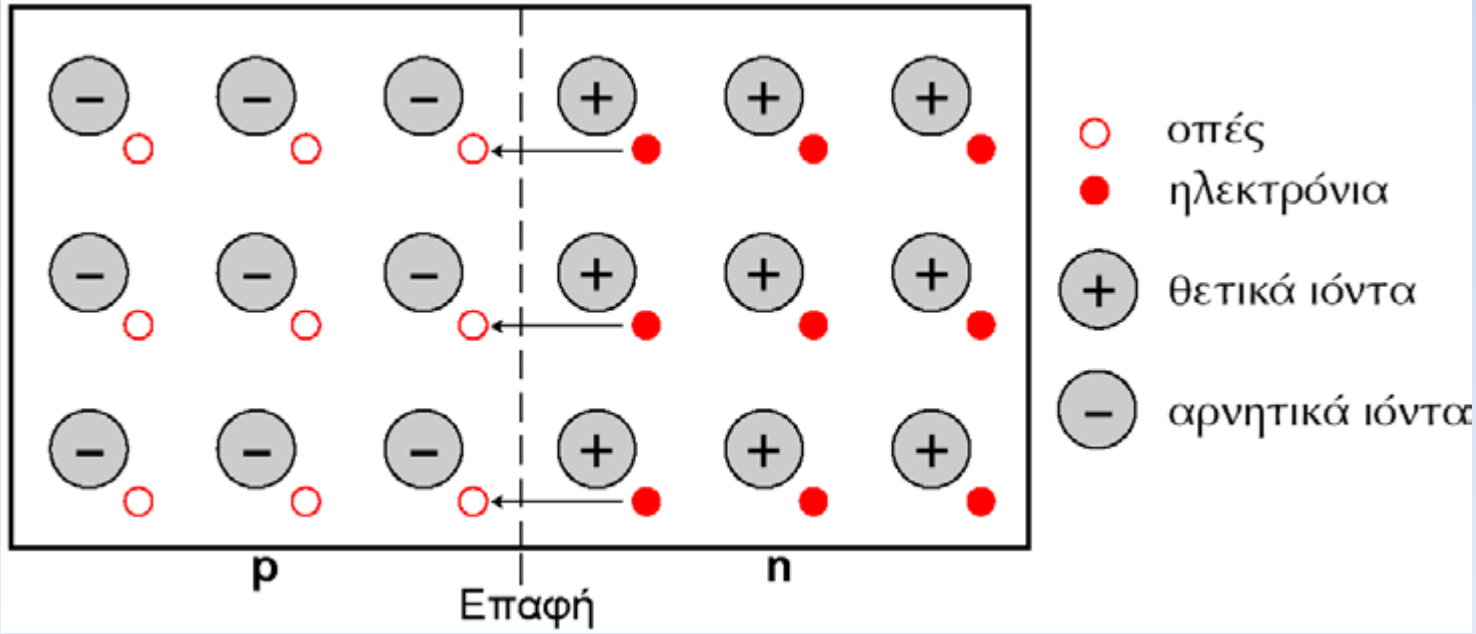
ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ – ΟΡΙΣΜΟΙ

Ημιαγωγός: είναι κάθε υλικό, όπως το γερμάνιο ή το πυρίτιο, που επιτρέπει να περνά το ηλεκτρικό φορτίο από μέσα του με κάποιες προϋποθέσεις, όπως είναι αύξηση της θερμοκρασίας ή η πρόσπτωση φωτός. Η ειδική αντίσταση των ημιαγωγών κυμαίνεται μεταξύ των αγωγών και των μονωτών.

p-n ημιαγωγός: στην θερμοκρασία δωματίου ένας ημιαγωγός τύπου p έχει πολλές οπές που οφείλονται στην πρόσμειξη και ελάχιστα ελεύθερα ηλεκτρόνια, που δημιουργούνται θερμικά. Αντίθετα ένας ημιαγωγός τύπου n έχει πολλά ελευθέρα ηλεκτρόνια και ελάχιστες οπές. Από μόνοι τους ένας p η n είναι χρήσιμοι όσο και μια αντίσταση από άνθρακα. Όμως εμπλουτίζοντας έναν ημιαγωγό κρύσταλλο έτσι ώστε ο μισός να είναι τύπου p και ο άλλος μισός τύπου n, δημιουργούμε ένα νέο στοιχειό που συμπεριφέρεται σαν μονόδρομος αγωγός.

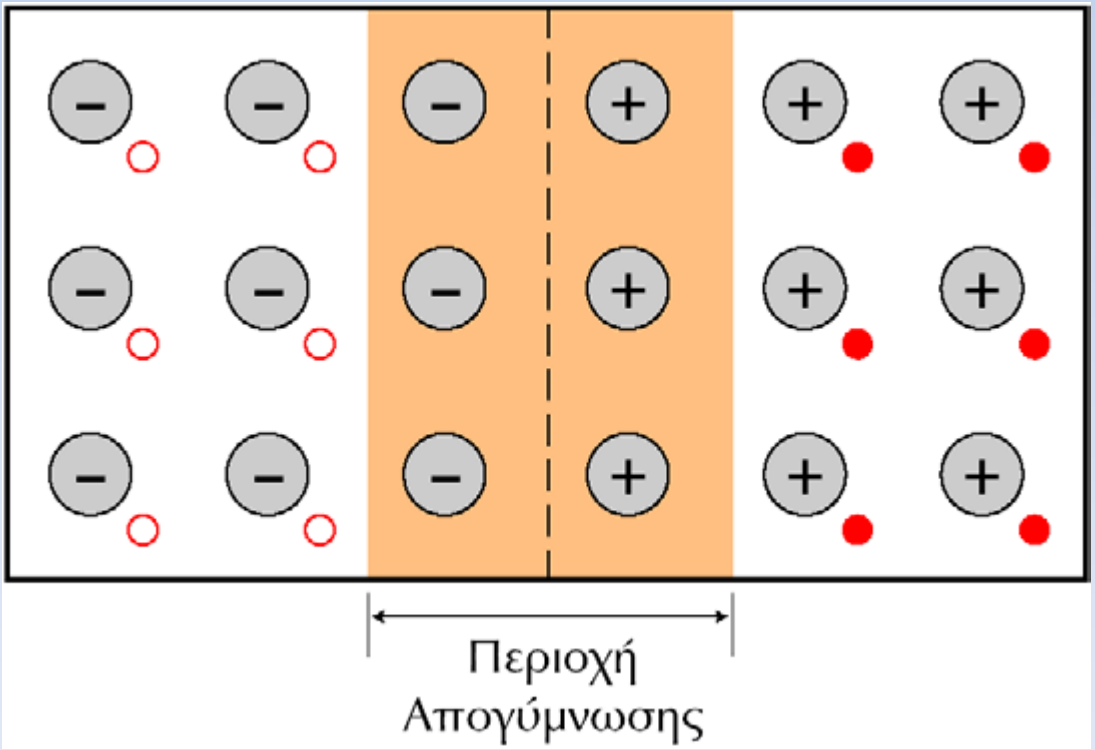
Επαφή p-n ή ένωση p-n δημιουργείται στην επιφάνεια επαφής ενός ημιαγωγού-p με έναν ημιαγωγό-n.
Δίοδος p-n είναι το ηλεκτρονικό εξάρτημα που προκύπτει από την ένωση ενός ημιαγωγού-p με έναν ημιαγωγό-n



Η ΖΩΝΗ ΑΠΟΓΥΜΝΩΣΗΣ

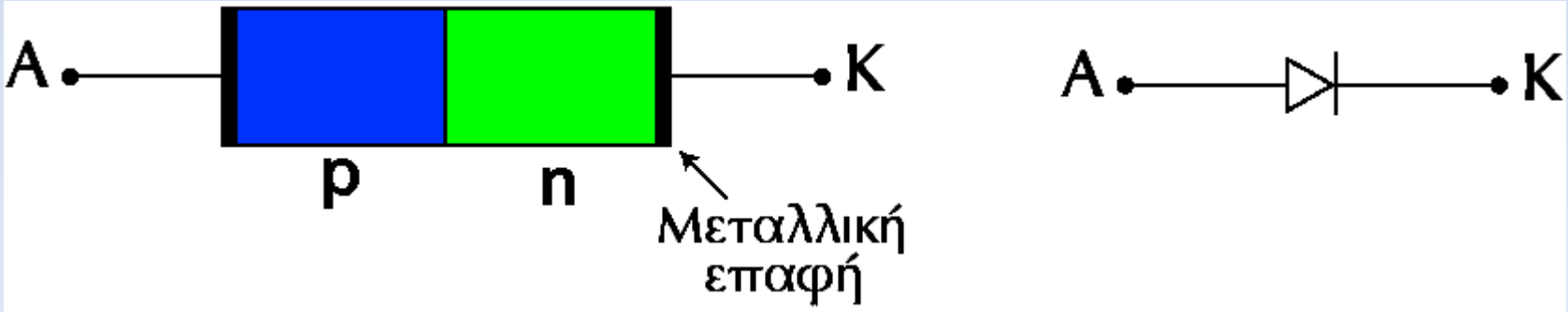
- Κατά την υλοποίηση της επαφής p-n, σημειώνεται μετακίνηση ηλεκτρονίων από τον ημιαγωγό-n προς τον ημιαγωγό-p, προς επανασύνδεση με τις παραπλήσιες οπές, οπότε λαμβάνει χώρα η αντίδραση: **ηλεκτρόνιο + οπή → ενέργεια.**
- Αποτέλεσμα αυτής της δράσης είναι η αλληλεξουδετέρωση των φορέων και η δημιουργία εκατέρωθεν της επαφής δύο τμημάτων «απογυμνωμένων» από τους φορείς τους, δηλ. ένα τμήμα στον ημιαγωγό-n με θετικά ιόντα μόνο, χωρίς ηλεκτρόνια και ένα τμήμα στον ημιαγωγό-p με αρνητικά ιόντα μόνο, χωρίς οπές.

Η ζώνη απογύμνωσης δημιουργεί φραγμό στη μετακίνηση ηλεκτρονίων διαμέσου αυτής. Το ελάχιστο δυναμικό Vo που πρέπει να επιβληθεί για να υπερπηδηθεί η ζώνη απογύμνωσης από τα ηλεκτρόνια ονομάζεται δυναμικό φραγμού.



ΔΙΟΔΟΣ p-n

- Η δίοδος p-n υλοποιείται με σύνδεση των άκρων των δύο ημιαγώγιμων τμημάτων p και n με μεταλλικές επαφές. Έτσι, προκύπτουν η άνοδος A και η κάθοδος K της διόδου, η οποία στα ηλεκτρικά κυκλώματα συμβολίζεται με ένα βέλος στην πλευρά p και μία γραμμή στην πλευρά n



ΕΝ’ ΣΥΝΕΧΕΙΑ

Η ζώνη απογύμνωσης της διόδου λειτουργεί ως πυκνωτής με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

Χωρητικότητα επαφής ή στατική χωρητικότητα φραγμού: **CT=ΔQ/ΔV= ε*(s/L)**

Διαφορά δυναμικού: **ΔV=Vo-V**

όπου: **ΔQ** η μεταβολή του φορτίου της ζώνης, **S** η επιφάνεια της ζώνης, **L** το μήκος της, **ε** η διηλεκτρική σταθερά του ημιαγωγού, **V** η εξωτερικά επιβαλλόμενη τάση, **Vo** το δυναμικό φραγμού (0.1V για το Ge και 0.5V για το Si).

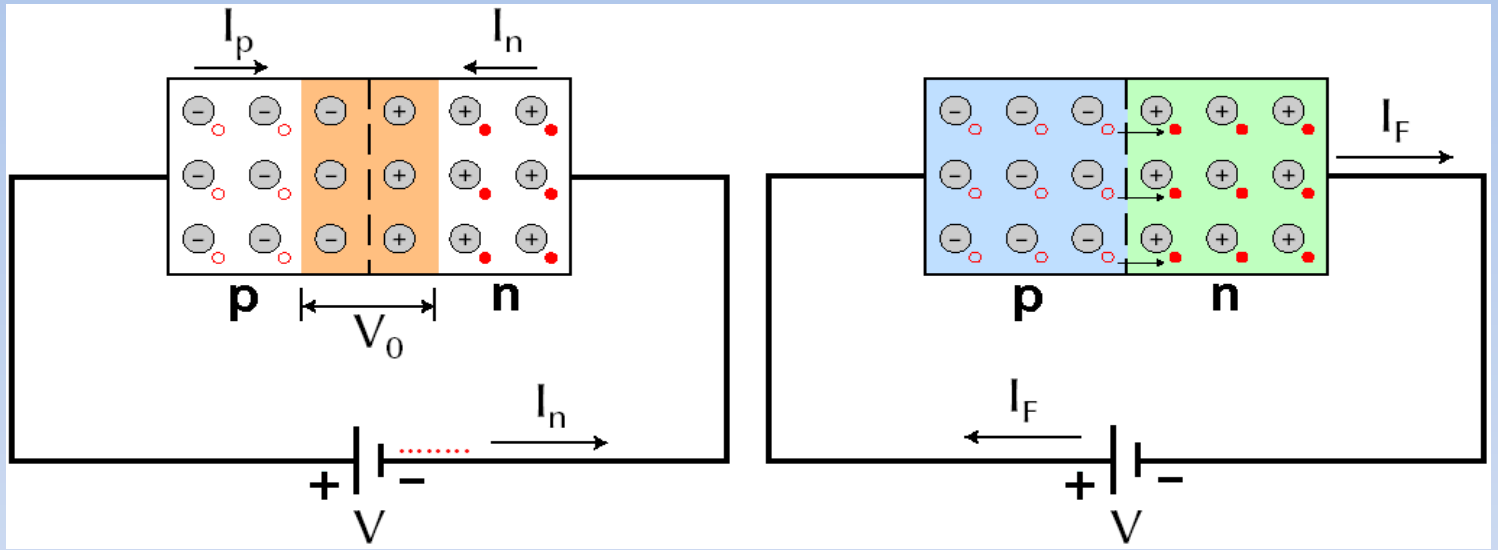
Η χωρητικότητα **CT** λαμβάνει τιμές στην περιοχή 1-100 pF.

ΠΟΛΩΣΗ ΔΙΟΔΟΥ p-n

Ανάλογα με την σύνδεση εξωτερικής πηγής με τα άκρα της διόδου p-n διακρίνουμε δύο είδη πόλωσής της:

- (α) Ορθή πόλωση (forward bias), όταν ο θετικός πόλος της εξωτερικής πηγής συνδέεται με το τμήμα p της διόδου.
- (β) Ανάστροφη πόλωση (reverse bias), όταν ο θετικός πόλος της εξωτερικής πηγής συνδέεται με το τμήμα n της διόδου.

(α) ΟΡΘΗ ΠΟΛΩΣΗ



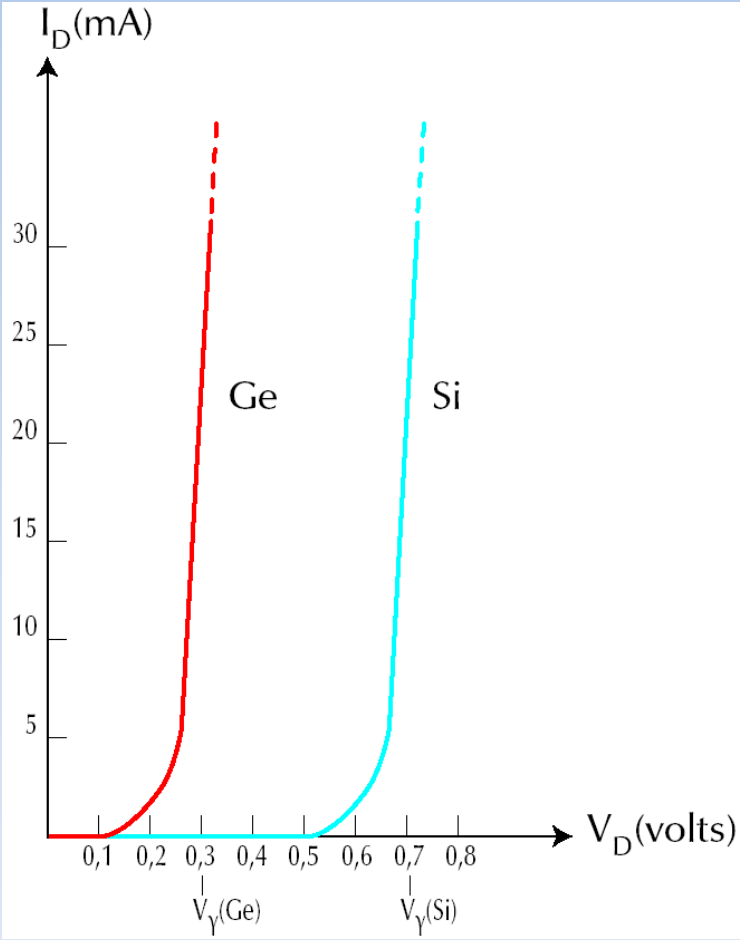
(α) (β)

Σχήμα: Ορθή πόλωση διόδου p-n
(α) V<Vo, (β) V>Vo

Με αύξηση της εξωτερικής τάσης, το μήκος της ζώνης απογύμνωσης βαθμιαία μειώνεται μέχρις ότου μηδενιστεί, οπότε ξεκινά ροή ρεύματος στο κύκλωμα προς μία κατεύθυνση.

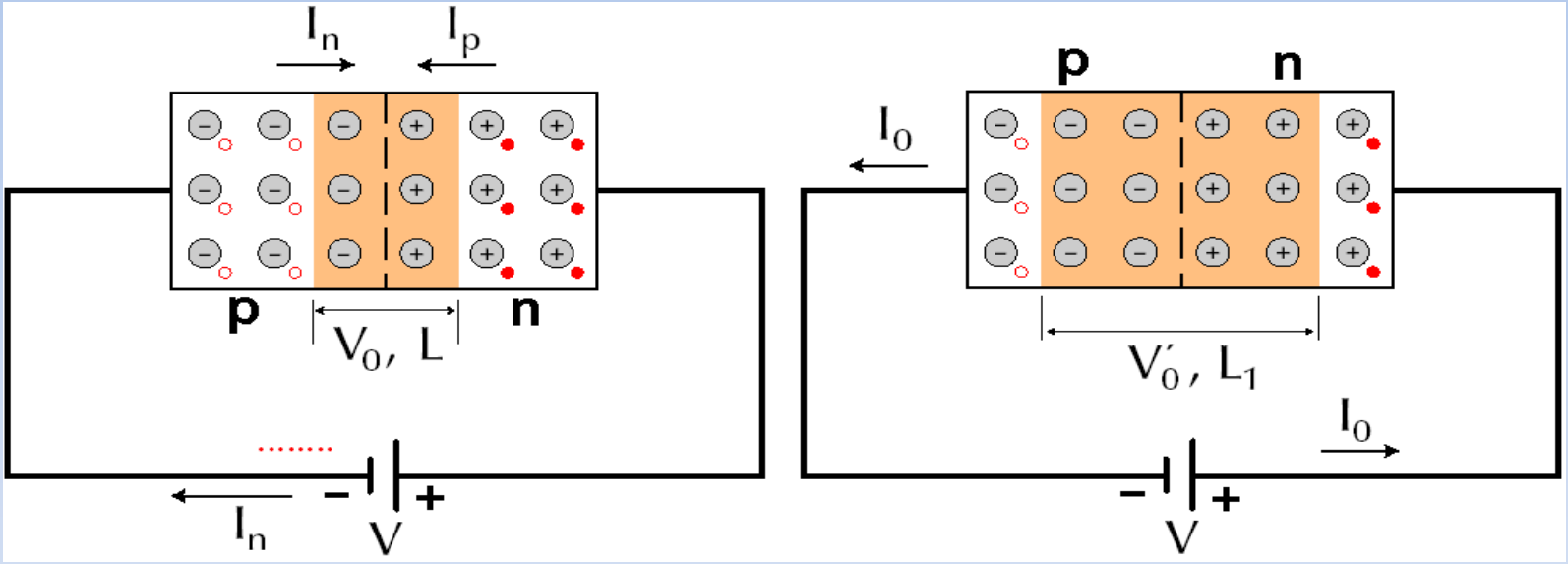
Κατευθείαν ρεύμα ή ρεύμα ορθής φοράς ή ρεύμα διάχυσης (forward current) (IF): Είναι το ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα και σημειώνεται με φορά αντίθετη προς τη φορά κίνησης των ηλεκτρονίων.

Χαρακτηριστική καμπύλη V-I διόδου p-n σε ευθεία πόλωση



Τάση γόνατος (Vγ): Είναι η τιμή της εξωτερικής τάσης, μετά την οποία αυτή αυξάνεται εκθετικά. Για το Ge λαμβάνει την τιμή 0.3V, ενώ για το Si την τιμή 0.7V.

(β) ΑΝΑΣΤΡΟΦΗ ΠΟΛΩΣΗ

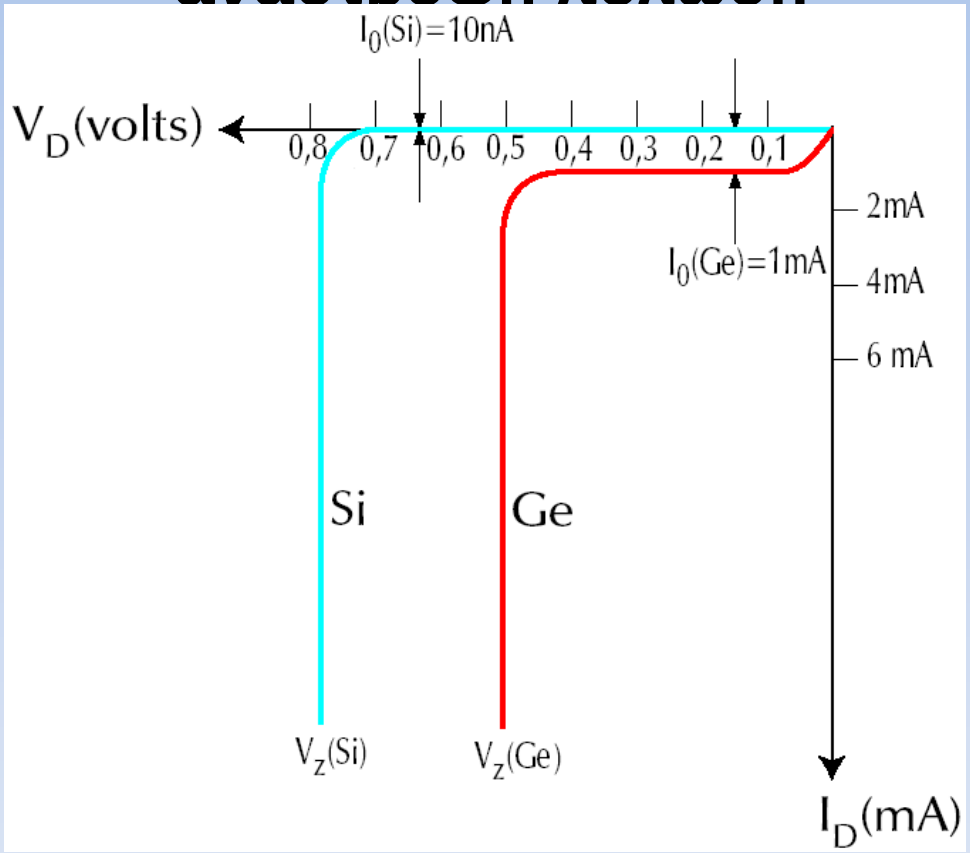


(α) (β)

Σχήμα: Ανάστροφη πόλωση διόδου p-n:
(α) V<Vo', (β) V>Vo'

Με αύξηση της εξωτερικής τάσης, το μήκος της ζώνης απογύμνωσης αυξάνεται συνεχώς (L1>L)και η δίοδος διαρρέεται από ένα πολύ μικρό ρεύμα (Io), που ονομάζεται ανάστροφο ρεύμα κόρου (της τάξης των μΑ) και παραμένει σχεδόν σταθερό.

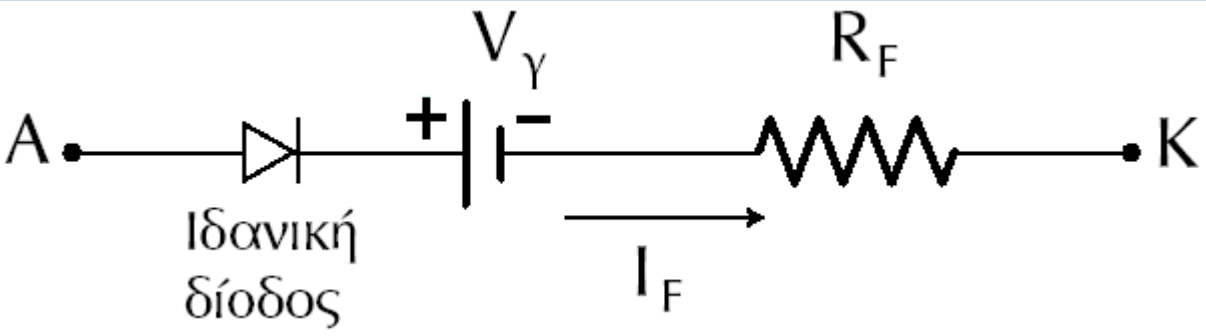
Χαρακτηριστική καμπύλη V-I διόδου p-n σε ανάστροφη πόλωση



Όταν η εξωτερική τάση φθάσει μια ορισμένη τιμή (Vz) που λέγεται τάση διάσπασης ή τάση Zener, παρατηρείται ραγδαία αύξηση του ρεύματος. Το φαινόμενο καλείται κατάρρευση της διόδου. Παρουσιάζεται η χαρακτηριστική καμπύλη V-I της διόδου σε ανάστροφη πόλωση.

ΚΥΚΛΩΜΑΤΙΚΑ

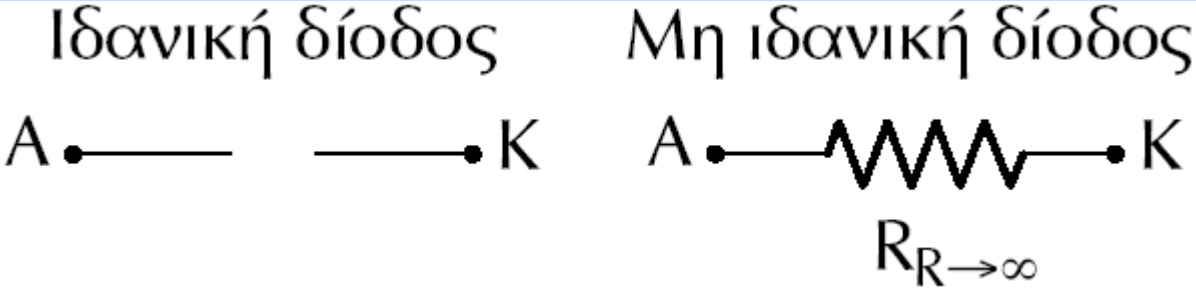
- Η ορθά πολωμένη δίοδος p-n λειτουργεί ως κλειστός διακόπτης και το αντίστοιχο ισοδύναμο κύκλωμά είναι:



Σχήμα: Ισοδύναμο κύκλωμα διόδου p-n με ορθή πόλωση

ΣΥΝΕΧΕΙΑ…

- Η ανάστροφα πολωμένη δίοδος p-n αντιμετωπίζεται σε κύκλωμα ως ανοικτός διακόπτης (ιδανική δίοδος) ή ως πολύ μεγάλη αντίσταση (μη ιδανική δίοδος)



Σχήμα: Ισοδύναμο κύκλωμα διόδου p-n με ανάστροφη πόλωση

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Η δίοδος μπορεί να χρησιμοποιείται ως:

- Ανορθωτής σε αναλογικά ηλεκτρονικά κυκλώματα (ελεγχόμενοι διακόπτες για τη διέλευση ή όχι του ηλ. ρεύματος – ημιανόρθωση, πλήρης ανόρθωση)
- Ψαλιδιστές σε ψηφιακά ηλεκτρονικά κυκλώματα (παραγωγή παλμικών σημάτων).
- Συσκευή ελέγχου για την ασφαλή κατεύθυνση του ρεύματος.
- Πολλαπλασιαστής για ανύψωση της τάσης σε εφαρμογές χαμηλής ηλεκτρικής ισχύος, π.χ. σε παλμογράφο, οθόνη Η/Υ, κλπ.
- Για την καταστολή του σπινθήρα που παράγεται στο διακόπτη, όταν διακόπτεται ένα κύκλωμα με υψηλή επαγωγική αντίσταση (π.χ. ένα πηνίο).

ΔΙΟΔΟΙ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΠΟΥΝ / ΑΝΙΧΝΕΥΟΥΝ ΦΩΣ

(α) Δίοδος φωτοεκπομπής (LED = light-emitting diode)

- Χρησιμοποιείται ως συσκευή ένδειξης.
- Η LED λειτουργεί ορθά πολωμένη και, όταν διαρρέεται από ρεύμα, εκπέμπει φως.
- Υλικά κατασκευής: Ga, As, P.
- Εκπέμπει κόκκινο, πράσινο, κίτρινο, μπλε, πορτοκαλί και υπέρυθρο φως.
- Επειδή μπορεί να δεχτεί μέχρι μία μέγιστη τιμή ρεύματος χωρίς να καταστραφεί, γι' αυτό συνήθως συνδέεται σε σειρά με μία αντίσταση (περιοχή λειτουργίας: 1.5 - 2.2 Volts).
- Σε σχέση με τους λαμπτήρες πυρακτώσεως, έχει χαμηλή τάση λειτουργίας, μεγάλη διάρκεια ζωής και ταχεία διακοπτική λειτουργία (απόκριση).

ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΦΩΤΟΣ

(β) Φωτοδίοδος

- Χρησιμοποιείται ως ανιχνευτής φωτός.
- Λειτουργεί ανάστροφα πολωμένη.
- Όταν αυξάνεται η ένταση του φωτός, τότε αυξάνεται και το ανάστροφο ρεύμα που περνά μέσα από τη φωτοδίοδο (πολύ μικρό ρεύμα, μερικά μΑ).

Συνδυασμός φωτοδιόδου και διόδου LED μπορεί να χρησιμοποιηθεί γίνει για τη μέτρηση της ταχύτητας περιστροφής ενός τροχού: παρεμβάλλοντας τις εγκοπές του τροχού μεταξύ μιας LED και μιας φωτοδιόδου, αναγκάζουμε τη φωτοδίοδο να ανιχνεύει ουσιαστικά παλμούς φωτός (δηλαδή, διαδοχές από σκοτάδι και φως). Οι παλμοί αυτοί μπορούν στη συνέχεια να αναλυθούν με τη βοήθεια υπολογιστή και έτσι να προκύψει, σε αναλογία με τη συχνότητά τους, η ταχύτητα περιστροφής.