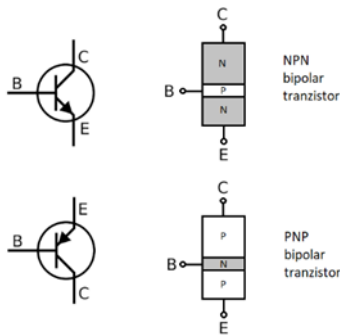


Ερωτήσεις – Απαντήσεις BJT

1. Ποια είναι η φυσική μορφή και η συμβολική απεικόνιση ενός τρανζίστορ;



Υπάρχουν δύο είδη transistors: npn & pnp. Η φυσική μορφή ενός τρανζίστορ npn περιλαμβάνει έναν ημιαγωγό τύπου -p ο οποίος έχει αναπτυχθεί ανάμεσα σε δύο ημιαγωγούς τύπου -n. Η φυσική μορφή ενός τρανζίστορ pnp περιλαμβάνει έναν ημιαγωγό τύπου -n ο οποίος έχει αναπτυχθεί ανάμεσα σε δύο ημιαγωγούς τύπου -p. Τα transistors είναι εξαρτήματα με τρεις ακροδέκτες: Την βάση (B), τον εκπομπό (E) και τον συλλέκτη (C).

Η φυσική μορφή και η συμβολική απεικόνιση παρουσιάζονται στο σχήμα.

2. Τα BJT είναι ενεργά ή παθητικά εξαρτήματα; Ποιο είναι το κύριο χαρακτηριστικό ενός BJT;

Ενεργά λέγονται τα εξαρτήματα, που μπορούν να ελέγξουν κάποιο ηλεκτρικό ρεύμα μέσω μιας τάσης ή μέσω ενός άλλου ηλεκτρικού ρεύματος. Τα ενεργά εξαρτήματα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες αυτά που ελέγχουν το ρεύμα μέσω μιας τάσης (voltage-controlled devices) όπως είναι τα transistors πεδίου (FET) και τα εξαρτήματα που ελέγχουν το ρεύμα μέσω ενός άλλου ρεύματος (current-controlled devices.) όπως είναι τα διπολικά transistors (BJT). Το κύριο χαρακτηριστικό ενός BJT είναι ότι ελέγχει ένα μεγάλο ρεύμα (μερικά mA) στον συλλέκτη μέσω ενός μικρού (μερικά μA) ρεύματος στην Βάση.

3. Κατασκευαστικά χαρακτηριστικά ενός BJT: Επίπεδα νόθευσης και διαστάσεις.

Τυπικές τιμές της νόθευσης σε ένα BJT είναι οι ακόλουθες: E 10^{18} , B: 10^{15} , C: 10^{14} atoms/cm³. Η βάση έχει μικρή νόθευση άρα έχει λίγες οπές (σε npn). Η βάση είναι στενή γι' αυτό το ηλεκτρόνια που φτάνουν από τον E στην βάση δεν προλαβαίνουν να επανασυνδεθούν με τις λίγες οπές της βάσης και έτσι διαχέονται στον συλλέκτη.

4. Τα τρανζίστορ είναι συμμετρικά εξαρτήματα; μπορούμε σε ένα κύκλωμα να ανταλλάξουμε την θέση του εκπομπού και του συλλέκτη;

Εκ πρώτης όψεως ένα τρανζίστορ (ειδικότερα εάν κάνεις κοιτάξει τη φυσική μορφή του) μοιάζει να είναι ένα συμμετρικό εξάρτημα. Στην πραγματικότητα όμως δεν είναι. Αυτό οφείλεται στην διαφορά νόθευσης που υπάρχει ανάμεσα στον Εκπομπό και τον Συλλέκτη. Ο Εκπομπός είναι το μέρος του εξαρτήματος με τη μεγαλύτερη νόθευση. Η νόθευση του συλλέκτη είναι τρεις με τέσσερις τάξεις μεγέθους μικρότερη από αυτή του εκπομπού. Για τον λόγο αυτό το τρανζίστορ δεν είναι συμμετρικό εξάρτημα.

5. Τάσεις και ρεύματα σε ένα transistor. Τι δείχνει το βέλος στο σύμβολο του BJT;

Όταν μελετάμε τα BJT χρησιμοποιούμε τρεις συμβολισμούς για τις τάσεις:

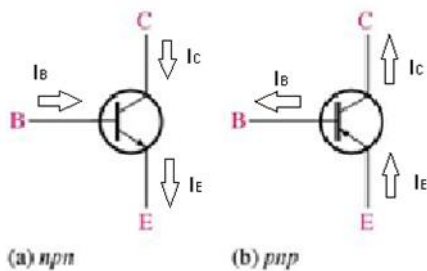
V_{BE} : Η τάση από την Βάση στον Εκπομπό (είναι ίση με την τάση πόλωσης μιας διόδου συνήθως 0,7V).

V_{CE} : Η τάση από τον Συλλέκτη στον Εκπομπό.

V_{CC} : Συμβολισμός που χρησιμοποιείται για την τάση της εξωτερικής πηγής τάσης που συνδέεται στον Συλλέκτη.

V_{BB} : Συμβολισμός που χρησιμοποιείται για την τάση της εξωτερικής πηγής τάσης που συνδέεται στη Βάση.

V_{EE} : Συμβολισμός που χρησιμοποιείται για την τάση της εξωτερικής πηγής τάσης που συνδέεται στον Εκπομπό.



V_C : Συμβολισμός που χρησιμοποιείται για την τάση από το C μέχρι τη γείωση.

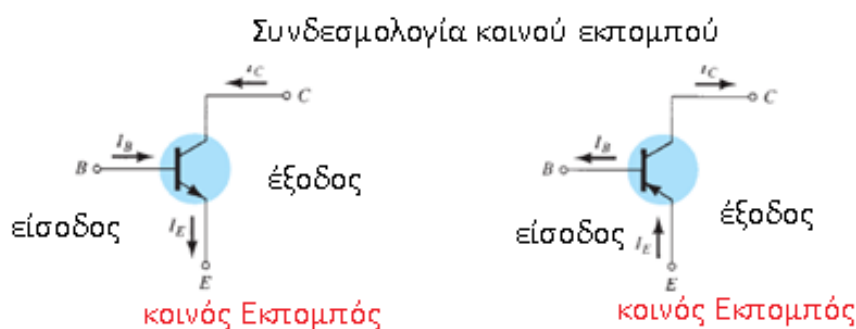
V_E : Συμβολισμός που χρησιμοποιείται για την τάση από τον εκπομπό E μέχρι τη γείωση.

V_B : Συμβολισμός που χρησιμοποιείται για την τάση από την Βάση B μέχρι τη γείωση.

Το βέλος στον εκπομπό δείχνει την κατεύθυνση του ρεύματος. Σε ένα transistor npn το ρεύμα βγαίνει από τον εκπομπό ενώ σε ένα transistor pnp το ρεύμα μπαίνει στον εκπομπό. Τα ρεύματα έχουν σημειωθεί στο σχήμα.

(μνημονικός κανόνας **not pointing in** npn)

6. Ποια είναι η δυσκολία με τα κυκλώματα των τρανζίστορ;

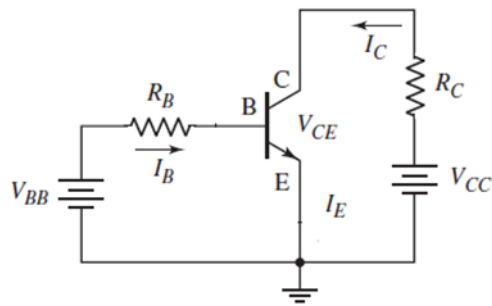


Όσοι ασχολούνται για πρώτη φορά με τα τρανζίστορ αντιμετωπίζουν την εξής δυσκολία: Μέχρι τώρα ασχοληθήκαμε

με εξαρτήματα, τα οποία είχαν δύο ακροδέκτες. Κάποια από αυτά ήταν γραμμικά, όπως οι αντιστάσεις, και άλλα μη γραμμικά, όπως οι διόδοι. Σε αυτά τα εξαρτήματα υπήρχε μόνο μία τάση (αυτή που εφαρμοζόταν ανάμεσα στους δύο ακροδέκτες) και ένα ρεύμα (το ρεύμα που διαρρέει το εξάρτημα). Τα τρανζίστορ είναι διατάξεις με τρεις ακροδέκτες και αυτό φαίνεται να δημιουργεί μία δυσκολία. Εάν το τρανζίστορ είχε τέσσερις ακροδέκτες θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι δύο από αυτούς χρησιμοποιούνται για την είσοδο του σήματος και οι άλλοι δύο για την έξοδο (όπως

συμβαίνει με τον ενισχυτή του στερεοφωνικού σας). Το γεγονός ότι το τρανζίστορ έχει τρεις ακροδέκτες, μας υποχρεώνει να χρησιμοποιήσουμε έναν από αυτούς τόσο στο κύκλωμα εισόδου όσο και στο κύκλωμα εξόδου, δηλαδή ένας ακροδέκτης θα είναι **κοινός**. Η πιο διαδεδομένη συνδεσμολογία είναι αυτή που χρησιμοποιεί τον εκπομπό σαν κοινό ακροδέκτη και ονομάζεται **συνδεσμολογία κοινού εκπομπού**.

7. Είναι το τρανζίστορ ένα εξάρτημα plug-and-play;



Όχι. Για να μπορέσει το τρανζίστορ να δουλέψει σε ένα κύκλωμα (για παράδειγμα να ενισχύσει ένα ασθενές σήμα), θα πρέπει πρώτα να το έχουμε συνδέσει κατάλληλα με εξωτερικές πηγές τάσης. Το σχήμα δείχνει την τροφοδοσία ενός BJT ηρη σε συνδεσμολογία κοινού εκπομπού. Η είσοδος περιλαμβάνει την Βάση και τον Εκπομπό από και η έξοδος

των Συλλέκτη και τον Εκπομπό. Επειδή το τρανζίστορ αποτελείται από επαφές p-n είναι λογικό να συνδέσουμε σε σειρά κάποιες αντιστάσεις προστασίας. Την αντίσταση που είναι κοντά στη Βάση την ονομάζουμε R_B και την αντίσταση που είναι κοντά στον Συλλέκτη την ονομάζουμε R_C . Η τάση τροφοδοσίας κοντά στην Βάση ονομάζεται V_{BB} και η τάση τροφοδοσίας κοντά στον Συλλέκτη V_{CC} (ερώτηση 5). Πώς αποφασίζουμε ποια είναι πολικότητα των πηγών τάσης, δηλαδή ποιος πόλος θα είναι προς τα πάνω και ποιος προς τα κάτω; Από το βελάκι που υπάρχει στον Εκπομπό. Αυτό δείχνει τη φορά του ρεύματος στο τρανζίστορ. Στο ηρη το ρεύμα βγαίνει από τον Εκπομπό γι' αυτό το + της πηγής τάσης να είναι προς τα πάνω, τόσο στο κύκλωμα εισόδου όσο και στο κύκλωμα εξόδου. Αντίθετα σε ένα τρανζίστορ rnr όπου το ρεύμα μπαίνει στον Εκπομπό, το + των εξωτερικών πηγών τροφοδοσίας είναι προς τα κάτω.

8. Ποιες είναι οι κύριες ιδιότητες ενός BJT;

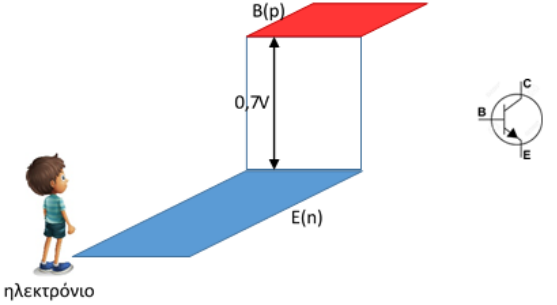
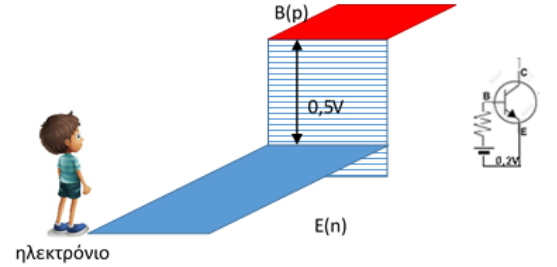
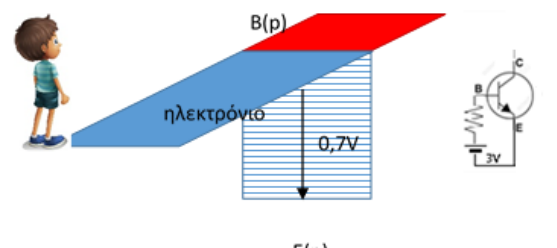
1. Είναι ενεργό εξάρτημα με 3 ακροδέκτες.
2. Επίπεδα νόθευσης; Εκπομπός: 10^{18} ατ. προσμ/cm³, Βάση: 10^{15} ατ. προσμ/cm³, Συλλέκτης: 10^{14} ατ. προσμ/cm³
3. Παρ' ότι φαίνεται συμμετρικό (ηρη ή rnr) στην πραγματικότητα είναι ασύμμετρο εξαιτίας της μεγάλης διαφοράς νόθευσης του Συλλέκτη και του Εκπομπού.
4. Σε ένα BJT μπορεί και εφαρμόζεται ταυτόχρονα συνεχής και μεταβαλλόμενη τάση χωρίς να μπλέκονται μεταξύ τους.
5. Μπορεί και ενισχύει το μεταβαλλόμενο σήμα που εφαρμόζεται στην είσοδο.
6. Ένα πολύ μικρό ρεύμα που μπαίνει στη βάση μπορεί και ελέγχει ένα πολύ μεγαλύτερο ρεύμα που ρέει ανάμεσα στον Συλλέκτη και τον Εκπομπό.
7. Το σήμα που παίρνουμε στην έξοδο είναι όμοιο με αυτό της εισόδου αλλά έχει μεγαλύτερη ισχύ.

8. Την επιπλέον ισχύ την δίνει το κύκλωμα πόλωσης δηλαδή η dc τάση που εφαρμόζεται.
9. Δεν μας ενδιαφέρει απλά η ενίσχυση τάσης. Η τάση μπορεί να αυξηθεί με έναν μετασχηματιστή όμως ο μετασχηματιστής δεν αυξάνει την ισχύ.

9. Το τρανζίστορ αποτελείται από δύο διεπαφές p-n. Πώς είναι οι πολωμένες;

Η πόλωση των διεπαφών εξαρτάται από τις εξωτερικές τάσεις που εφαρμόζονται. Προς το παρόν όμως αυτό που πρέπει να θυμάται κανείς είναι ότι η διεπαφή Βάσης-Εκπομπού είναι ορθά πολωμένη και η διεπαφή Βάσης-Συλλέκτη ανάστροφα. Αυτό φαίνεται στο κύκλωμα κοινού εκπομπού (ερώτηση 7) όπου ο θετικός πόλος της πηγής V_{BB} είναι συνδεδεμένος στην Βάση και ο αρνητικός στον εκπομπό. Η τάση V_{CC} πολώνει την επαφή B-C ανάστροφα αν και αυτό δεν είναι άμεσα προφανές από το σχήμα.

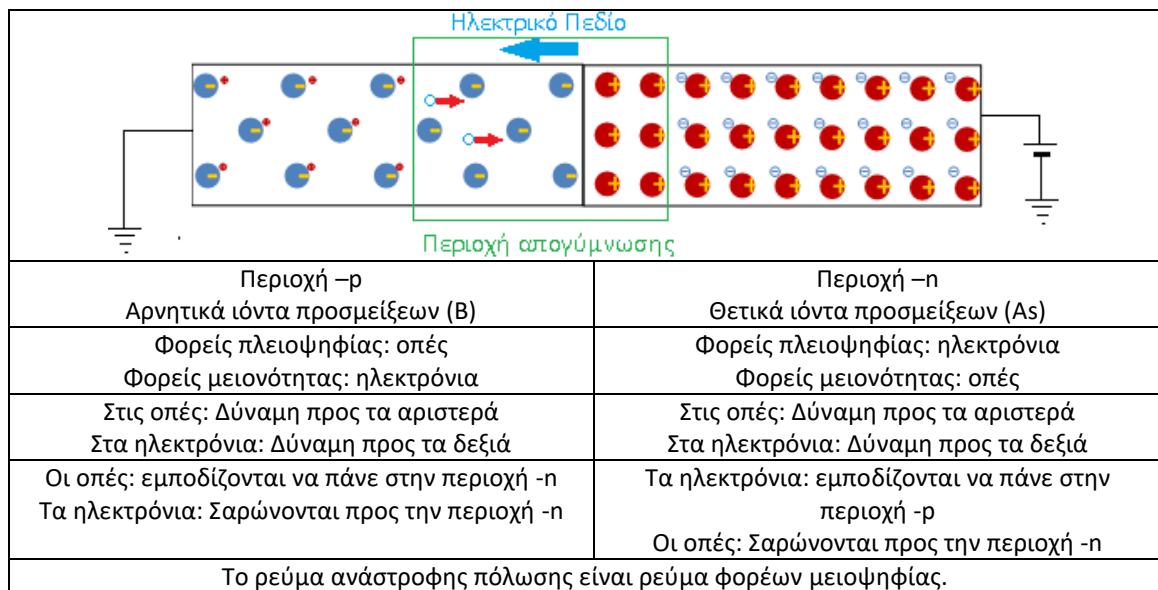
10. Ένα ηλεκτρόνιο βρίσκεται στον εκπομπό ενός transistor ηρη. Τι βλέπει μπροστά του;

<p>Όταν το transistor δεν είναι πολωμένο βλέπει ένα εμπόδιο ύψους 0,7Volt.</p>	
<p>Όταν στην Βάση εφαρμόζεται μία μικρή τάση π.χ. 0,2Volt βλέπει το δάπεδο επάνω στο οποίο πατάει να έχει ανυψωθεί κατά 0,2Volt και το εμπόδιο να έχει μικρύνει στα 0,5Volt.</p>	
<p>Όταν στην Βάση εφαρμόζεται μία τάση π.χ. 3Volt βλέπει ότι το δάπεδο επάνω στο οποίο πατάει έχει ανυψωθεί κατά 0,7Volt οπότε έχει έρθει πρόσωπο με την βάση. Η υπόλοιπη τάση (2,3Volt) έχει πέσει επάνω στην αντίσταση.</p>	

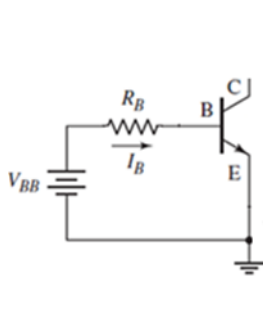
11. Μία διεπαφή είναι ανάστροφα πολωμένη. Τι συμβαίνει με την κίνηση των φορέων μειοψηφίας;

Το σχήμα παρουσιάζει μία διεπαφή p-n (αριστερά -p, δεξιά -n). Επάνω στην διεπαφή έχει σχηματιστεί η περιοχή απογύμνωσης. Στην περίπτωση της αναστροφής πόλωσης το πλάτος της περιοχής απογύμνωσης έχει μεγαλώσει. Οι φορείς πλειοψηφίας της

περιοχής τύπου -p (οπές) εμποδίζονται να κινηθούν προς την περιοχή τύπου -n και οι φορείς πλειοψηφίας της περιοχής τύπου -n (ηλεκτρόνια) εμποδίζονται να κινηθούν προς την περιοχή τύπου -p. Εάν ένας φορέας μειοψηφίας ηλεκτρόνιο της περιοχής τύπου -p βρεθεί στην περιοχή απογύμνωσης τότε θα δεχθεί μία δύναμη αντίθετη με την κατεύθυνση του ηλεκτρικού πεδίου της περιοχής απογύμνωσης. Το ηλεκτρικό πεδίο της περιοχής απογύμνωσης θα σαρώσει τα ηλεκτρόνια από την περιοχή τύπου -p στην περιοχή τύπου -n. Το ίδιο συμβαίνει και με τους φορείς μειοψηφίας της περιοχής τύπου -n στα δεξιά. Στην αναστροφή πόλωση οι φορείς πλειοψηφίας εμποδίζονται να κινηθούν από τη μία περιοχή στην άλλη, ενώ οι φορείς μειοψηφίας σαρώνονται από τη μία περιοχή στην άλλη. Το ρεύμα ανάστροφης πόλωσης είναι ένα μικρό ρεύμα το οποίο οφείλεται αποκλειστικά στην κίνηση των φορέων μειοψηφίας.



12. Η διεπαφή Βάσης-Εκπομπού ενός τρανζίστορ είναι ορθά πολωμένη. Τι θα συμβεί με τα ηλεκτρόνια που σπρώχνονται από την εξωτερική πηγή τάσης V_{BB} και μπαίνουν από τον εκπομπό στη βάση;

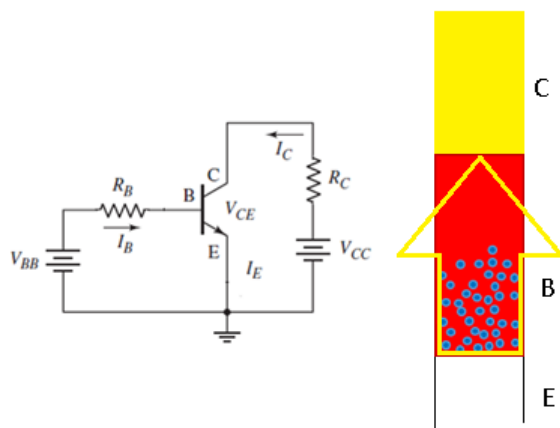


Επειδή ο εκπομπός έχει μεγάλη νόθευση ($\sim 10^{18}$) ένας μεγάλος αριθμός ηλεκτρονίων θα περάσει από τον Εκπομπό στην Βάση. Η συγκέντρωση των ηλεκτρονίων κοντά στην διεπαφή Εκπομπού-Βάσης θα είναι μεγάλη. Η νόθευση της Βάσης είναι μικρή ($\sim 10^{15}$). Μπορούμε να πούμε ότι 1000 ηλεκτρόνια που φτάνουν από τον Εκπομπό στη Βάση θα συναντήσουν μόνο μία ευκίνητη οπή. Λόγω του

περιορισμένου αριθμού των οπών, η επανασύνδεση οπών-ηλεκτρονίων στη Βάση θα είναι πάρα πολύ μικρή. Τα ηλεκτρόνια που έφτασαν από τον Εκπομπό στη Βάση θα διαχυθούν μέσα σε αυτήν. Επιπλέον, επειδή η Βάση είναι πολύ λεπτή, η διάχυση των ηλεκτρονίων θα γίνει πολύ γρήγορα. Εάν η νόθευση της Βάσης ήταν παραπλήσια με αυτήν του εκπομπού, τότε τα ηλεκτρόνια θα επανασυνδέονταν με τις οπές της βάσης

και δεν θα προλάβει να διαχυθούν. Στην περίπτωση αυτή ο Εκπομπός θα έφερνε ηλεκτρόνια από τον αρνητικό πόλο της V_{BB} και η βάση οπές από τον θετικό πόλο και τα δύο είδη φορέων θα επανασυνδέονταν μέσα στη βάση. Στην περίπτωση αυτή, το ρεύμα της βάσης θα ήταν μεγάλο (της τάξης των μερικών mA όπως συμβαίνει σε κάθε δίοδο που είναι ορθά πολωμένη). Συμπέρασμα: επειδή η δίοδος είναι λεπτή και έχει μικρή νόθευση σχεδόν όλα τα ηλεκτρόνια που μπαίνουν από τον Εκπομπό στην Βάση διαχέονται μέσα σε αυτήν και φτάνουν κοντά στη διεπιφάνεια Βάσης-Συλλέκτη.

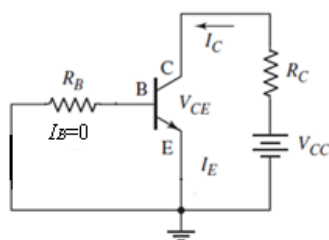
13. Αφού η δίοδος C-B είναι ανάστροφα πολωμένη γιατί το ρεύμα I_C είναι της τάξης των μερικών mA;



Σε ένα τρανζίστορ η Βάση είναι πυρίτιο $-p$ τύπου. Τα ηλεκτρόνια που εισέρχονται από τον Εκπομπό αποτελούν φορείς μειοψηφίας για την Βάση. Αφού διαχυθούν μέσα σε αυτήν φτάνουν κοντά στην διεπαφή Β- C , η οποία είναι ανάστροφα πολωμένη. Τα ηλεκτρόνια σαρώνονται από το ηλεκτρικό πεδίο της περιοχής απογύμνωσης της επαφής Β- C και έτσι περνάνε στο συλλέκτη (Ερώτηση 11).

Κατά συνέπεια το ρεύμα των μερικών mA που μετράμε στο συλλέκτη δεν είναι το ρεύμα ανάστροφης πώλησης της διεπαφής Βάσης-Συλλέκτη αλλά οφείλεται στα ηλεκτρόνια πέρασαν από τον Εκπομπό στη Βάση και σαρώθηκαν στο Συλλέκτη.

14. Μπορούμε να δούμε το ρεύμα ανάστροφης πόλωσης της δίοδου C-B;

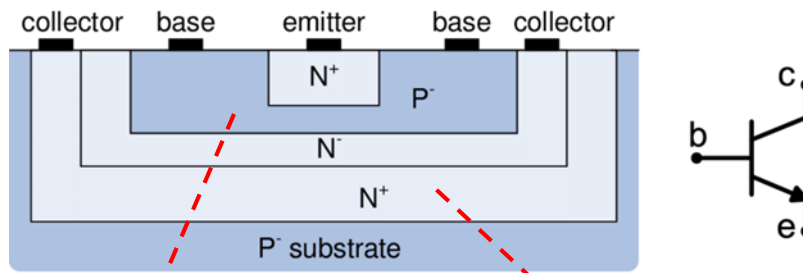


Ναι. Αρκεί να συνδέσουμε την βάση στη γείωση. Το ρεύμα που θα μετρήσουμε τότε στον συλλέκτη θα είναι μερικά μA .

15. Αφού η δίοδος B-E είναι ορθά πολωμένη γιατί το ρεύμα στη Βάση είναι μόνο μερικά μA ;

Γιατί η δίοδος είναι στενή και έχει μικρή νόθευση, οπότε οι ευκίνητοι φορείς της (οπές) είναι πολύ λίγοι και δεν δημιουργείται ένα αξιόλογο ρεύμα επανασύνδεσης. Επιπλέον τα ηλεκτρόνια του εκπομπού διαχέονται γρήγορα προς την διεπιφάνεια Β- C και σαρώνονται στον συλλέκτη. Κατά τα άλλα η χαρακτηριστική I_B-V_{BE} είναι όμοια με την χαρακτηριστική μιας ορθά πολωμένης δίοδου.

16. Ποια είναι η μορφή ενός transistor ηρη σε ένα δισκίδιο πυριτίου;



1. Λεπτή
2. Μικρή νόθευση
3. Μεγάλη αντίσταση

1. Περιβάλλει τη βάση και τον εκπομπό. Συλλέγει όλους τους φορείς που σπρώχνονται από το E στο B.
2. Συλλέγει το ~100% των φορέων γι' αυτό μεγάλο β.

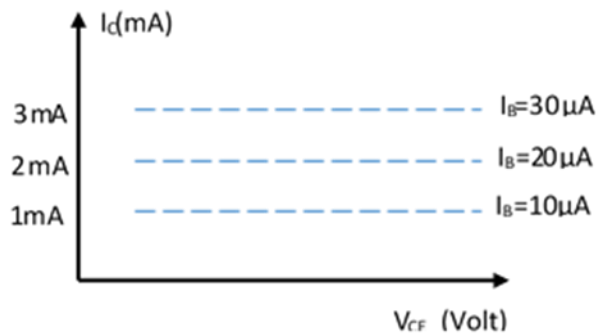
17. Περιγράψτε το απλό μοντέλο ενός transistor.

1. **Πολικότητα.** Ο Συλλέκτης πρέπει να είναι πιο θετικός σε σχέση με τον Εκπομπό: $V_C > V_E$.
2. **Διεπαφές.** Οι διεπαφές B-E και B-C συμπεριφέρονται σαν δίοδοι στις οποίες ένα μικρό ρεύμα της Βάσης ελέγχει ένα πολύ μεγαλύτερο ρεύμα που ρέει από τον Συλλέκτη στον Εκπομπό. Συνήθως η διεπαφή B-E είναι ορθά πολωμένη, ενώ η διεπαφή B-C είναι ανάστροφα πολωμένη.
3. **Μέγιστα.** Ένα τρανζίστορ πρέπει να λειτουργεί μέσα σε συγκεκριμένα όρια. Για κάθε τρανζίστορ, ανάλογα με την κατασκευή του, υπάρχουν συγκεκριμένες μέγιστες τιμές των μεγεθών I_C , I_B , V_{BE} , V_{CE} , οι οποίες δεν πρέπει να ξεπερνιούνται.
4. **Ενίσχυση ρεύματος.** Όταν ισχύουν οι κανόνες 1-3 τότε το ρεύμα στο Συλλέκτη είναι ανάλογο του ρεύματος στη Βάση $I_C = \beta I_B$, όπου το β ονομάζεται dc ενίσχυση του ρεύματος. Μία τυπική τιμή του είναι $\beta = 100$.

18. Από τι εξαρτάται το I_C ;

Από το I_B και το V_{CE} . Η εξάρτηση από το I_B είναι προφανής γιατί $I_C = \beta I_B$. Όταν το I_B έχει κάποια συγκεκριμένη τιμή, το ρεύμα I_C εξαρτάται ελαφρά από την τάση V_{CE} . Το ρεύμα I_B έχει συγκεκριμένη τιμή όταν η τάση V_{BE} είναι σταθερή. Η τάση $V_{CE} = V_{BE} + V_{CB}$. Αφού η τάση V_{BE} είναι σταθερή, η αύξηση της τάσης V_{CE} θα προκαλεί μία ίση αύξηση V_{CB} . Η αύξηση της τάσης V_{CB} σημαίνει αύξηση του πλάτους της περιοχής απογύμνωσης στη διεπαφή C-B γεγονός το οποίο διευκολύνει την σάρωση των ηλεκτρονίων από τη Βάση προς το Συλλέκτη δηλαδή αύξηση του ρεύματος I_C .

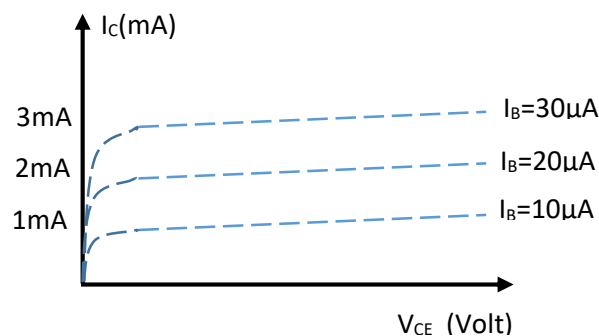
19. Σχεδιάστε κατά προσέγγιση τις χαρακτηριστικές εξόδου ενός BJT σε συνδεσμολογία κοινού εκπομπού.



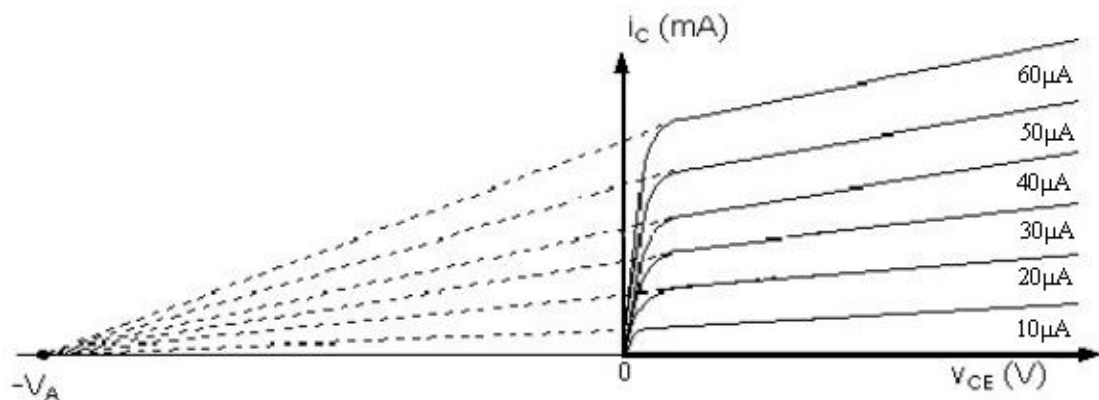
Ας πούμε ότι η dc ενίσχυση του ρεύματος στο transistor είναι $\beta=100$. Ξεκινάμε από μία τιμή του ρεύματος στη Βάση $I_B=10\mu A$. Τότε $I_C=10 \times 100=1mA$. Αγνοούμε την εξάρτηση του I_C από την τάση V_{CE} , οπότε το ρεύμα I_C θα παραμένει σταθερό ανεξάρτητα από την τάση V_{CE} και η χαρακτηριστική θα είναι παράλληλη στο άξονα V_{CE} .

Επαναλαμβάνουμε για τιμές $I_B=20\mu A$, $I_B=30\mu A$ κλπ. Έτσι προκύπτουν οι χαρακτηριστικές του παραπάνω σχήματος.

Διορθώσεις: α) Οι χαρακτηριστικές κοντά στον κατακόρυφο άξονα αυξάνονται γραμμικά. β) Όπως εξηγήθηκε στην ερώτηση 18, το ρεύμα I_C αυξάνεται ελαφρώς με την τάση V_{CE} .



20. Σχεδιάστε τις χαρακτηριστικές εξόδου ενός pnp BJT σε συνδεσμολογία κοινού εκπομπού. Τι είναι η τάση Early;

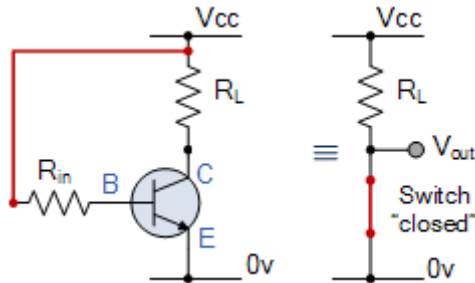


Η ενεργός ή γραμμική περιοχή είναι το τμήμα των χαρακτηριστικών εξόδου ενός BJT, στις οποίες λειτουργούμε το τρανζίστορ όταν χρησιμοποιείται σαν ενισχυτή. Στην ιδανική περίπτωση οι χαρακτηριστικές στην ενεργό περιοχή θα ήταν οριζόντιες δείχνοντας ότι ο συλλέκτης συμπεριφέρεται σαν πηγή ρεύματος ανεξάρτητη από το δυναμικό του συλλέκτη. Στην πράξη όμως οι χαρακτηριστικές παρουσιάζουν μία ελαφρά θετική κλίση. Εάν προεκταθούν προς τα αριστερά, τότε συγκλίνουν σε ένα σημείο του οριζοντίου άξονα V_{CE} , το οποίο ονομάζεται τάση Early. Η τάση Early είναι ένα στοιχείο αξιολόγησης ενός τρανζίστορ και δείχνει πόσο κοντά είναι το συγκεκριμένο τρανζίστορ στο ιδανικό για το οποίο η τάση Early βρίσκεται στο άπειρο. Στην πράξη η τάση Early βρίσκεται μεταξύ των 50 και 100 Volt.

21. Ποια είναι η ενεργός περιοχή; Σε τι είδους κυκλώματα το transistor ηρη κοινού εκπομπού λειτουργεί στην ενεργό περιοχή;

Η ενεργός περιοχή περιλαμβάνει το σύνολο των χαρακτηριστικών εξόδου ενός transistor εκτός των περιοχών κοντά στους δύο άξονες. Το transistor χρησιμοποιείται στην ενεργό περιοχή σε κυκλώματα ενισχυτών. Η επαφή E-B είναι ορθά πολωμένη $V_{BE}=0,7\text{Volt}$ και η B-C ανάστροφα. Το ρεύμα στον συλλέκτη είναι $I_C=\beta I_B$.

22. Ποια είναι η περιοχή κόρου; Σχεδιάστε ένα ηρη BJT σε συνδεσμολογία κοινού εκπομπού που να βρίσκεται στον κόρο.



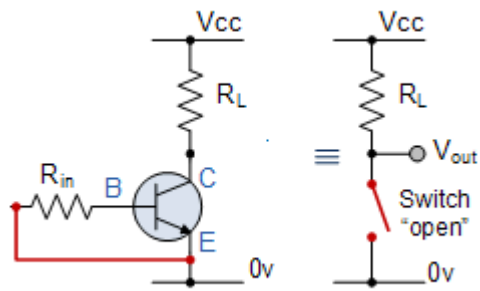
Η περιοχή κόρου απεικονίζεται στο αριστερό άκρο της χαρακτηριστικής εξόδου ενός τρανζίστορ.

Στην περιοχή του κόρου το τρανζίστορ είναι έτσι πολωμένο, ώστε να μπαίνει στη βάση του το μεγαλύτερο δυνατό ρεύμα I_B . Αυτό με τη σειρά του προκαλεί ένα μεγάλο ρεύμα στο

συλλέκτη I_C . Σχεδόν όλη η τάση της τροφοδοσίας V_{CC} πέφτει επάνω στην αντίσταση φορτίου R_L και έτσι η τάση V_{CE} είναι περίπου ίση με μηδέν. Το τρανζίστορ συμπεριφέρεται σαν ένας κλειστός διακόπτης στην περιοχή του κόρου ήδη οι επαφές B-E και B-C είναι σε ορθή πόλωση. Το δυναμικό του συλλέκτη V_C είναι λίγο μεγαλύτερο από το δυναμικό V_E του εκπομπού και λίγο μικρότερο από το δυναμικό V_B της βάσης. Ένα τρανζίστορ στον κόρο είναι ένας κλειστός διακόπτης.

- $V_{BE}>0,7\text{Volt}$, $V_{BC}>0$
- $I_C<\beta I_B$, $I_C=V_{CC}/R_L$
- Διεπαφές: B-E: ON, C-B: ON
- $V_{CE}=0,4\text{Volt}$

23. Ποια είναι η περιοχή αποκοπής; Σχεδιάστε ένα ηρη BJT σε συνδεσμολογία κοινού εκπομπού που να βρίσκεται σε αποκοπή.



Η περιοχή της αποκοπής απεικονίζεται στο κάτω μέρος της χαρακτηριστικής εξόδου ενός τρανζίστορ. Βρίσκεται κάτω την χαρακτηριστική $I_B=0\mu A$, η οποία αντιστοιχεί σε ρεύμα συλλέκτη I_{CE0} . Ένα τρανζίστορ που βρίσκεται στην αποκοπή λειτουργεί σαν ανοιχτός διακόπτης. Η διάδος B-E είναι OFF δηλαδή $V_{BE}<0,7\text{Volt}$. Η διάδος B-C είναι ανάστροφα πολωμένη. Το ρεύμα στην βάση

$I_B=0$ κατά συνέπεια $I_C=0$ Η πτώση τάσης επάνω στην αντίσταση R_L είναι ίση με μηδέν και έτσι όλη η τάση V_{CC} μεταφέρεται μεταξύ των C και E, δηλαδή $V_{CE}=V_{CC}$.

Συνήθως φέρνουμε ένα τρανζίστορ στην αποκοπή συνδέοντας την βάση στη γείωση.

- $V_{BE}<0,7\text{Volt}$, $V_{CB}>0$
- $I_B=0$, $I_C=0$
- Διεπαφές: B-E: OFF, C-B: OFF
- $V_{CE}=V_{CC}$

24. Σε ποια κυκλώματα ανάβει η φωτοдиодος;

<p>Η φωτοδιόδος δεν ανάβει. Δεν υπάρχει τάση στο κύκλωμα Βάσης-Εκπομπού οπότε $I_B=0$, επομένως $I_C=0$</p>	<p>Η τροφοδοσία είναι 10V. Η αντίσταση 33Ω στη σειρά είναι για προστασία. Δεν ανάβει. Παρατήρηση: Η προσομοίωση μας λέει ότι $I_C=15\mu A$. Τι είναι αυτό το ρεύμα; Είναι το I_{CE0} δηλαδή το ρεύμα στον συλλέκτη όταν η βάση δεν είναι συνδεδεμένη I_{CE0}.</p>	<p>Το δυναμικό στο B είναι 3,1V Το specification sheet λέει ότι $V_{BEMAX}= 0,8\text{Volt}$. Το transistor θα καεί.</p>