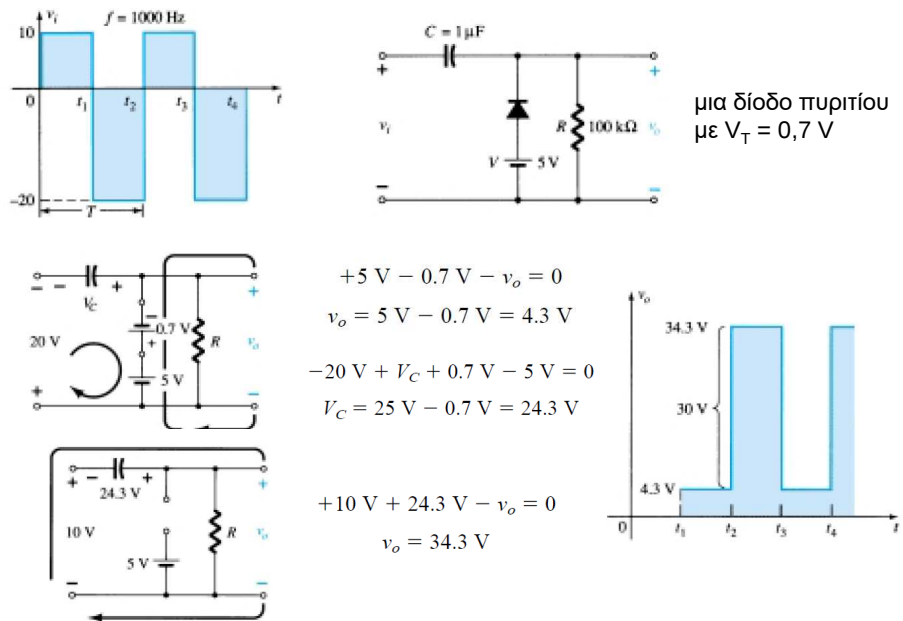
Ο συνολικός χρόνος εκφόρτισης του πυκνωτή είναι: $5\tau = 5(10 \text{ ms}) = 50 \text{ ms}$.

Επειδή ο χρόνος εκφόρτισης είναι 0,5 ms, είναι ασφαλώς μια καλή προσέγγιση ότι ο πυκνωτής θα κρατήσει την τάση του κατά τη διάρκεια της περιόδου εκφόρτισης μεταξύ των παλμών του σήματος εισόδου.

ΤΛ1001

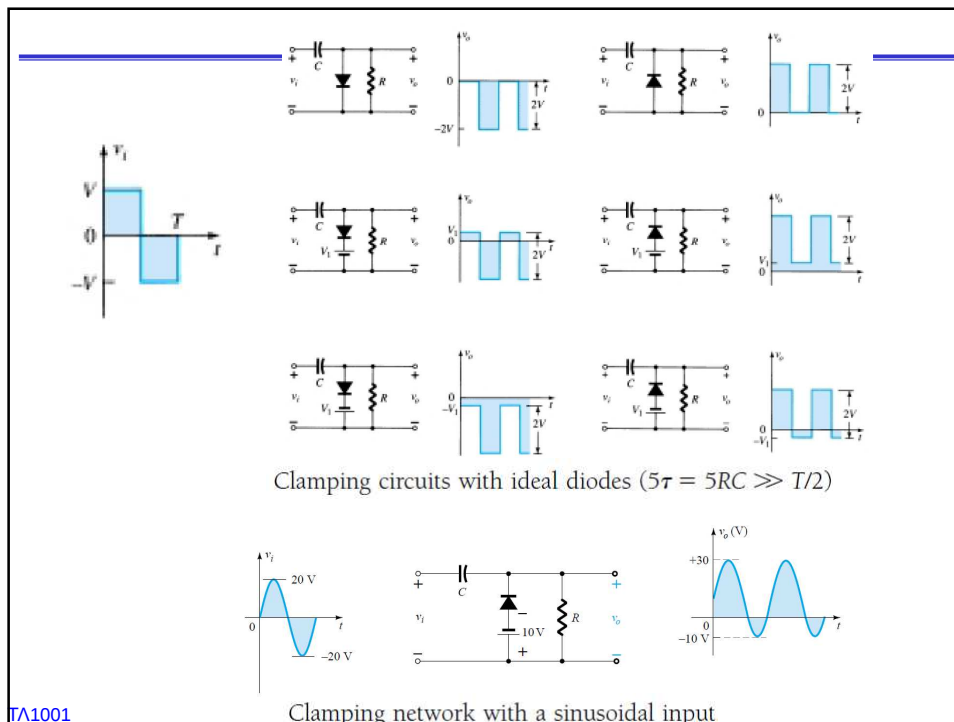
L11: Εφαρμογές Διόδων

Επαναλάβετε το παράδειγμα κάτω για μια δίοδο πυριτίου με $V_T = 0,7 \text{ V}$

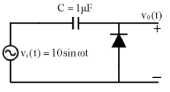
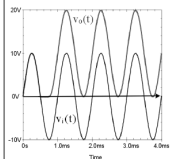
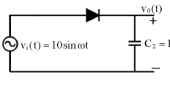
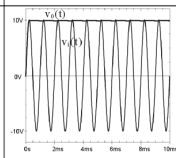
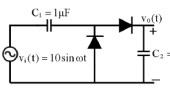
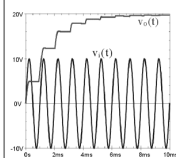


ΤΛ1001

L11: Εφαρμογές Διόδων

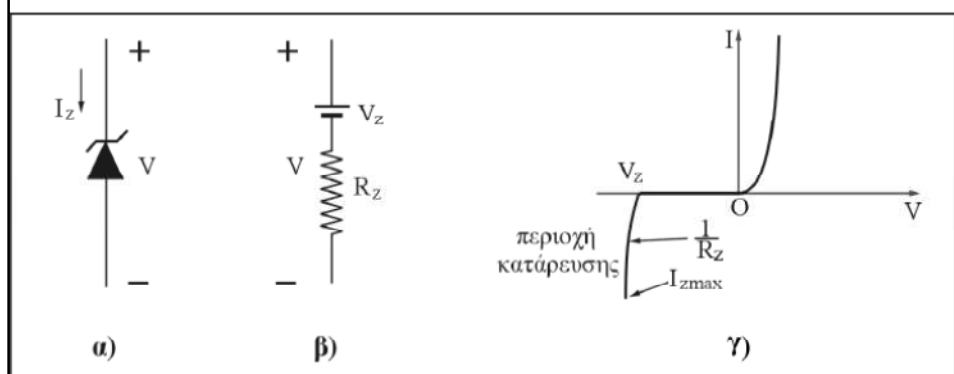


ΤΛ1001

Άλλες εφαρμογές διόδων		
Κύκλωμα αποκατάστασης συνεχούς συνιστώσας (clamping)	 Σχ.4.8	 Σχ.4.9
Κύκλωμα αναγνώρισης κορυφής (peak detector)	 Σχ.4.10	 Σχ.4.11
Κύκλωμα διπλασιασμού τάσης (voltage doubler)	 Σχ.4.12	 Σχ.4.13

ΤΛ1001

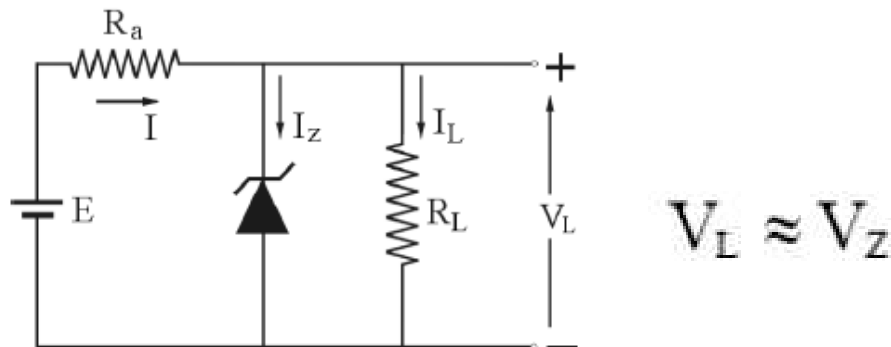
Σταθεροποίηση Τάσης με δίοδο Zener



ΤΛ1001

L11: Εφαρμογές Διόδων

Σταθεροποίηση Τάσης με δίοδο Zener



Η αντίσταση R_a στο σχήμα είναι η προστατευτική αντίσταση της Zener.

$$R_{a \max} = \frac{E - V_Z}{I_{L \max} + I_{Z \min}}$$

$$R_{a \min} = \frac{E - (V_Z + I_{Z \max} R_Z)}{I_{L \min} + I_{Z \max}}$$

ΤΛ1001

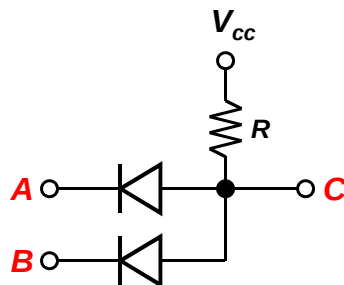
L11: Εφαρμογές Διόδων

Λογική Διόδου

- Οι δίοδοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να κάνουμε λογικές λειτουργίες :

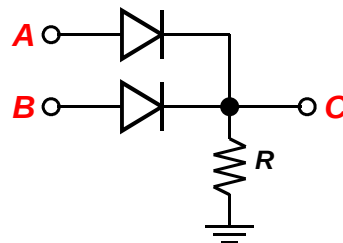
πύλη AND

Η τάση εξόδου είναι υψηλή μόνο όταν Α και Β είναι και τα δύο υψηλά



πύλη OR

Η τάση εξόδου είναι υψηλή αν Α and Β είναι ένα από τα δύο (ή και τα δύο) υψηλά

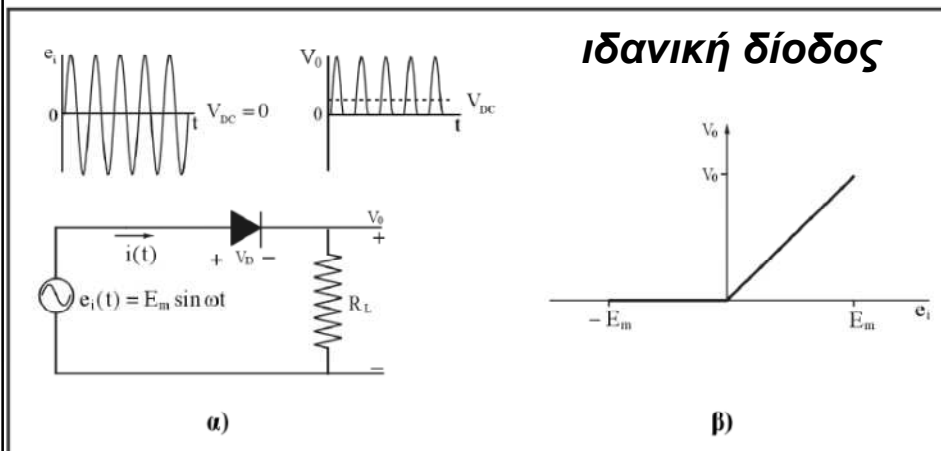


Είσοδοι Α και Β κυμαίνονται μεταξύ 0 Volts (“χαμηλό”) και V_{cc} (“υψηλό”) Μεταξύ ποιών επιπέδων τάσης κυμαίνεται το C ;

ΤΛ1001

L11: Εφαρμογές Διόδων

Κυκλώματα Ημιανόρθωσης



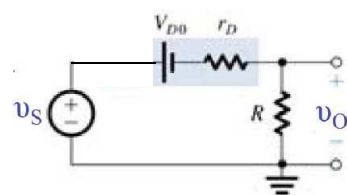
α) Κύκλωμα ημιανόρθωσης σήματος με δίοδο

β) Χαρακτηριστική μεταφοράς του κυκλώματος

ΤΛ1001

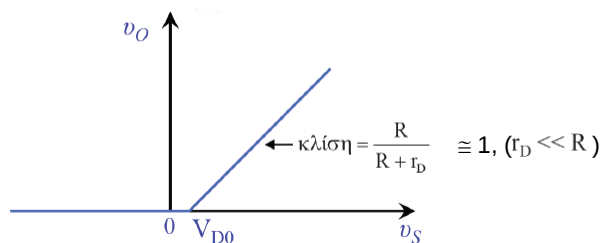
L11: Εφαρμογές Διόδων

Κυκλώματα Ημιανόρθωσης



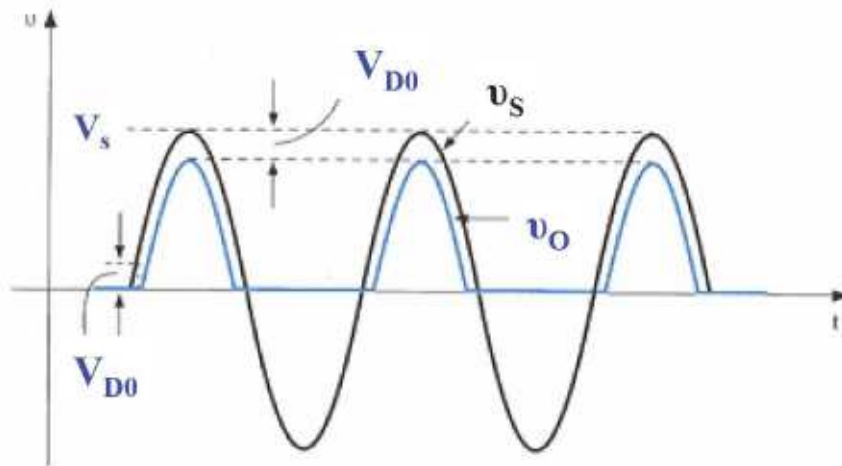
$$v_O = 0 \quad \text{όταν } v_S < V_{D0}$$

$$v_O = \frac{R}{R + r_D} (v_S - V_{D0}) \quad \text{όταν } v_S \geq V_{D0}$$



ΤΛ1001

L11: Εφαρμογές Διόδων



ΤΛ1001

L11: Εφαρμογές Διόδων

Μέγιστη Ανάστροφη Τάση - PIV

Είναι η μέγιστη αρνητική τάση που εφαρμόζεται στα άκρα της διόδου όταν δεν άγει.

$$PIV = V_s$$

Μέση Τιμή Τάσης

Είναι η τιμή που δείχνει ένα dc βολτόμετρο στην έξοδο του ημιανορθωτή.

$$V_{DC} = \frac{V_0}{\pi} = \frac{V_s - V_{D0}}{\pi}$$

Μέση Τιμή Ρεύματος

$$I_{DC} = \frac{I_0}{\pi} = \frac{V_0}{\pi R} = \frac{V_{DC}}{R}$$

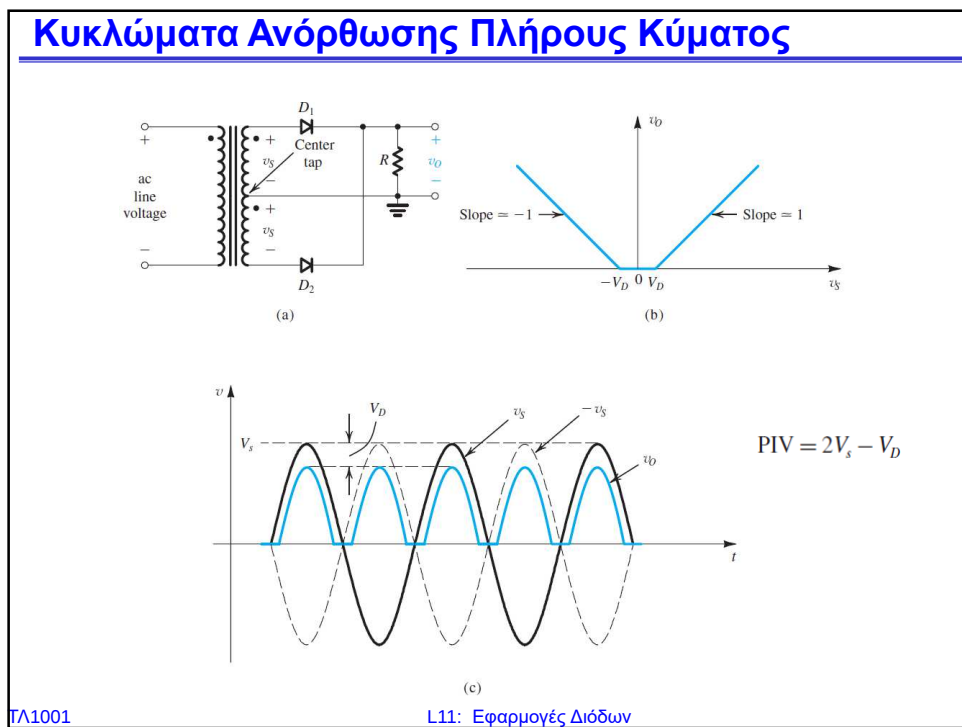
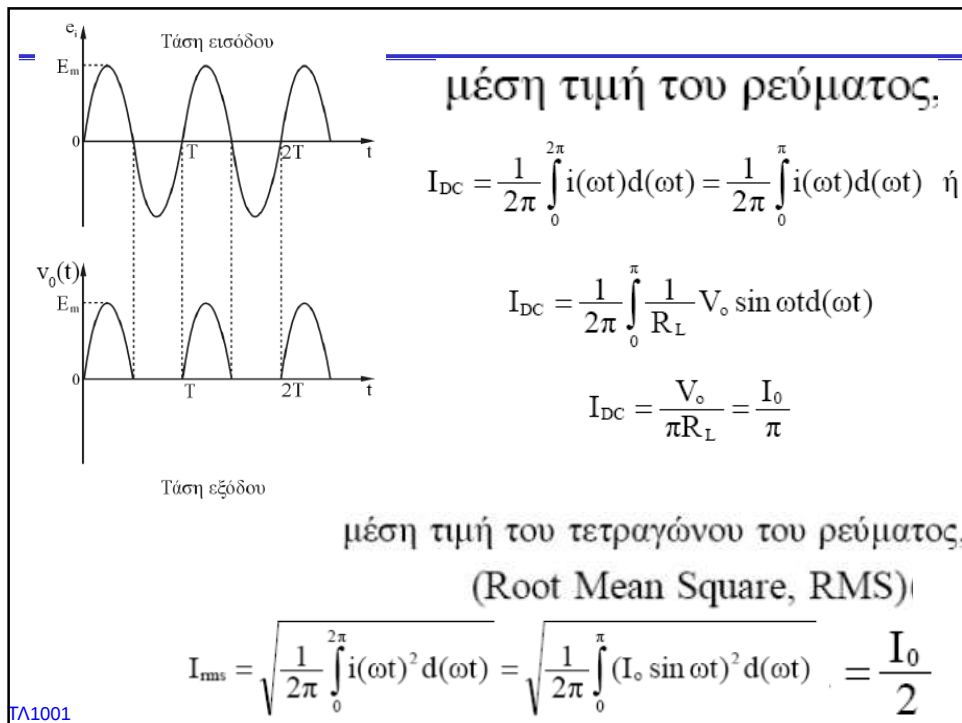
Ενεργός Τιμή τάσης/ρεύματος

$$V_{rms} = \frac{V_0}{2}$$

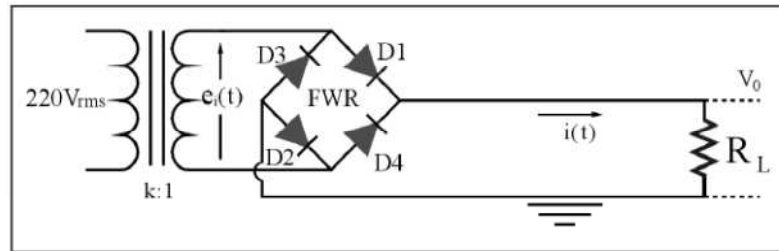
$$I_{rms} = \frac{I_0}{2}$$

ΤΛ1001

L11: Εφαρμογές Διόδων



Κυκλώματα Ανόρθωσης Πλήρους Κύματος



Ανορθωτής πλήρους κύματος

$$e_i(t) = E_m \sin \omega t \quad 0 < \omega t < 2\pi$$

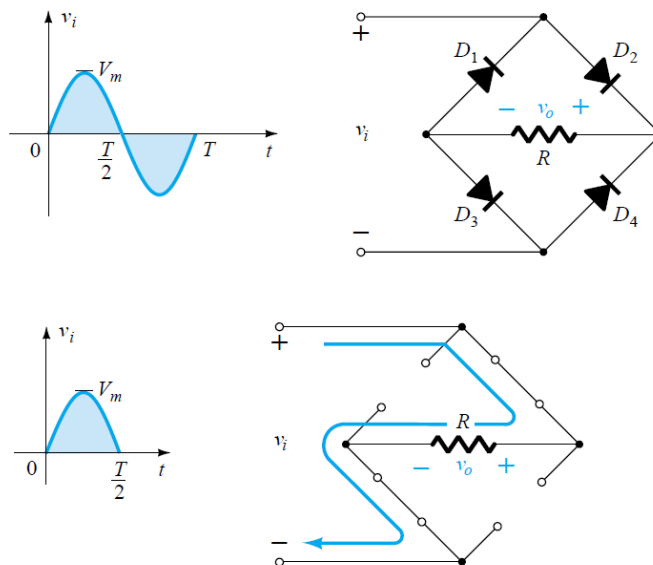
τάση στην έξοδο της γέφυρας $v_o(t) = |V_o \sin \omega t| \quad 0 < \omega t < 2\pi$

Όταν οι διόδοι είναι ιδανικές, τότε, $V_o = E_m$.

ΤΛ1001

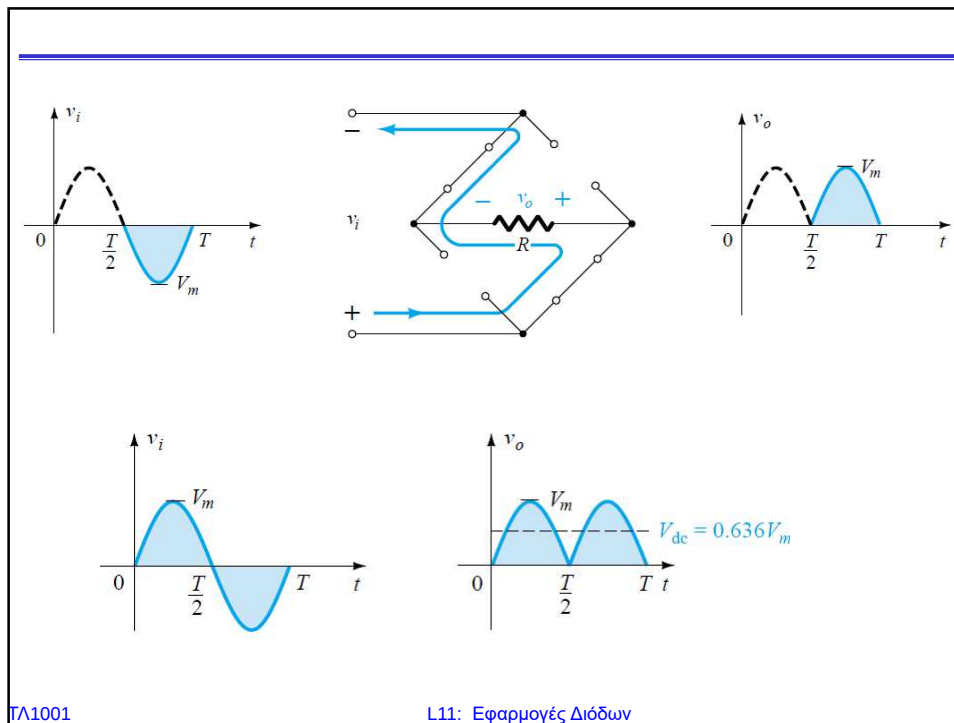
L11: Εφαρμογές Διόδων

Κυκλώματα Ανόρθωσης Πλήρους Κύματος



ΤΛ1001

L11: Εφαρμογές Διόδων



$$PIV = V_s - 2V_D + V_D = V_s - V_D$$

μέση τιμή του ρεύματος

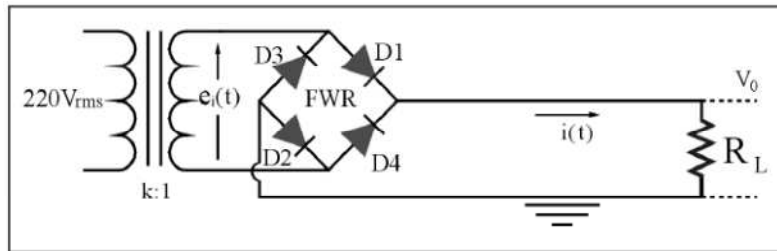
$$I_{DC} = \frac{2I_0}{\pi}$$

Η ενεργός τιμή του ρεύματος υπολογίζεται ως

$$I_{rms} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$

TL1001 L11: Εφαρμογές Διόδων

Μελέτη Ανορθωτικής Διάταξης Πλήρους Κύματος



Στον ανορθωτή πλήρους κύματος του σχ. η τάση αγωγής κάθε διόδου είναι $0,75\text{V}$ και η αντίσταση ορθής πόλωσης κάθε διόδου είναι $10\ \Omega$. Αν το πλάτος της τάσης τροφοδοσίας είναι $E_m = 40\text{ V}$ να προσδιοριστούν το συνεχές ρεύμα και η τάση στο φορτίο, όταν $R_L = 100\ \Omega$.

ΤΛ1001

L11: Εφαρμογές Διόδων

Απάντηση

Το ρεύμα δια του φορτίου θα εκφράζεται από τη σχέση,

$$i(t) = \frac{e_i(t) - 2V_D}{2R_D + R_L}$$

Επομένως, το πλάτος του ρεύματος θα είναι,

$$I_0 = \frac{E_m - 2V_D}{2R_D + R_L} = 320\text{ mA}$$

Η συνεχής τιμή του ρεύματος, θα είναι,

$$I_{DC} = \frac{2I_0}{\pi} = 205\text{ mA}$$

ΤΛ1001

L11: Εφαρμογές Διόδων

Η συνεχής τιμή της τάσης στο φορτίο θα είναι,

$$V_{DC} = I_{DC}R_L = 20,5 \text{ V}$$

Η ενεργός τιμή του ρεύματος θα είναι,

$$I_{rms} = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = 226 \text{ mA}$$

Οι παραπάνω σχέσεις ισχύουν με την προϋπόθεση ότι, οι δίοδοι άγουν ανά δύο σε όλο το διάστημα από 0 έως 2π , κάτι, που ισχύει με καλή προσέγγιση, αφού, $E_m \gg 2V_D$.

Τ/Λ1001

L11: Εφαρμογές Διόδων

Ο συντελεστής απόδοσης της τροφοδοτικής διάταξης προσδιορίζεται από τη σχέση,

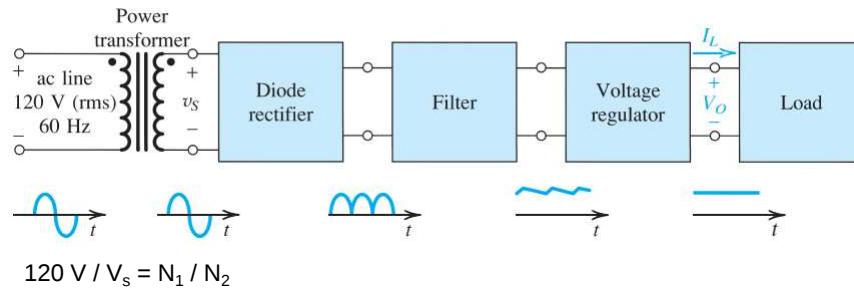
$$\eta = \frac{P_{DC}}{P_{ac}} 100\% = \frac{V_{DC} I_{DC}}{I_{rms}^2 (2R_D + R_L)} 100\% \quad \text{ή}$$

$$\eta = 68,5\%$$

Τ/Λ1001

L11: Εφαρμογές Διόδων

Τροφοδοτικές διατάξεις



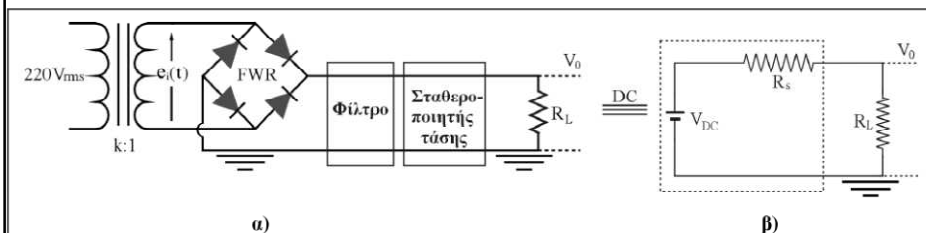
ΤΛ1001

L11: Εφαρμογές Διόδων

Τροφοδοτικές διατάξεις

γραμμικές τροφοδοτικές διατάξεις (Linear Power Supplies)

Το σχηματικό διάγραμμα μιας τροφοδοτικής διάταξης δεικνύεται στο σχ.4.21. Αποτελείται από μια ανορθωτική διάταξη, συνήθως γέφυρας διόδων, ένα φίλτρο συχνοτήτων και, όπου απαιτείται, ένα κύκλωμα σταθεροποιητή τάσης.



Σχηματικό διάγραμμα
τροφοδοτικής διάταξης

Ισοδύναμο κύκλωμα

ΤΛ1

L11: Εφαρμογές Διόδων

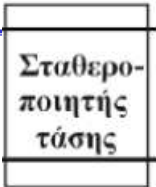


Φίλτρο

Ο ρόλος του φίλτρου των συχνοτήτων είναι να εξομαλύνει την τάση, που παρέχει η τροφοδοτική διάταξη. Πρόκειται για βαθυπερατό φίλτρο, που επιτρέπει την συνεχή τάση να περάσει στο φορτίο, ενώ, εμποδίζει τις αρμονικές του σήματος (βλ. σχ.4.20) να φθάσουν στο φορτίο. Το φίλτρο των συχνοτήτων μπορεί να είναι ένας απλός ηλεκτρολυτικός πυκνωτής, μεγάλης τιμής, που τίθεται παράλληλα στην έξοδο, ή ένα παθητικό LC φίλτρο. Η επιλογή του φίλτρου εξαρτάται από τις απαιτήσεις της εφαρμογής.

ΤΛ1001

L11: Εφαρμογές Διόδων



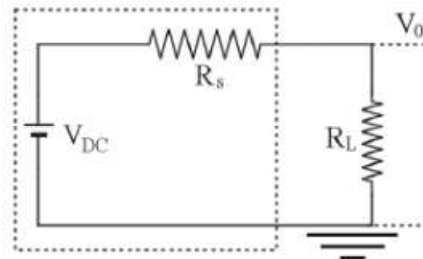
Σταθεροποιητής τάσης

Ο ρόλος του σταθεροποιητή τάσης είναι να κρατάει σταθερή την τάση στο φορτίο, ανεξάρτητα από μεταβολές στην τάση του δικτύου ή από μεταβολές στο ρεύμα φορτίου. Όταν οι απαιτήσεις φορτίου δεν είναι υψηλές σε ρεύμα, τότε, ο σταθεροποιητής τάσης μπορεί να πραγματοποιηθεί με μια δίοδο Zener. Όταν απαιτούνται υψηλά ρεύματα φορτίου, τότε, ο σταθεροποιητής τάσης είναι ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα. Τα κυκλώματα αυτά υπάρχουν διαθέσιμα σε μεγάλη ποικιλία στο εμπόριο, σε μορφή ψηφίδας, (chip).

ΤΛ1001

L11: Εφαρμογές Διόδων

Ισοδύναμο κύκλωμα τροφοδοτικής διάταξης

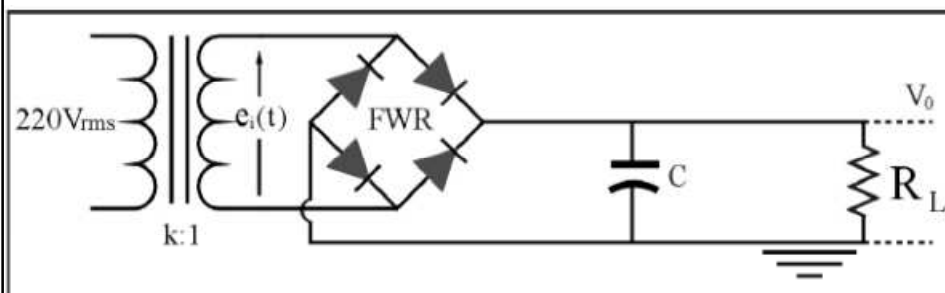


όσο μικρότερη είναι η ισοδύναμη εσωτερική αντίσταση R_s τροφοδοτικής διάταξης τόσο λιγότερο μεταβάλλεται η τάση φορτίου, όταν μεταβάλλεται το ρεύμα φορτίου.

ΤΛ1001

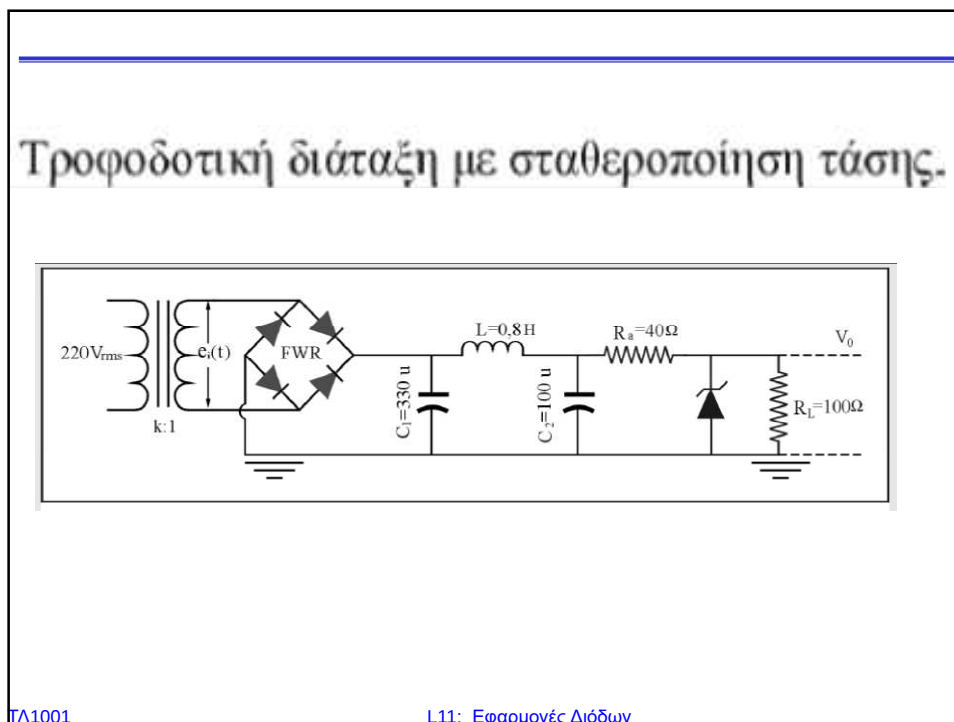
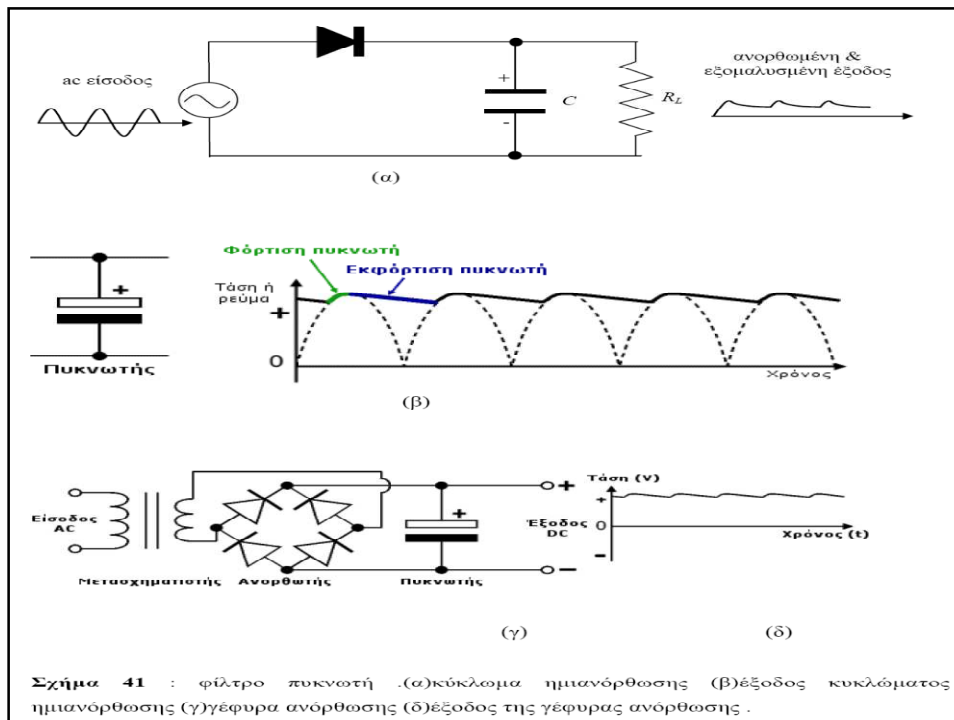
L11: Εφαρμογές Διόδων

Τροφοδοτική διάταξη με φίλτρο πυκνωτή



ΤΛ1001

L11: Εφαρμογές Διόδων



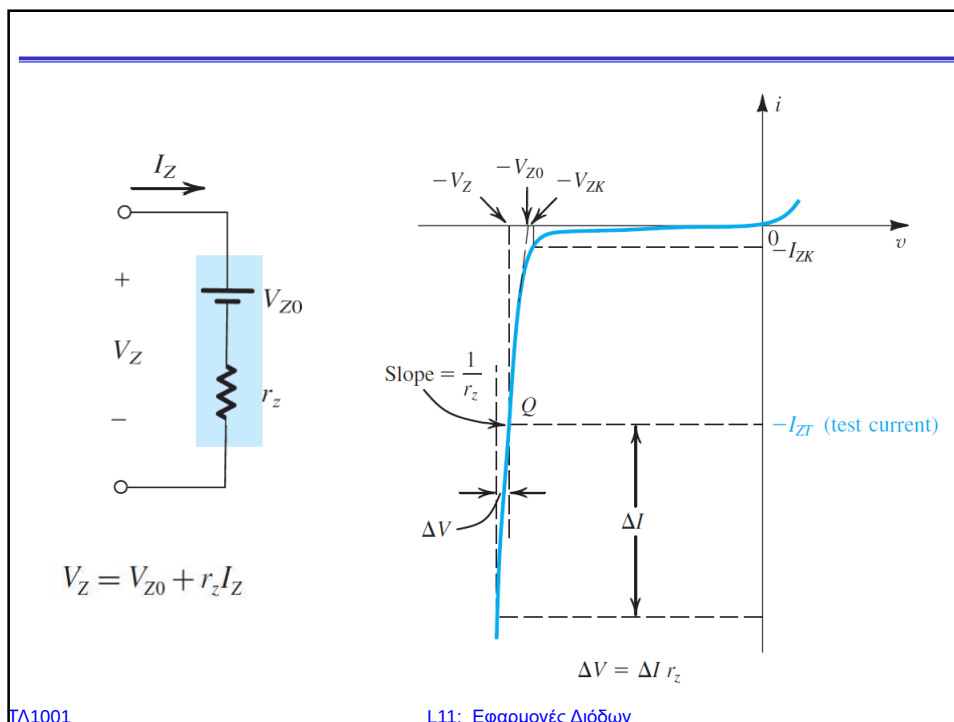
Κυκλώματα με σταθεροποίηση τάσης

Σε ηλεκτρονικά συστήματα, όπου απαιτείται ακρίβεια, υψηλή πιστότητα και μεγάλη απόδοση, είναι απαραίτητο η τροφοδοσία τους να γίνει με καλά σταθεροποιημένη συνεχή τάση, διότι:

- α) Απαιτείται σταθερή πόλωση των ηλεκτρονικών βαθμίδων σ' ένα κύκλωμα,
- β) Πρέπει να αποφευχθούν ανεπιθύμητες αυτοταλαντώσεις και παραμόρφωση από ενδοδιαμόρφωση, που πιθανόν να προκληθούν, λόγω του ότι, η εσωτερική αντίσταση της τροφοδοτικής διάταξης, που γενικά είναι σύνθετη και μη γραμμική, αποτελεί κοινό δρόμο ανατροφοδότησης μεταξύ των διαφόρων βαθμίδων των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων.

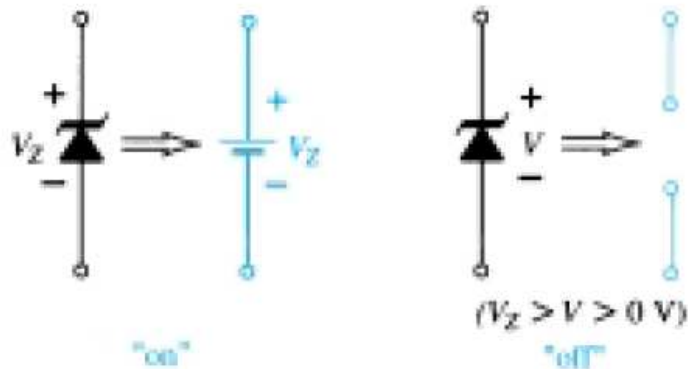
ΤΛ1001

L11: Εφαρμογές Διόδων



ΤΛ1001

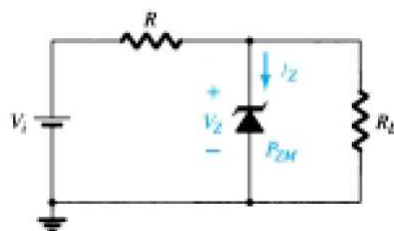
L11: Εφαρμογές Διόδων



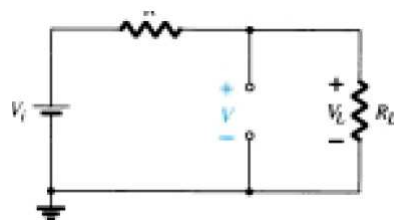
ΤΛ1001

L11: Εφαρμογές Διόδων

Σταθερές Τιμές V_i και R



1. Καθορίστε την κατάσταση της διόδου Zener αφαιρώντας την από το δίκτυο και υπολογίζοντας την τάση σε όλο το προκύπτον ανοιχτό κύκλωμα.



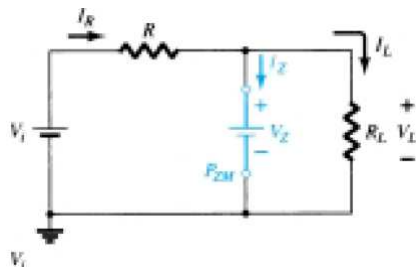
$$V = V_L = \frac{R_L V_i}{R + R_L}$$

ΤΛ1001

L11: Εφαρμογές Διόδων

Σταθερές Τιμές V_i και R

2. Αντικαταστήστε το κατάλληλο ισοδύναμο κύκλωμα και επιλύστε ως προς τα άγνωστα μεγέθη.



$$V_L = V_Z$$

$$I_R = I_Z + I_L$$

$$I_Z = I_R - I_L$$

$$I_L = \frac{V_L}{R_L} \quad I_R = \frac{V_R}{R} = \frac{V_i - V_L}{R}$$

$$P_Z = V_Z I_Z$$

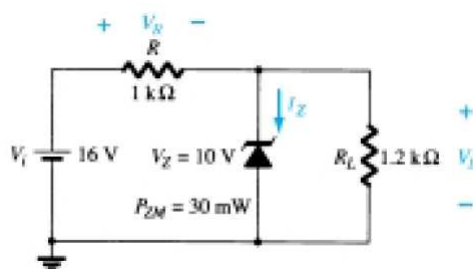
ΤΛ1001

L11: Εφαρμογές Διόδων

Παράδειγμα

α) Για τη δίοδο Zener του κάτω σχήματος υπολογίστε τις τιμές των V_L , V_R , I_Z και P_Z .

β) Επαναλάβετε το ερώτημα (α) για $R=3 \text{ k}\Omega$.

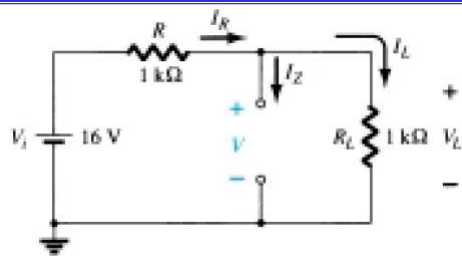


α)

$$V = \frac{R_L V_i}{R + R_L} = \frac{1.2 \text{ k}\Omega (16 \text{ V})}{1 \text{ k}\Omega + 1.2 \text{ k}\Omega} = 8.73 \text{ V}$$

ΤΛ1001

L11: Εφαρμογές Διόδων

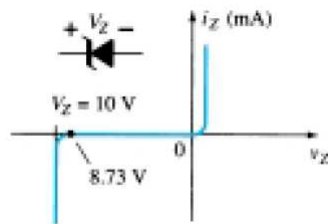


$$V_L = V = 8.73 \text{ V}$$

$$V_R = V_i - V_L = 16 \text{ V} - 8.73 \text{ V} = 7.27 \text{ V}$$

$$I_Z = 0 \text{ A}$$

$$P_Z = V_Z I_Z = V_Z (0 \text{ A}) = 0 \text{ W}$$



ΤΛ1001

L11: Εφαρμογές Διόδων

β)

$$V = \frac{R_L V_i}{R + R_L} = \frac{3 \text{ k}\Omega (16 \text{ V})}{1 \text{ k}\Omega + 3 \text{ k}\Omega} = 12 \text{ V}$$

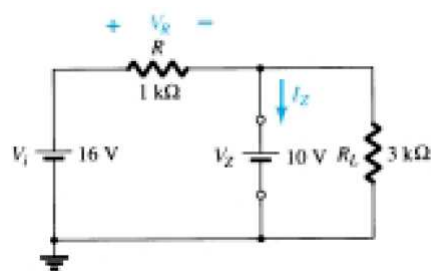
$$V_L = V_Z = 10 \text{ V}$$

$$V_R = V_i - V_L = 16 \text{ V} - 10 \text{ V} = 6 \text{ V}$$

$$I_L = \frac{V_L}{R_L} = \frac{10 \text{ V}}{3 \text{ k}\Omega} = 3.33 \text{ mA}$$

$$I_R = \frac{V_R}{R} = \frac{6 \text{ V}}{1 \text{ k}\Omega} = 6 \text{ mA}$$

$$\begin{aligned} I_Z &= I_R - I_L \text{ [Eq. (2.18)]} \\ &= 6 \text{ mA} - 3.33 \text{ mA} \\ &= 2.67 \text{ mA} \end{aligned}$$



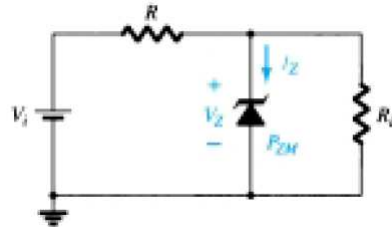
$$P_Z = V_Z I_Z = (10 \text{ V})(2.67 \text{ mA}) = 26.7 \text{ mW}$$

Η οποία είναι μικρότερη από τη μέγιστη ισχύ της διόδου Zener: $P_{ZM} = 30 \text{ mW}$.

ΤΛ1001

L11: Εφαρμογές Διόδων

Σταθερή V_i και μεταβαλλόμενη R_L



Για να προσδιορίσετε την ελάχιστη αντίσταση φορτίου που θα ενεργοποιήσει τη δίοδο Zener, απλά υπολογίστε την τιμή του R_L που θα οδηγήσει σε τάση φορτίου $V_L = V_Z$.

$$V_L = V_Z = \frac{R_L V_i}{R_L + R}$$

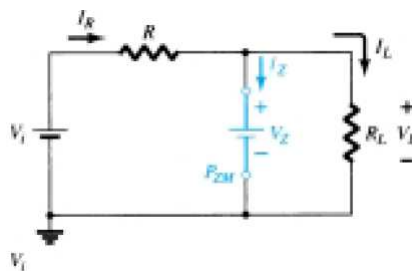
$$R_{L_{\min}} = \frac{R V_Z}{V_i - V_Z}$$



Μέγιστο ρεύμα I_L

ΤΛ1001

L11: Εφαρμογές Διόδων



I_Z είναι ελάχιστο όταν το I_L είναι μέγιστο και I_Z είναι μέγιστο όταν I_L είναι ελάχιστο, αφού το I_R είναι σταθερό.

Δεδομένου ότι η I_Z περιορίζεται στην τιμή I_{ZM} όπως καθορίζεται από τα φύλλα προδιαγραφών, πράγματι επηρεάζει την περιοχή τιμών της R_L και συνεπώς του I_L . Αντικαθιστώντας το I_{ZM} για το I_Z , μπορούμε να καθορίσουμε την ελάχιστη τιμή για το I_L .

$$I_{L_{\max}} = \frac{V_L}{R_L} = \frac{V_Z}{R_{L_{\min}}}$$

$$V_R = V_i - V_Z$$

$$I_R = \frac{V_R}{R}$$

$$I_Z = I_R - I_L$$

$$I_{L_{\min}} = I_R - I_{ZM}$$

$$R_{L_{\max}} = \frac{V_Z}{I_{L_{\min}}}$$

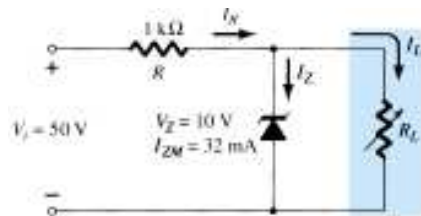
ΤΛ1001

L11: Εφαρμογές Διόδων

Παράδειγμα

(α) Για το κύκλωμα κάτω, καθορίστε το εύρος των τιμών των R_L και I_L που θα προκύψουν αν $V_{RL} = 10 \text{ V}$.

(β) Προσδιορίστε τη μέγιστη τιμή ισχύος της διόδου.



α)

$$R_{L_{\min}} = \frac{RV_Z}{V_i - V_Z} = \frac{(1 \text{ k}\Omega)(10 \text{ V})}{50 \text{ V} - 10 \text{ V}} = \frac{10 \text{ k}\Omega}{40} = \mathbf{250 \text{ } \Omega}$$

$$V_R = V_i - V_Z = 50 \text{ V} - 10 \text{ V} = \mathbf{40 \text{ V}}$$

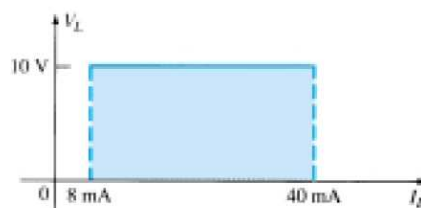
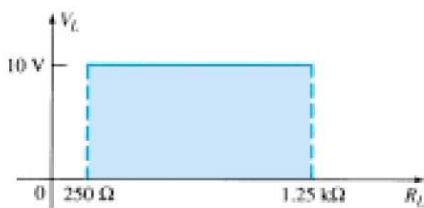
$$I_R = \frac{V_R}{R} = \frac{40 \text{ V}}{1 \text{ k}\Omega} = \mathbf{40 \text{ mA}}$$

ΤΛ1001

L11: Εφαρμογές Διόδων

$$I_{L_{\min}} = I_R - I_{ZM} = 40 \text{ mA} - 32 \text{ mA} = \mathbf{8 \text{ mA}}$$

$$R_{L_{\max}} = \frac{V_Z}{I_{L_{\min}}} = \frac{10 \text{ V}}{8 \text{ mA}} = \mathbf{1.25 \text{ k}\Omega}$$



β)

$$\begin{aligned} P_{\max} &= V_Z I_{ZM} \\ &= (10 \text{ V})(32 \text{ mA}) = \mathbf{320 \text{ mW}} \end{aligned}$$

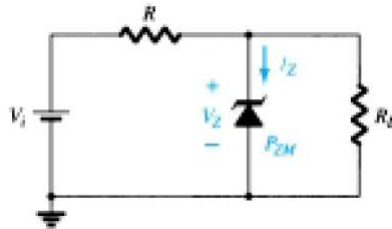
ΤΛ1001

L11: Εφαρμογές Διόδων

Σταθερή R_L και μεταβαλλόμενη V_i

$$V_L = V_Z = \frac{R_L V_i}{R_L + R}$$

$$V_{i_{\min}} = \frac{(R_L + R)V_Z}{R_L}$$



Η μέγιστη τιμή της V_i περιορίζεται από τη μέγιστη τιμή του ρεύματος Zener I_{ZM} και επειδή $I_{ZM} = I_R - I_L$, έχουμε:

$$I_{R_{\max}} = I_{ZM} + I_L$$

$$V_{i_{\max}} = V_{R_{\max}} + V_Z$$

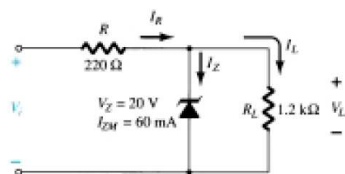
$$V_{i_{\max}} = I_{R_{\max}} R + V_Z$$

Τ/Α1001

L11: Εφαρμογές Διόδων

Παράδειγμα

Προσδιορίστε το εύρος τιμών του V_i που θα διατηρήσει τη δίοδο Zener του στην κατάσταση "on".

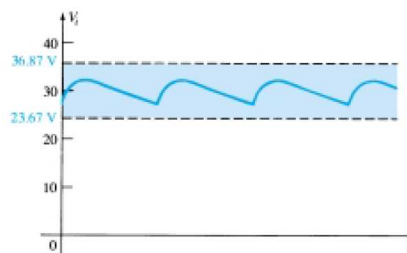
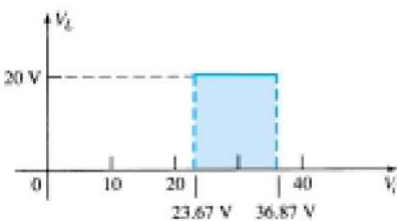


$$V_{i_{\min}} = \frac{(R_L + R)V_Z}{R_L} = \frac{(1200 \Omega + 220 \Omega)(20 \text{ V})}{1200 \Omega} = 23.67 \text{ V}$$

$$I_L = \frac{V_Z}{R_L} = \frac{20 \text{ V}}{1.2 \text{ k}\Omega} = 16.67 \text{ mA}$$

$$I_{R_{\max}} = I_{ZM} + I_L = 60 \text{ mA} + 16.67 \text{ mA} = 76.67 \text{ mA}$$

$$\begin{aligned} V_{i_{\max}} &= I_{R_{\max}} R + V_Z \\ &= (76.67 \text{ mA})(0.22 \text{ k}\Omega) + 20 \text{ V} \\ &= 16.87 \text{ V} + 20 \text{ V} \\ &= 36.87 \text{ V} \end{aligned}$$



Τ/Α1001

L11: Εφα

Παράδειγμα 4.6

Σταθεροποίηση τάσης.

Στο κύκλωμα σταθεροποίησης τάσης με Zener του σχ. 4.30 θα προσδιορίσουμε την τάση V_L στην έξοδο. Δίνονται, $V_Z=5\text{ V}$, $R_Z=10\ \Omega$.

Απάντηση

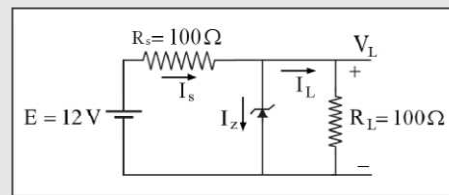
$$E = I_s R_s + V_L$$

$$E = (I_Z + I_L) R_s + V_L$$

$$E = I_Z R_s + I_L R_s + V_L$$

$$E = \frac{V_L - V_Z}{R_Z} R_s + I_L R_s + V_L$$

$$V_L = \frac{E + \frac{R_s}{R_Z} V_Z}{\frac{R_s}{R_Z} + \frac{R_s}{R_L} + 1} = 5,17\text{ V}$$



Σχ.4.30 Κύκλωμα σταθεροποίησης τάσης