

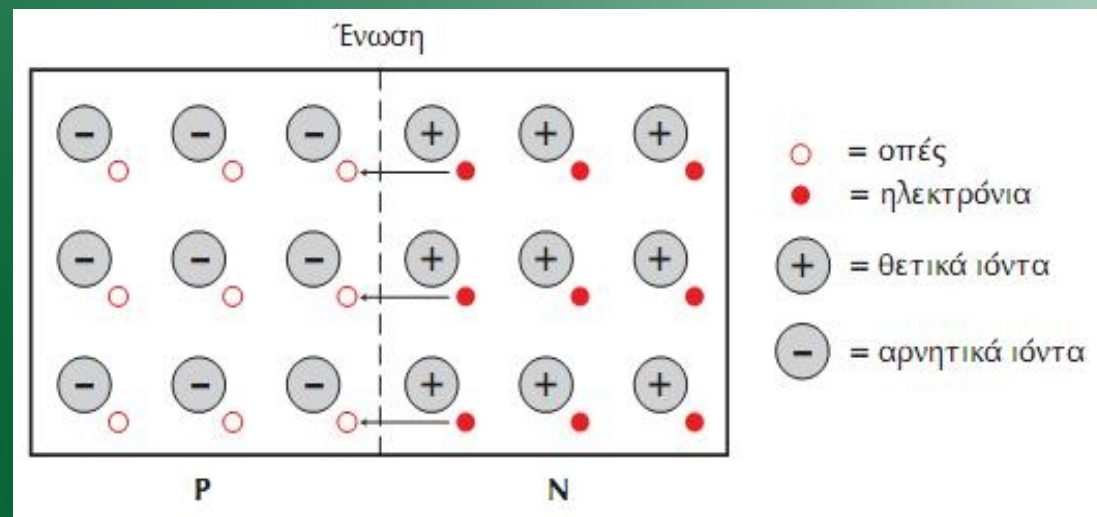
ΑΝΑΛΟΓΙΚΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο

ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΔΙΟΔΟΙ

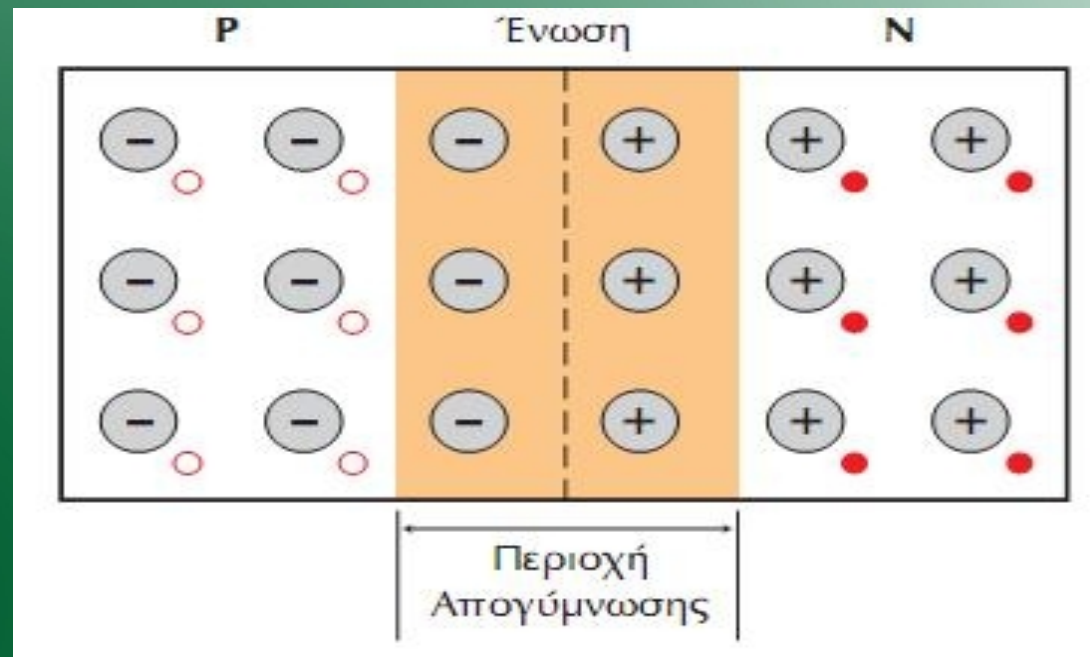
Επαφή PN

Σε ένα κομμάτι κρύσταλλο πυριτίου προσθέτουμε θετικά ιόντα 5σθενούς στοιχείου για τη δημιουργία τμήματος τύπου N από τη μια μεριά, ενώ από την άλλη προσθέτουμε αρνητικά ιόντα τρισθενούς στοιχείου για τη δημιουργία τύπου P.



Περιοχή απογύμνωσης επαφής PN

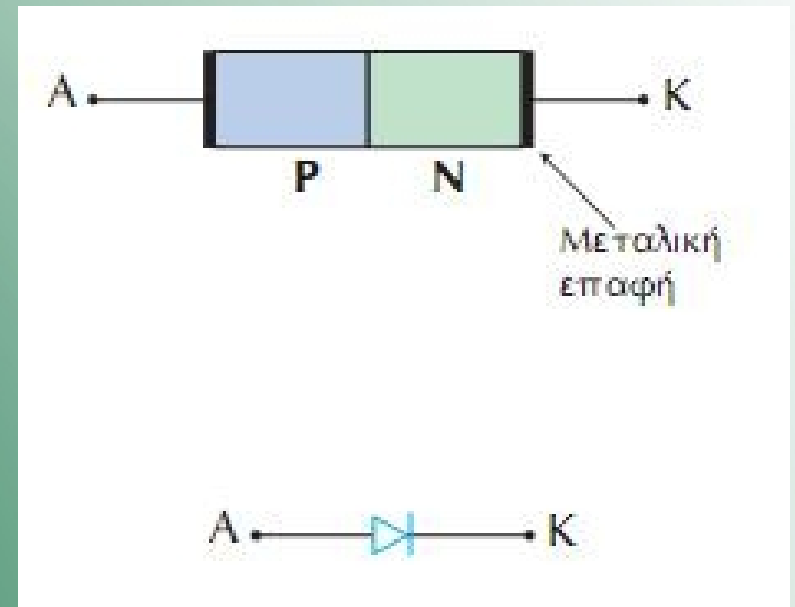
Τη στιγμή της δημιουργίας της επαφής PN, ηλεκτρόνια από την περιοχή τύπου N επανασυνδέονται με οπές από την περιοχή τύπου P.



Δίοδος PN

Σε μια επαφή PN τοποθετούνται μεταλλικές επαφές για τη δημιουργία της **διόδου PN** (η ονομασία οφείλεται στο ότι αφήνει το ρεύμα να περάσει μόνο προς μια κατεύθυνση).

Τα δύο άκρα ονομάζονται **Άνοδος** και **Κάθοδος**.



Δυναμικό φραγμού και Χωρητικότητα επαφής

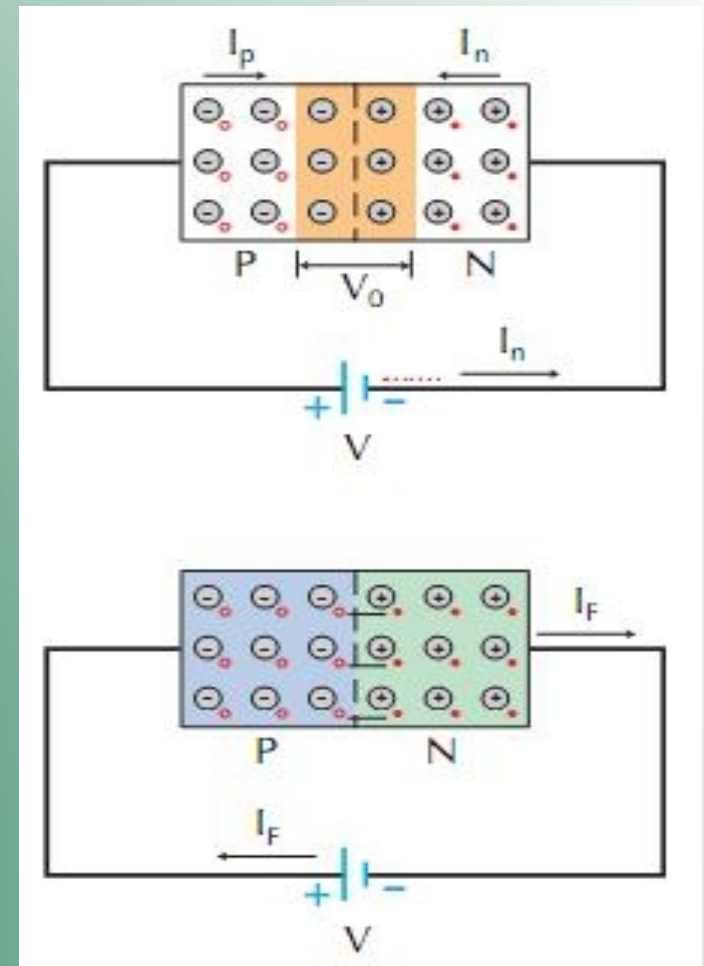
Έξω από την περιοχή απογύμνωσης δε συμβαίνουν επανασυνδέσεις ηλεκτρονίων και οπών, διότι η συγκέντρωση των ιόντων στην περιοχή απογύμνωσης προκαλεί ένα **δυναμικό φραγμού (V_o)**.

Τα ιόντα που υπάρχουν στην περιοχή απογύμνωσης σε συνδυασμό με το φραγμό δυναμικού δημιουργούν τη **χωρητικότητα επαφής (C_T)** που κυμαίνεται από 1 έως 100pF.

Ορθή πόλωση διόδου

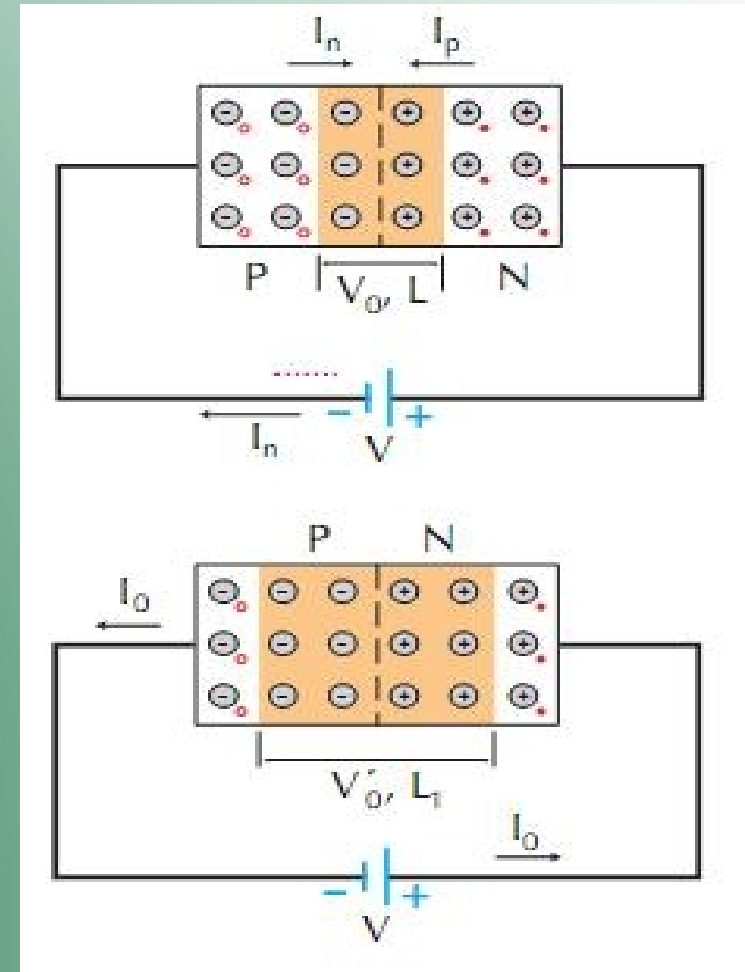
Μια δίοδος είναι πολωμένη ορθά όταν ο θετικός πόλος της εξωτερικής πηγής συνδέεται στην άνοδο (τμήμα P) και ο αρνητικός πόλος στην κάθοδο (τμήμα N).

Όσο αυξάνει η εξωτερική τάση, τόσο η περιοχή απογύμνωσης μικραίνει, μέχρι που μηδενίζεται και η δίοδος διαρέεται από το ρεύμα ορθής φοράς (I_F).



Ανάστροφη πόλωση διόδου

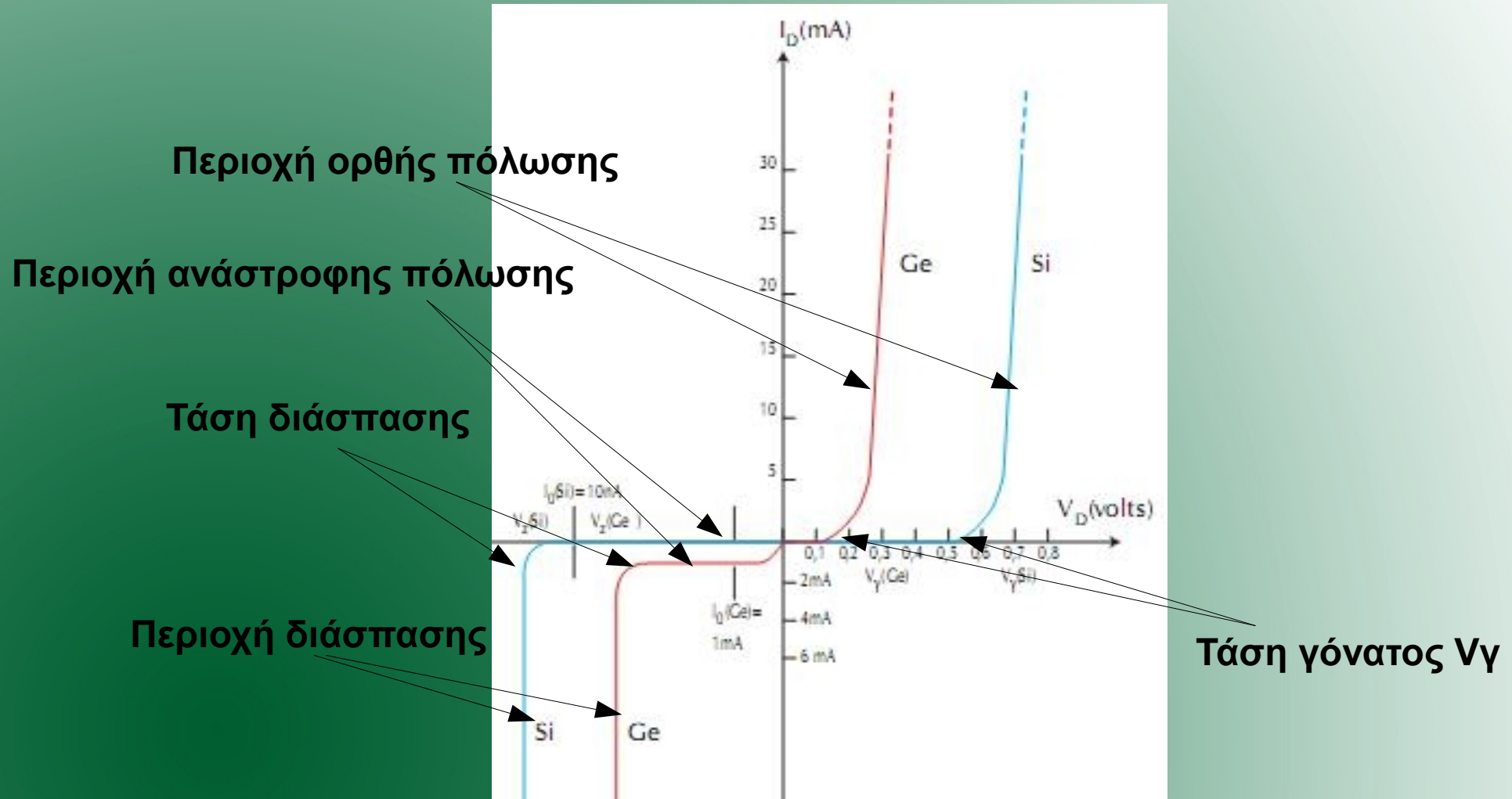
Μια δίοδος είναι πολωμένη ανάστροφα όταν ο θετικός πόλος της εξωτερικής πηγής συνδέεται στην κάθοδο και ο αρνητικός πόλος στην άνοδο. Η ανάστροφη πόλωση προκαλεί αύξηση της περιοχής απογύμνωσης και η δίοδος διαρέεται από το **ανάστροφο ρεύμα κόρου (I_o)**.



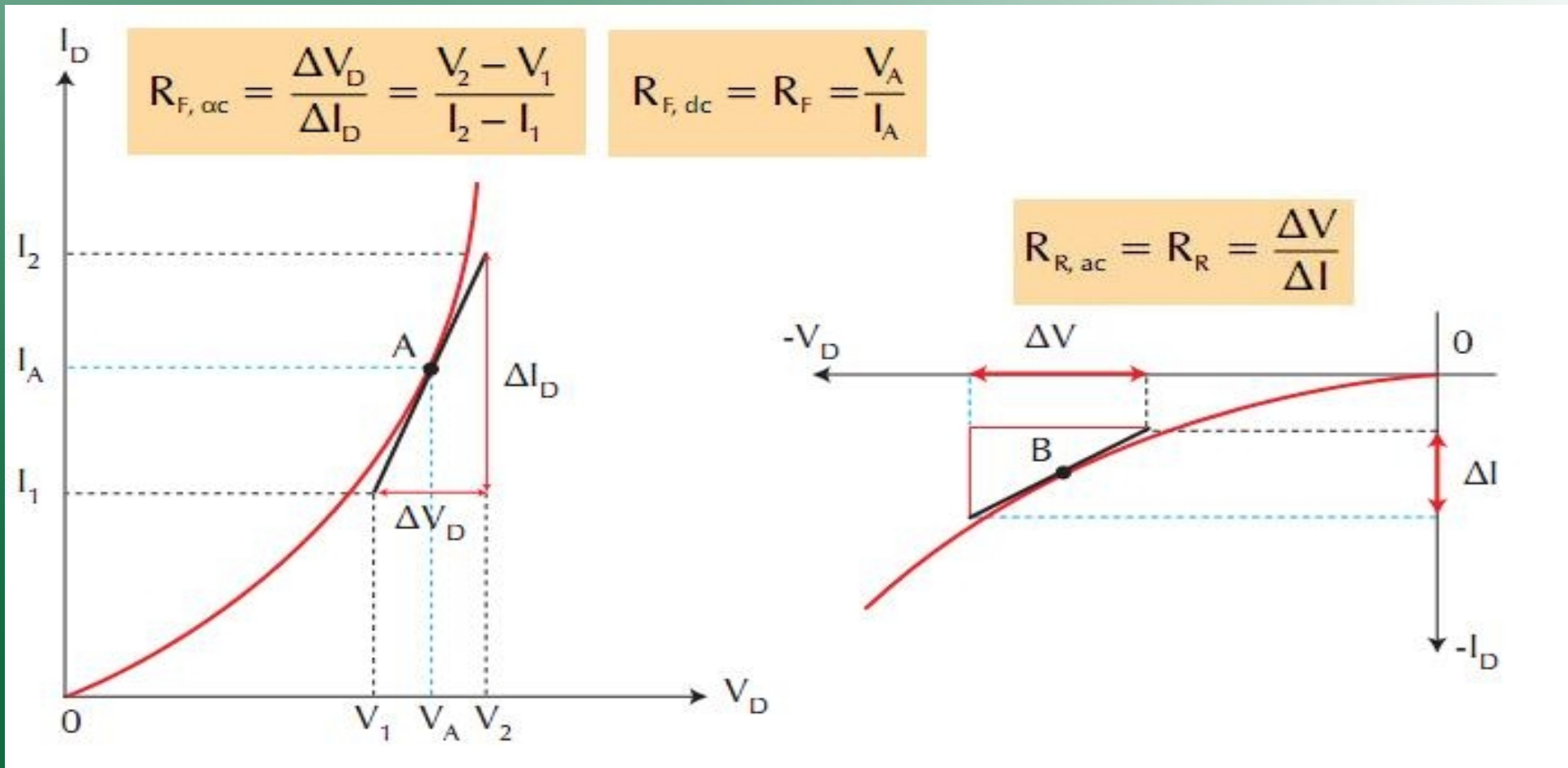
Ιδανική δίοδος vs Δίοδος εμπορίου

	Ιδανική δίοδος	Δίοδος εμπορίου
Αντίσταση ορθής φοράς (Rf)	0	100-1000 Ω
Αντίσταση ανάστροφης πόλωσης (Rr)	άπειρη	10-12 MΩ

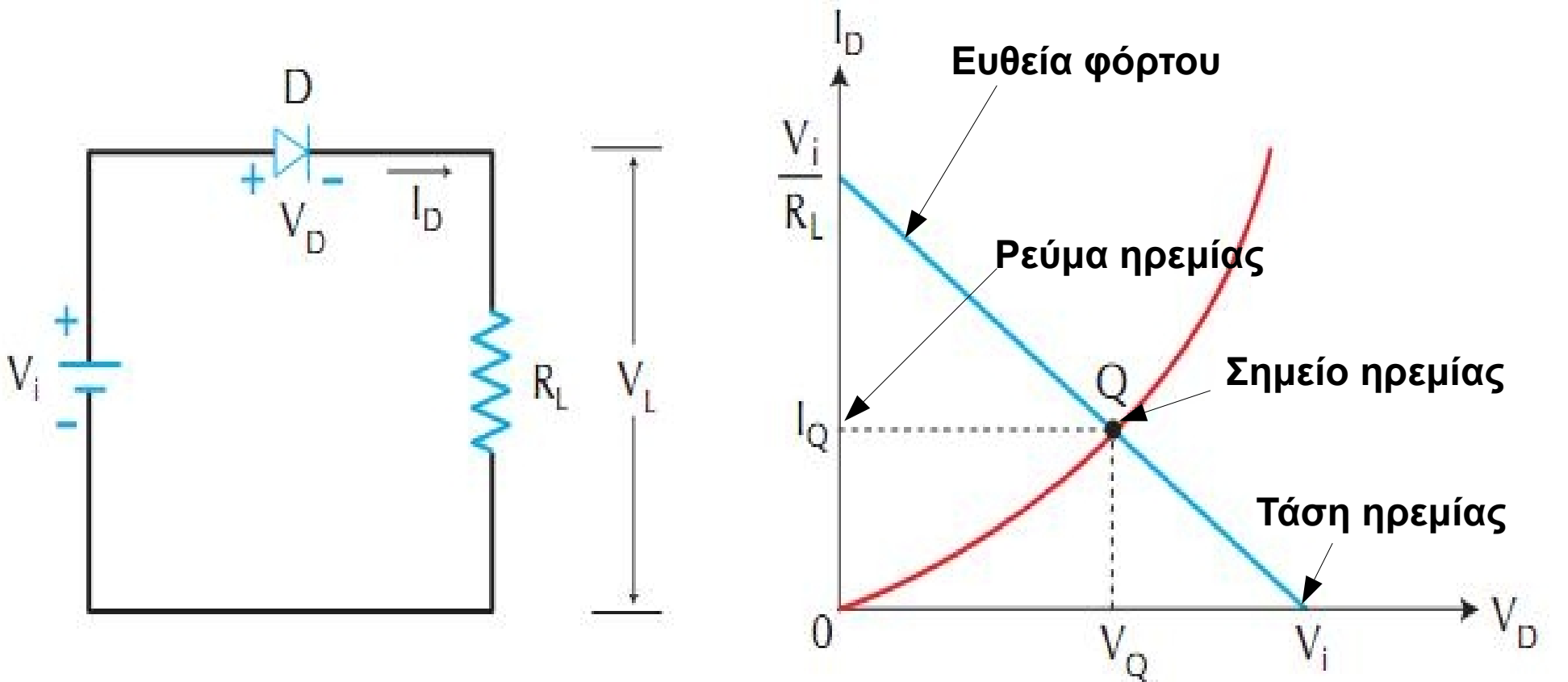
Χαρακτηριστική καμπύλη διόδου PN



Δυναμική και Στατική αντίσταση

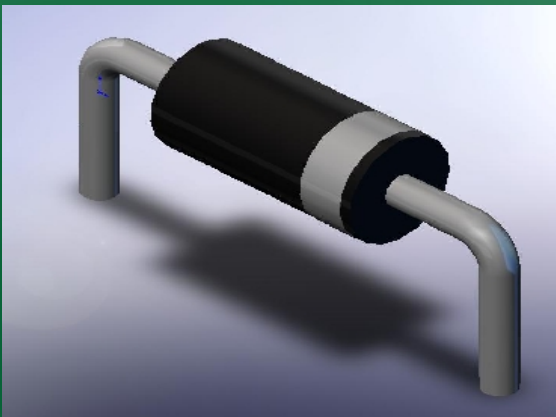


Ευθεία φόρτου



Κύρια χαρακτηριστικά διόδων

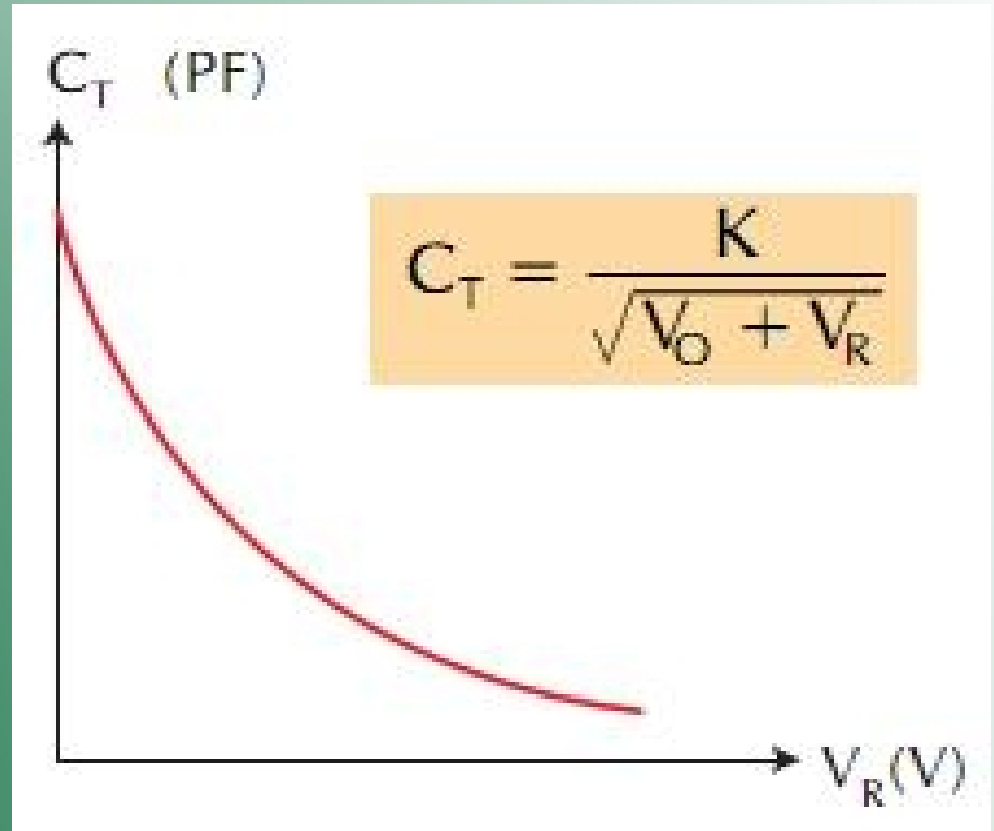
1. Μέγιστο ρεύμα ορθής φοράς ($I_{F \max}$)
2. Μέγιστη τάση κατά την ορθή φορά ($V_{F \max}$)
3. Μέγιστη τάση κατά την ανάστροφη φορά ($V_{RR \max}$)
4. Μέγιστο ανάστροφο ρεύμα (I_o)
5. Μέγιστη ισχύς διόδου (P_{\max})



Δίοδος μεταβλητής χωρητικότητας (Varicap ή Varactor)

Όταν η δίοδος varicap πολώνεται **ανάστροφα**, τότε αντιστοιχεί με ένα μεταβλητό πυκνωτή του οποίου η χωρητικότητα C_T μεταβάλλεται με την εξωτερική τάση V_R .

$$1\text{pF} < C_T < 200\text{pF}$$



Χρήση της διόδου *Varicap*

Η δίοδος *Varicap* εφαρμόζεται στη διαμόρφωση σήματος κατά *F.M.* καθώς και σε άλλες τηλεπικοινωνιακές τεχνικές για την επιλογή συχνότητας .

Σ' ένα συντονιζόμενο κύκλωμα *LC*, η συχνότητα συντονισμού δίδεται από τη σχέση

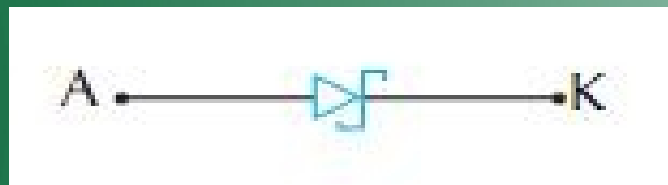
$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

Όταν μεταβάλλεται η χωρητικότητα, μεταβάλλεται και η συχνότητα του συντονισμένου κυκλώματος. Όταν δε η χωρητικότητα μεταβάλλεται αντίστροφως ανάλογα με μια μεταβαλλόμενη τάση, τότε και η συχνότητα συντονισμού ακολουθεί με τρόπο ανάλογο την μεταβολή της τάσης. Αυτή η ιδιότητα χρησιμοποιείται στη μετάδοση ακουστικού σήματος με διαμόρφωση κατά συχνότητα (*F.M.*). Με τον ίδιο τρόπο επιλέγεται η συχνότητα συντονισμού ενός ραδιοφωνικού ή τηλεοπτικού δέκτη.

Η ευαισθησία των δεκτών αυτών είναι πολύ μεγάλη και για μικρή μεταβολή της χωρητικότητας υπάρχει μεγάλη μεταβολή της συχνότητας και αντίστροφα.

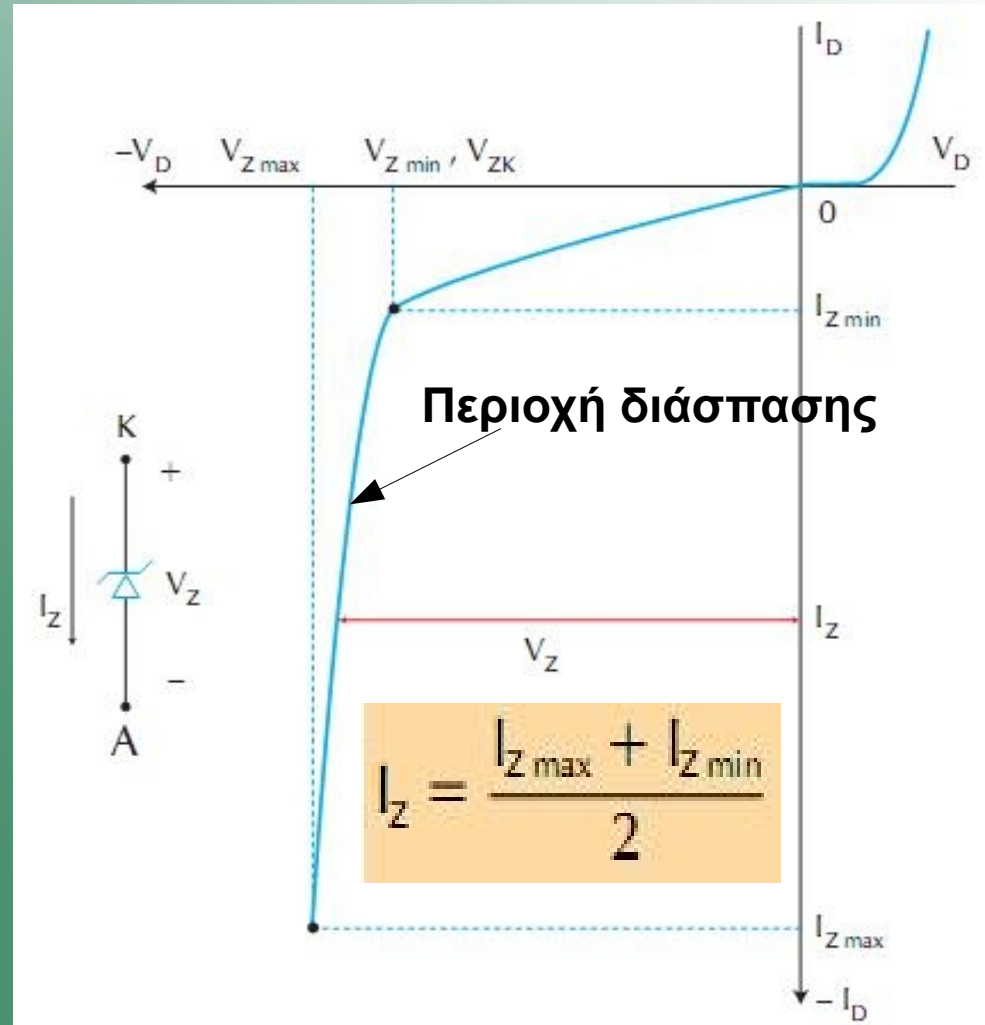
Δίοδος σότκν (Schottky)

Η δίοδος Schottky είναι μια επαφή μετάλλου και ημιαγωγού. Το πλεονέκτημά της είναι ότι χρειάζεται πολύ μικρό χρόνο για να μεταβεί από την κατάσταση αγωγιμότητας στην κατάσταση αποκοπής. Χρησιμοποιείται σε ψηφιακά κυκλώματα χαμηλής τάσης, διότι το δυναμικό φραγμού της περιοχής απογύμνωσης είναι μικρότερο από το δυναμικό φραγμού μιας κοινής διόδου PN.



Δίοδος Ζένερ (Zener)

Η δίοδος zener λειτουργεί στην περιοχή διάσπασης, **πολώνεται ανάστροφα** και χαρακτηρίζεται από την απότομη αύξηση του ανάστροφου ρεύματος, όταν η τάση στα άκρα της φθάσει μια ορισμένη τιμή που λέγεται **τάση zener** (V_Z).



Χαρακτηριστικά διόδου Ζένερ

1. Η τάση zener V_z ($2,4V < V_z < 200V$).

2. Το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα I_{zmax} .

3. Η μέγιστη επιτρεπόμενη ισχύς P_{max} .

4. Η δυναμική αντίσταση R_z .

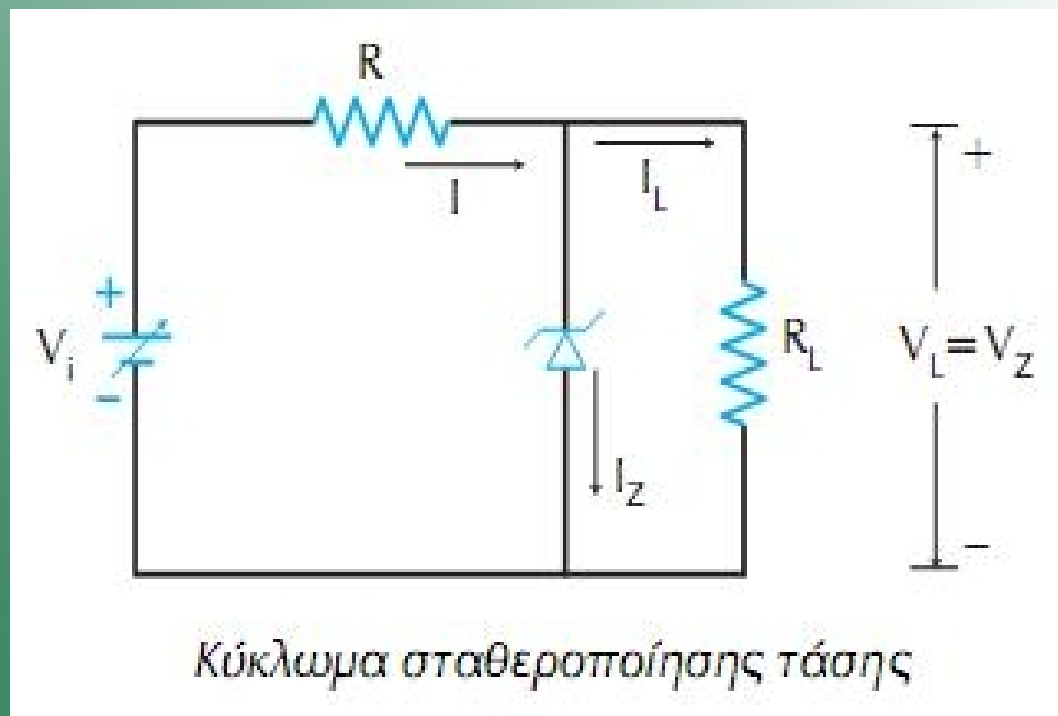
$$0 \Omega < R_z < 500 \Omega$$

$$R_z = \frac{V_{zmax} - V_{zmin}}{I_{zmax} - I_{zmin}}$$

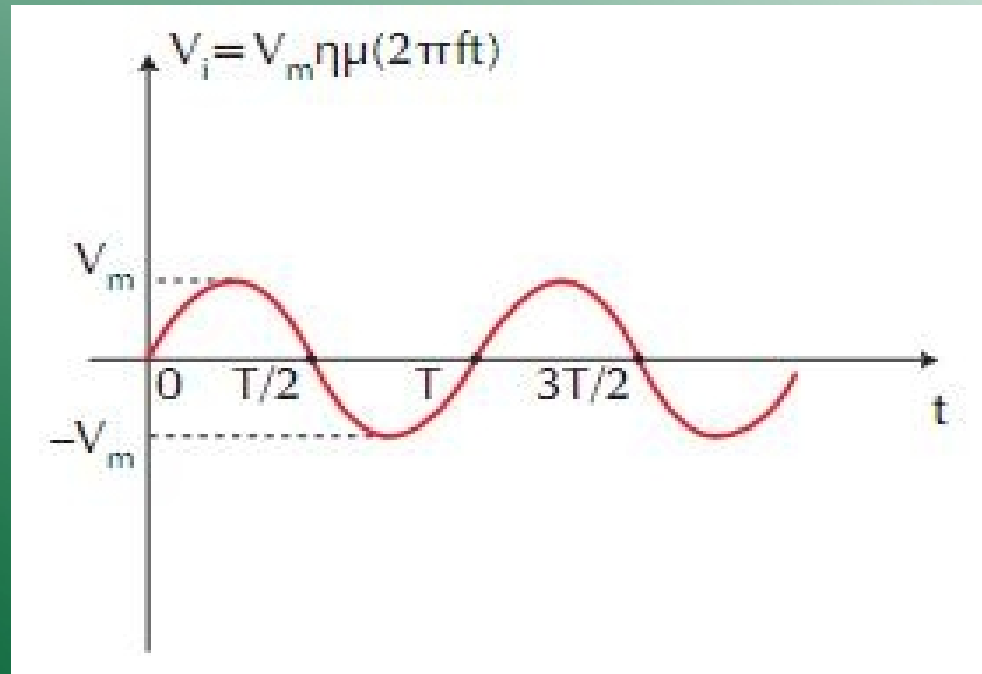
5. Ο συντελεστής θερμοκρασίας α που δηλώνει το ρυθμό μεταβολής της τάσης ζένερ με τη θερμοκρασία και εκφράζεται σε ποσοστό ανά $^{\circ}C$.

Εφαρμογές διόδου Ζένερ

Η δίοδος zener χρησιμοποιείται για σταθεροποίηση τάσης, επειδή παρέχει σταθερή τάση στα άκρα της ανεξάρτητα από τη μεταβολή στην τάση εισόδου ή τη μεταβολή του ρεύματος φορτίου.



Εναλλασσόμενη τάση

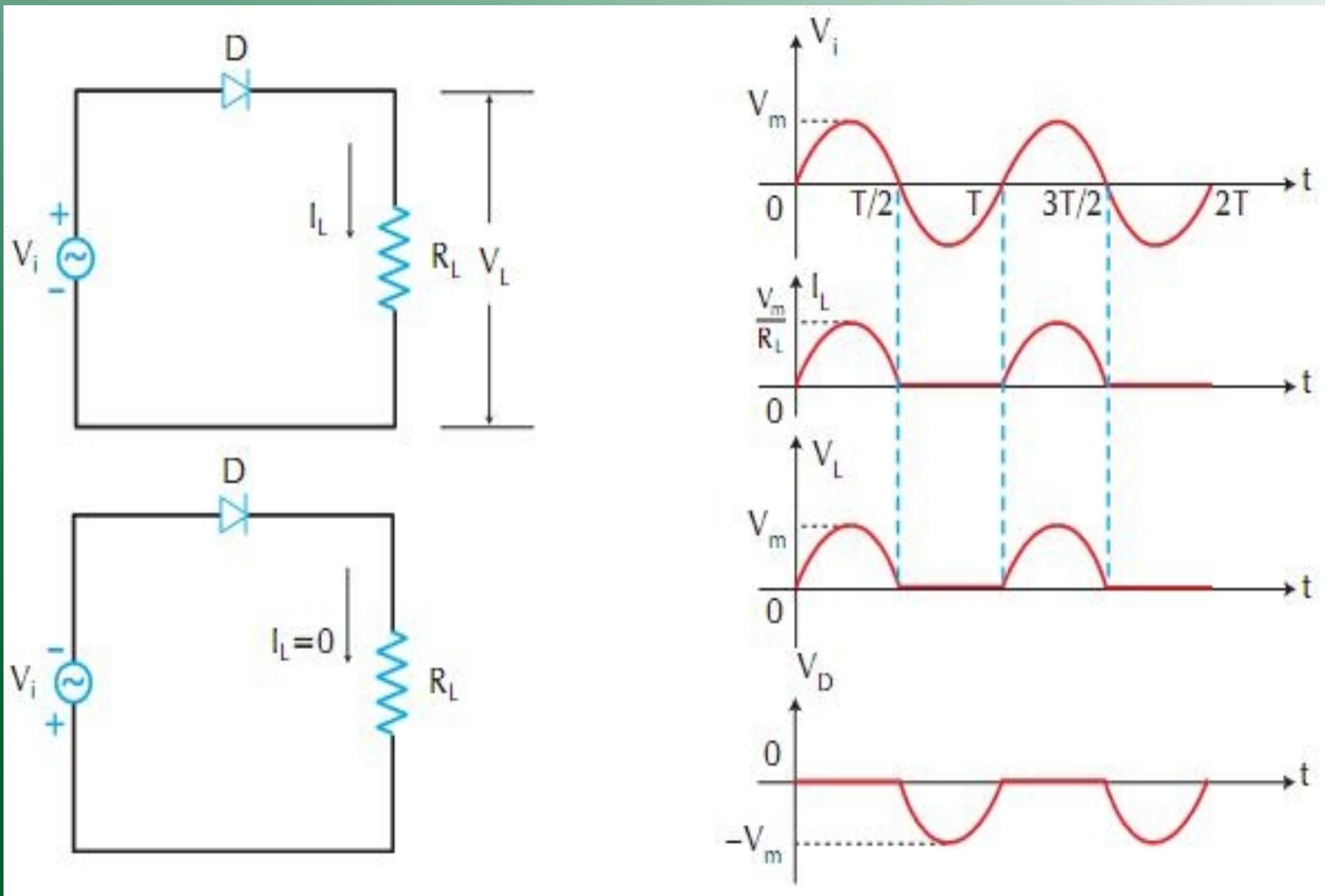


Πλεονεκτεί στη διαδικασία μεταφοράς της από τα εργοστάσια παραγωγής της προς τα κέντρα κατανάλωσης.

Τροφοδοτικά - Ανορθωτές

- Τα **τροφοδοτικά** είναι ηλεκτρονικές διατάξεις που μετατρέπουν την εναλλασσόμενη τάση σε συνεχή.
- Οι **ανορθωτές** είναι ηλεκτρονικά στοιχεία (συνήθως δίοδοι PN) που χρησιμοποιούνται για την μετατροπή της εναλλασσόμενης τάσης σε συνεχή.
- Τα κυκλώματα ανόρθωσης διακρίνονται σε κυκλώματα **ημιανόρθωσης** και κυκλώματα **πλήρους ανόρθωσης**.

Κύκλωμα Ημιανόρθωσης Γραφικές παραστάσεις



Τύποι για την Ημιανόρθωση

- Μέγιστο Ρεύμα στο φορτίο:
- Μέγιστη τάση στο φορτίο:

- Μέση τιμή ρεύματος:
- Μέση τάση ρεύματος:

- Ενεργός τιμή ρεύματος:
- Ενεργός τιμή τάσης:

$$I_{mL} = \frac{V_m - V_Y}{R_F + R_L}$$

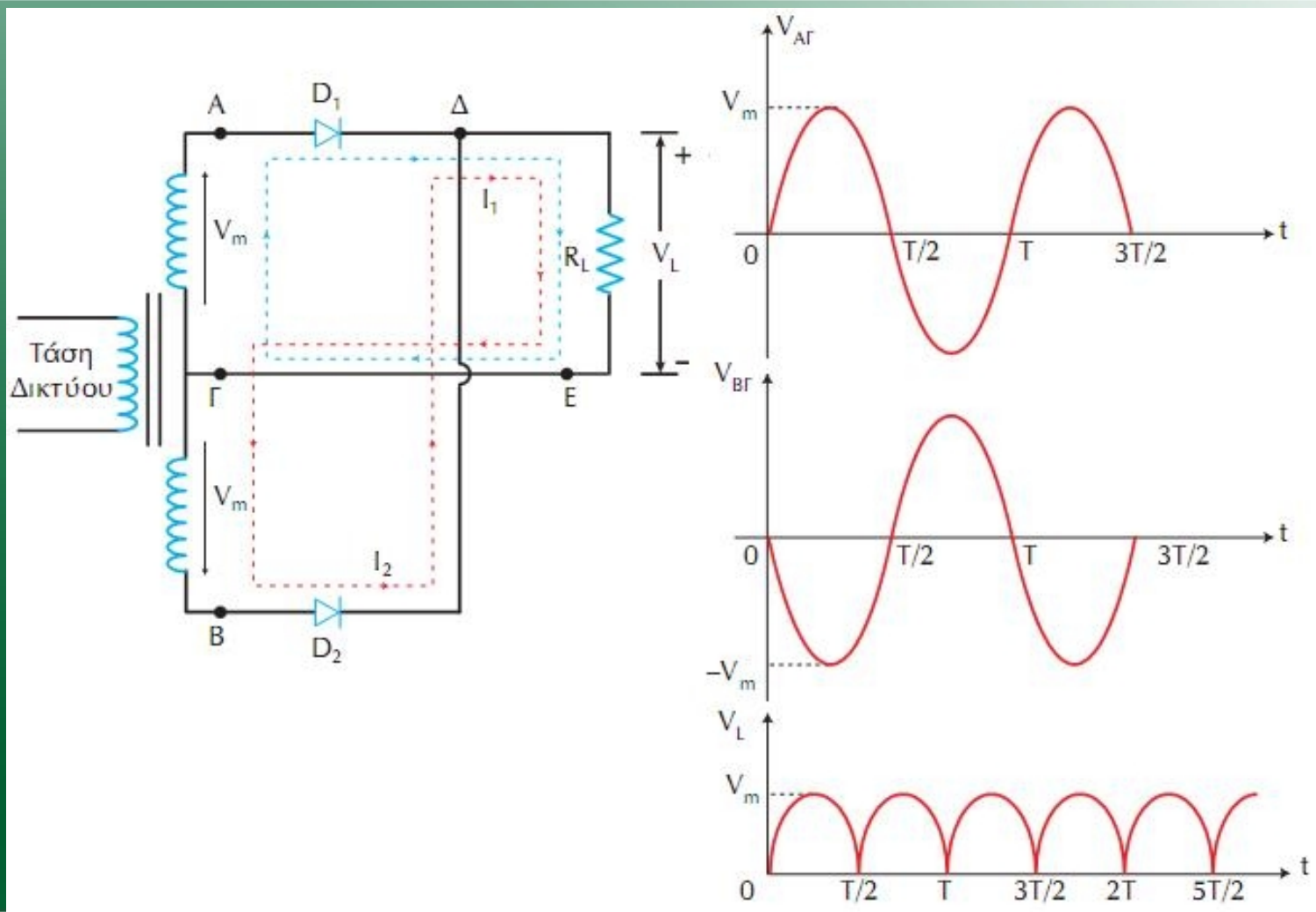
$$V_L = I_{mL} R_L = \frac{V_m - V_Y}{R_F + R_L} R_L$$

$$I_{dc} = \frac{I_m}{\pi} \approx 0,318 I_m$$

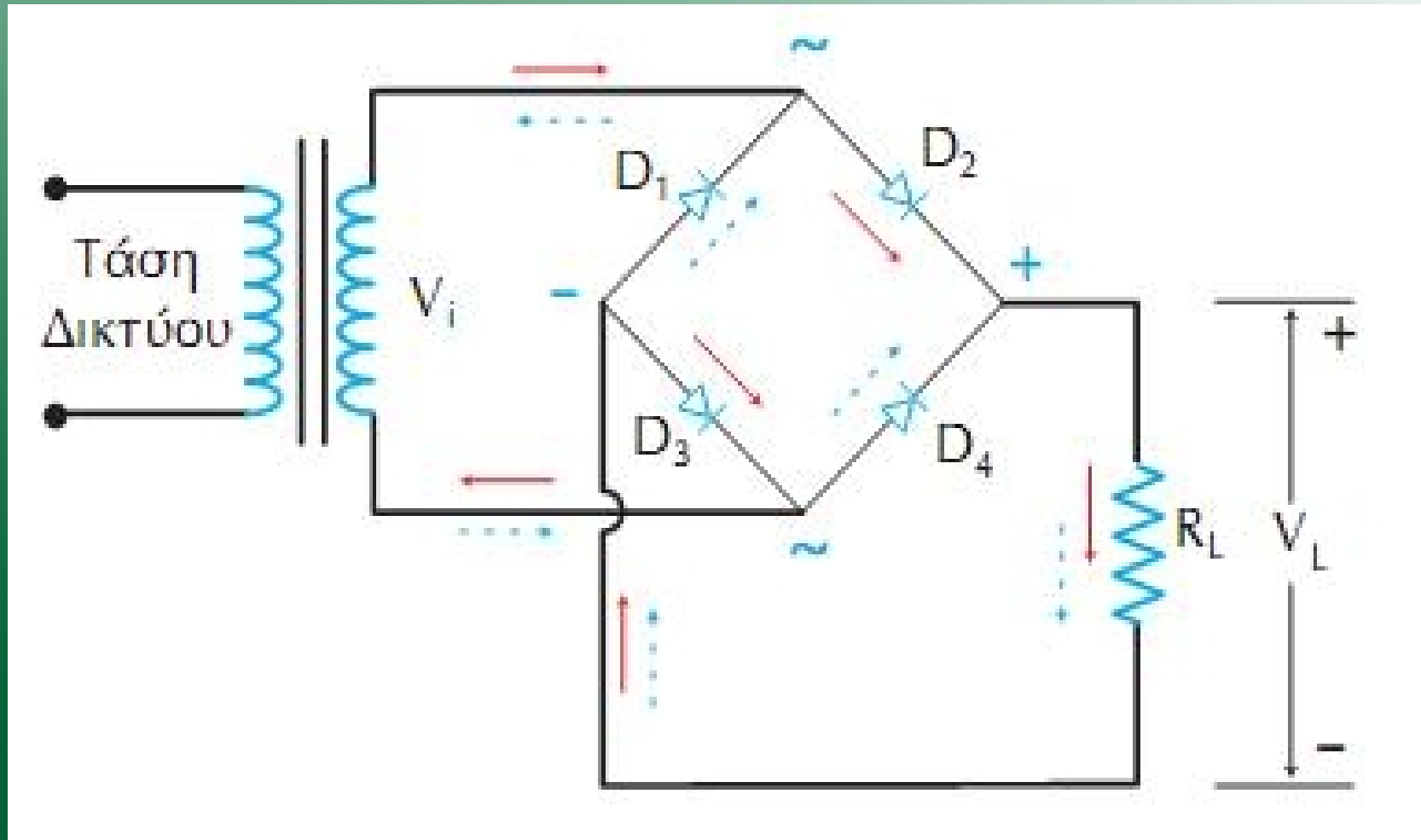
$$V_{dc} = \frac{V_m}{\pi} \approx 0,318 V_m = \frac{I_m}{\pi} R_L$$

$$I_{rms} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0,707 I_m, \quad V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = 0,707 V_m$$

Κύκλωμα Πλήρους ανόρθωσης Γραφικές παραστάσεις



Κύκλωμα Πλήρους ανόρθωσης με γέφυρα διόδων



Τύποι για την Πλήρη ανόρθωση

- Μέγιστο Ρεύμα στο φορτίο:
- Μέγιστη τάση στο φορτίο:
- Μέση τιμή ρεύματος:
- Μέση τάση ρεύματος:
- Ενεργός τιμή ρεύματος:
- Ενεργός τιμή τάσης:

$$I_{mL} = \frac{V_m - V_Y}{R_F + R_L}$$

$$V_L = I_{mL} R_L = \frac{V_m - V_Y}{R_F + R_L} R_L$$

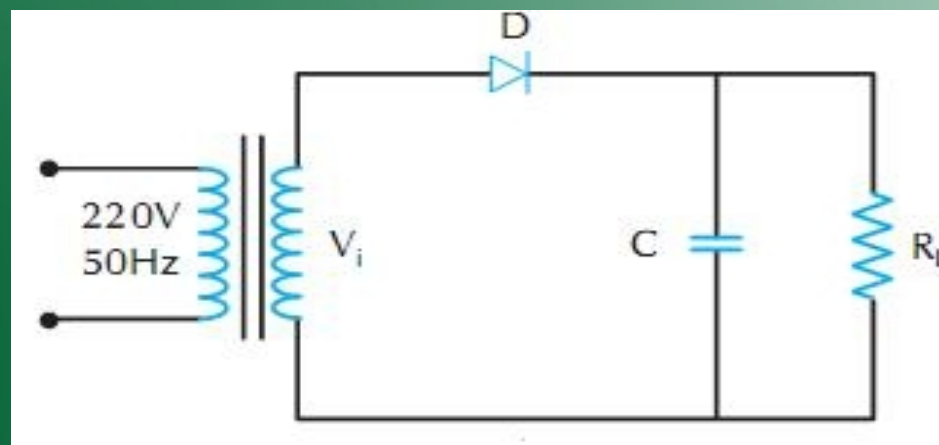
$$I_{dc} = \frac{V_{dc}}{R_L} = \frac{2V_m}{\pi R_L} = 0,636 I_m$$

$$V_{dc} = \frac{2V_m}{\pi} = 0,636 V_m$$

$$V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}, \quad I_{rms} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

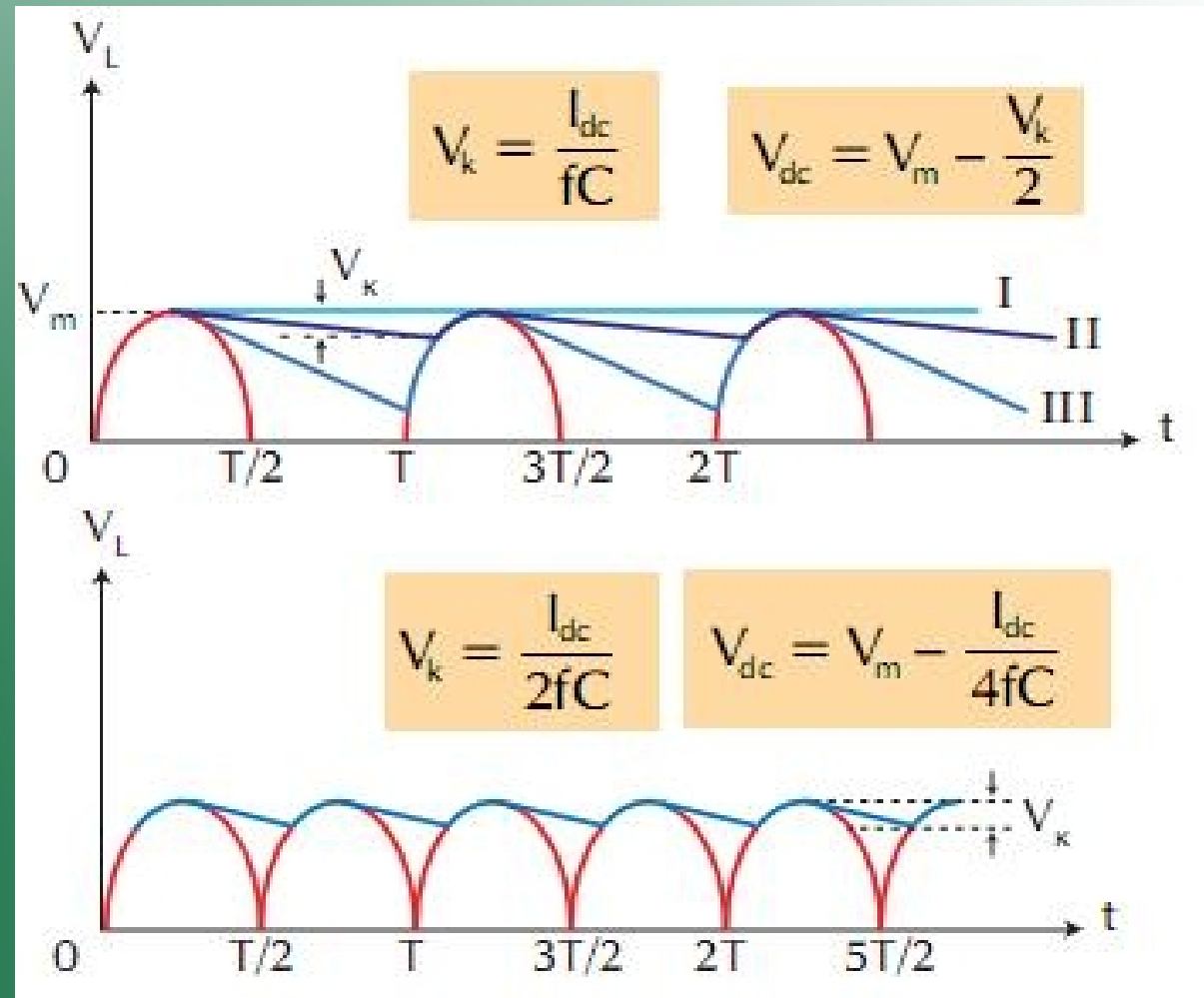
Φίλτρο εξομάλυνσης με πυκνωτή (Ανιχνευτής κορυφής)

- Τα φίλτρα είναι ηλεκτρονικές διατάξεις που εξομαλύνουν μια τάση, αποκόπτοντας ανεπιθύμητες συχνότητες σημάτων.
- Το φίλτρο πυκνωτή αποτελείται από ένα πυκνωτή συνδεδεμένο παράλληλα στο φορτίο.

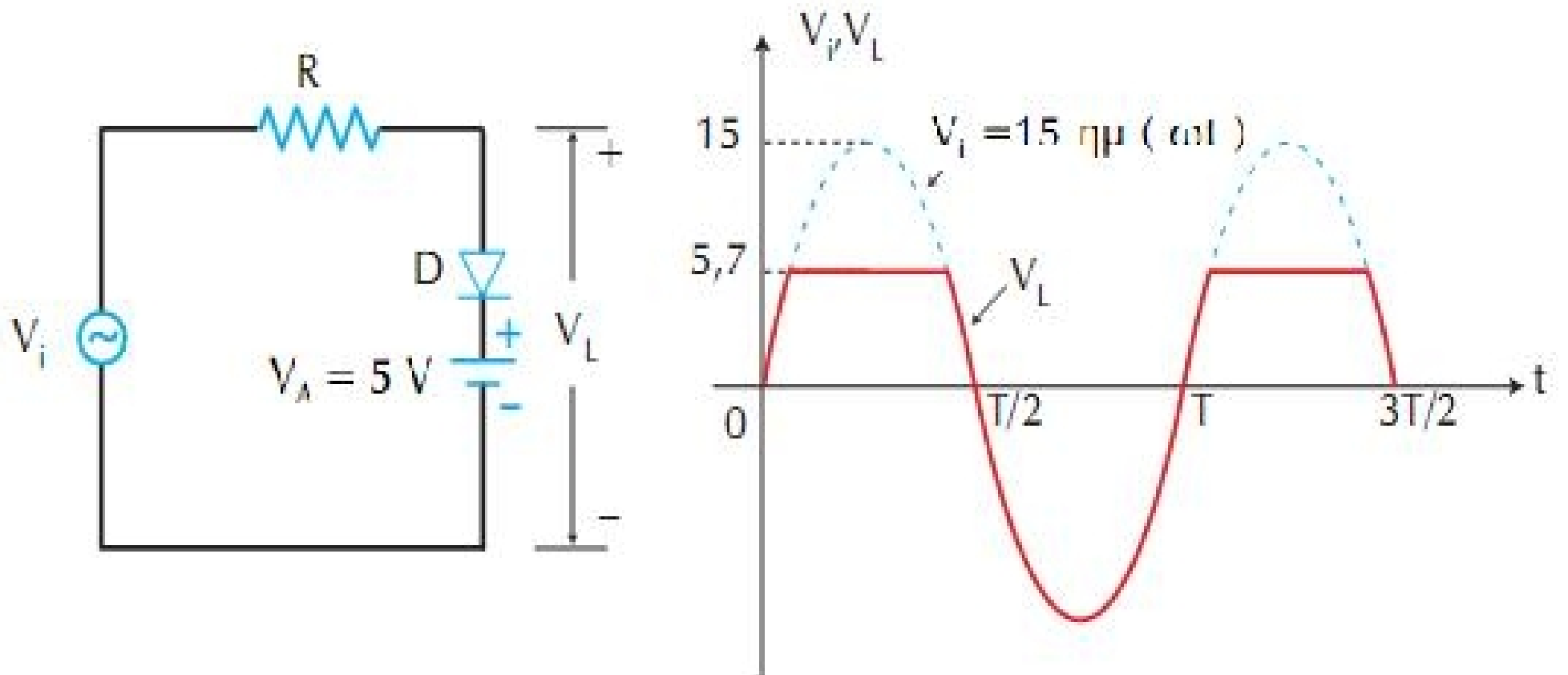


Εξομάλυνση κυμαινόμενης τάσης

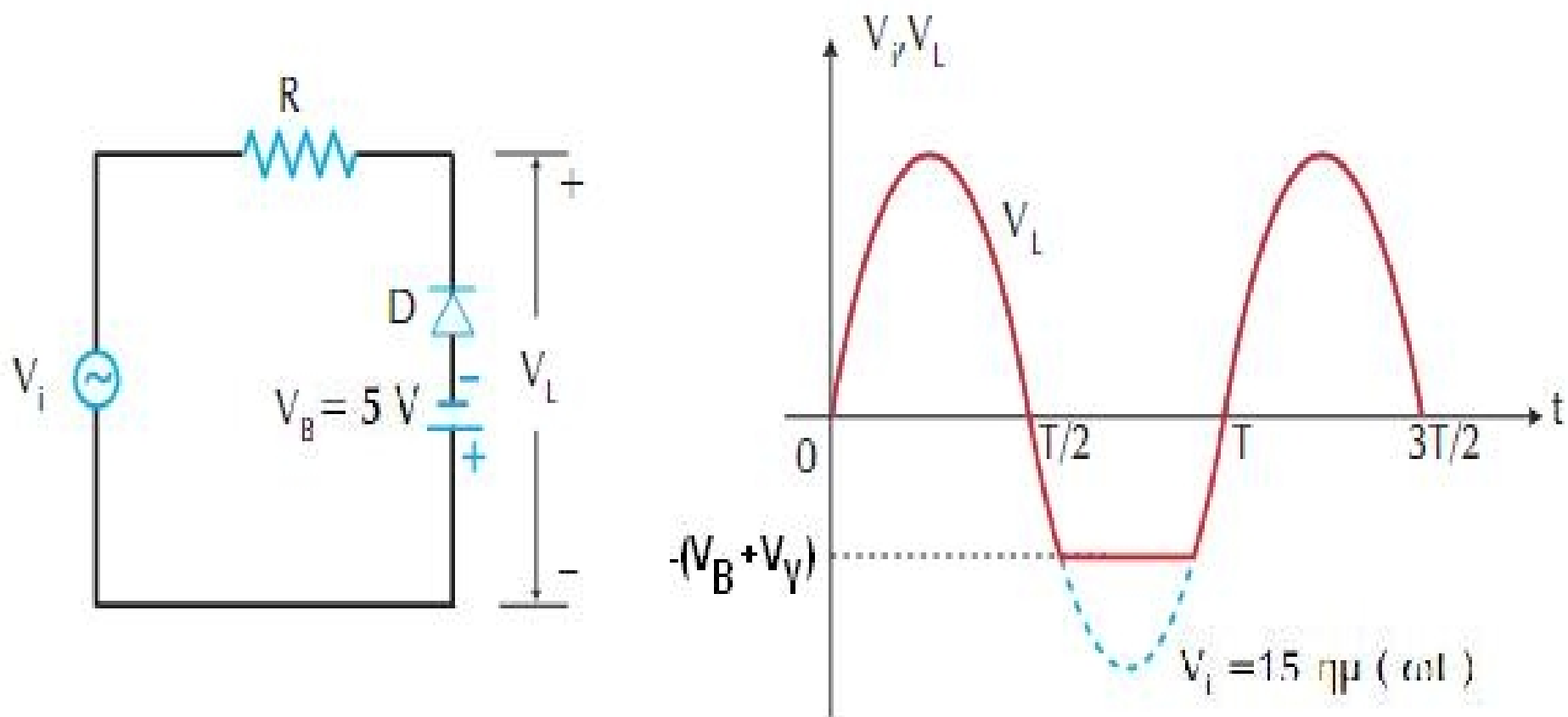
Το φίλτρο πυκνωτή εξομαλύνει την κυμαινόμενη τάση, μετατρέποντάς την σε σταθερή συνεχή τάση με χαμηλή κυμάτωση.



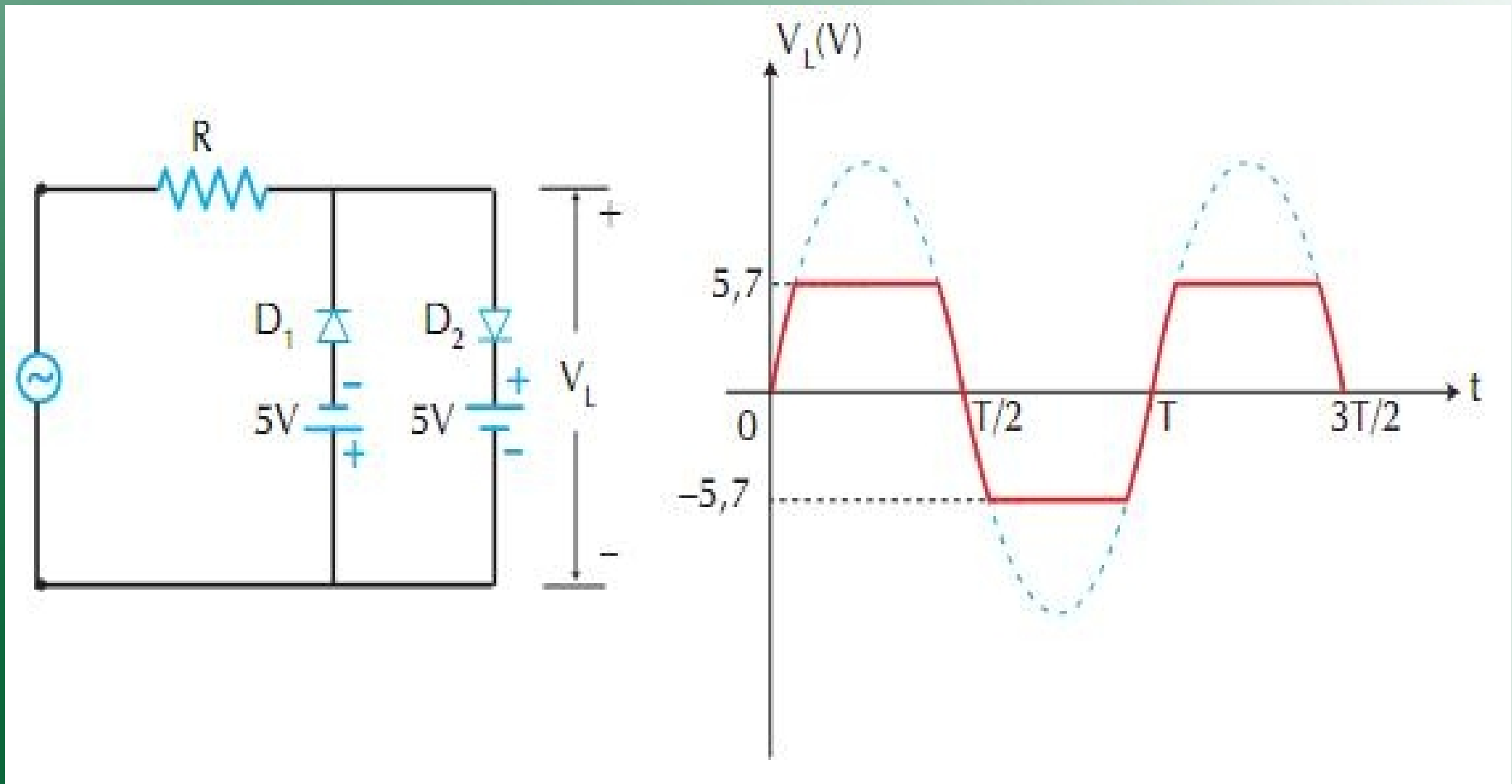
Κύκλωμα θετικού ψαλιδιστή



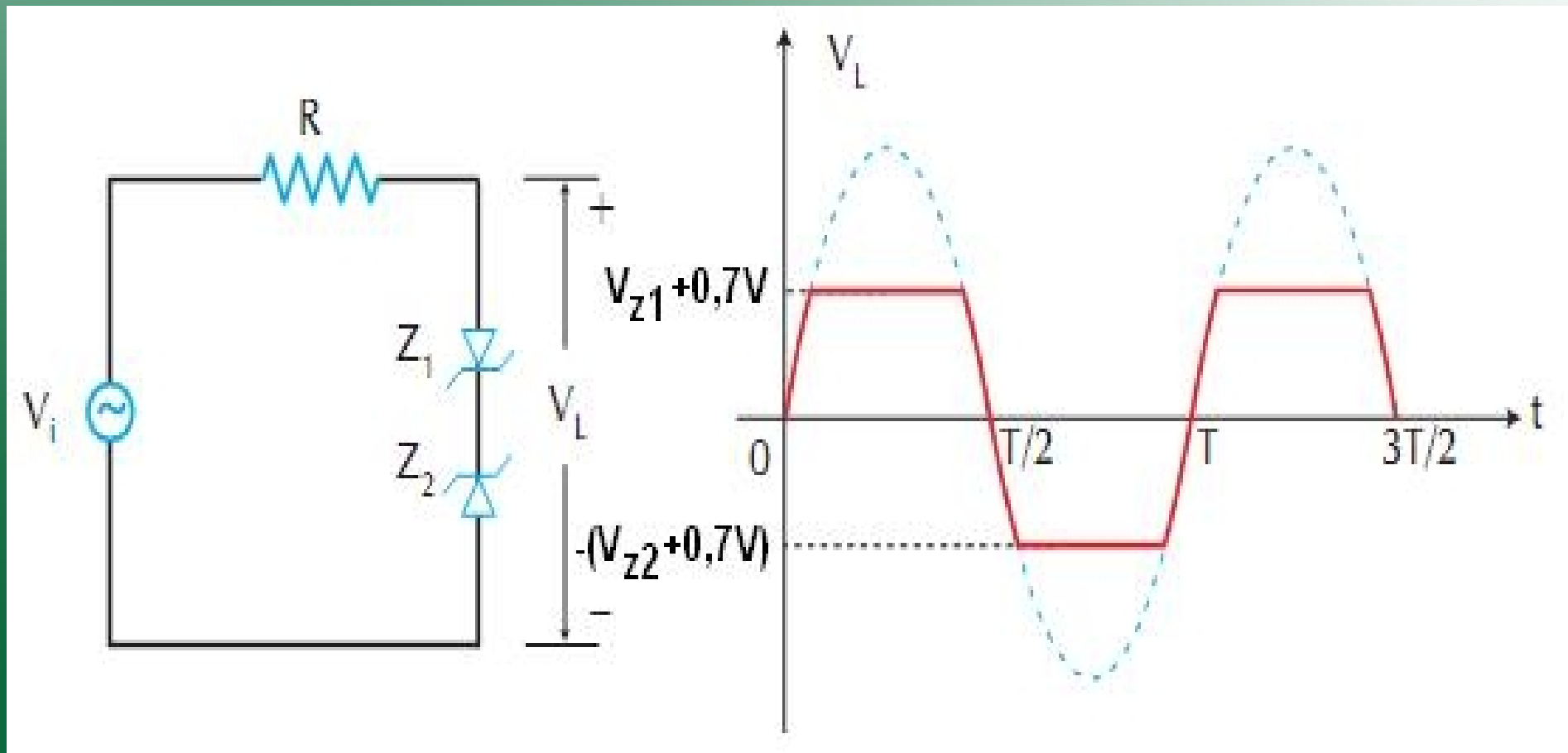
Κύκλωμα αρνητικού ψαλιδιστή



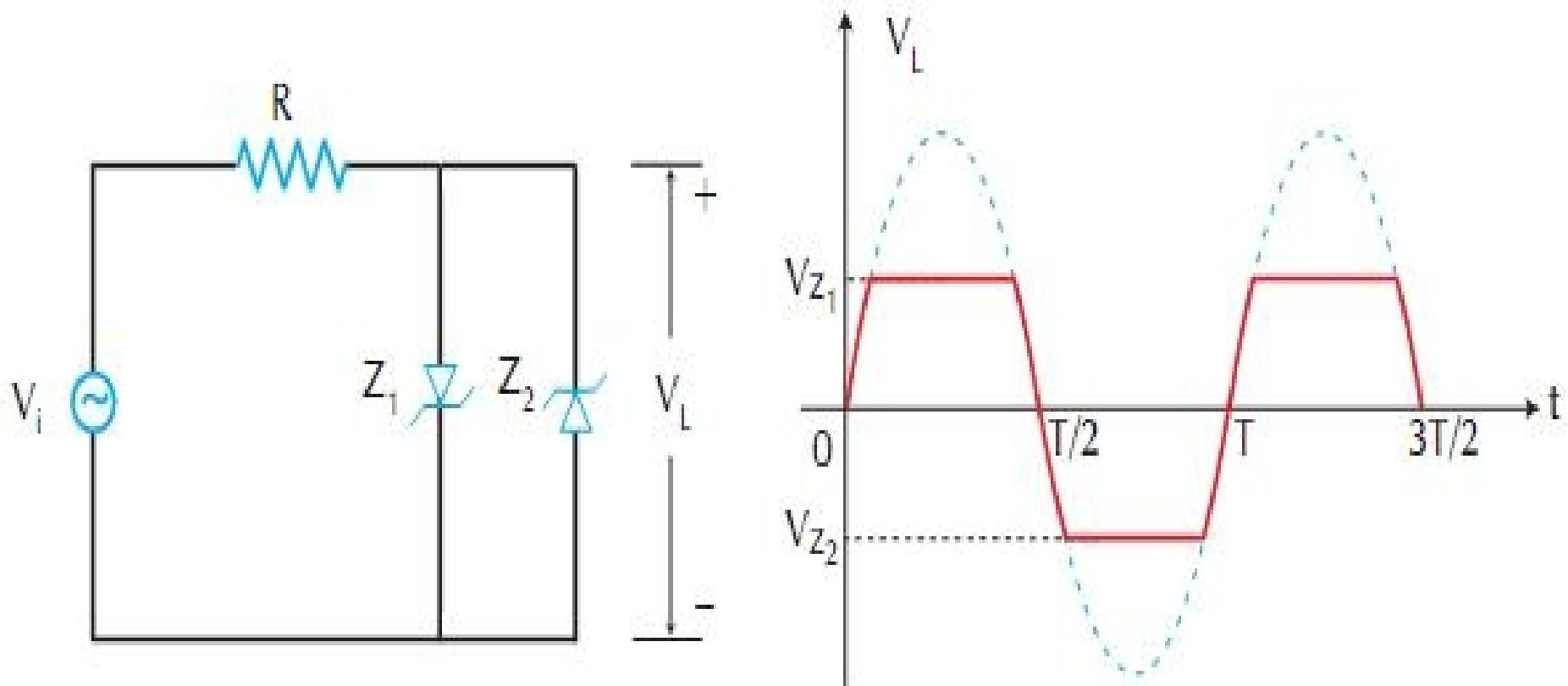
Διπλός ψαλιδιστής με διόδους



Διπλός ψαλιδιστής με zener (1)



Διπλός ψαλιδιστής με zener (2)



Διπλασιαστής τάσης

Ο διπλασιαστής τάσης είναι μια συνδεσμολογία διόδων και πυκνωτών που διπλασιάζει το πλάτος μιας εναλλασσόμενης τάσης.

