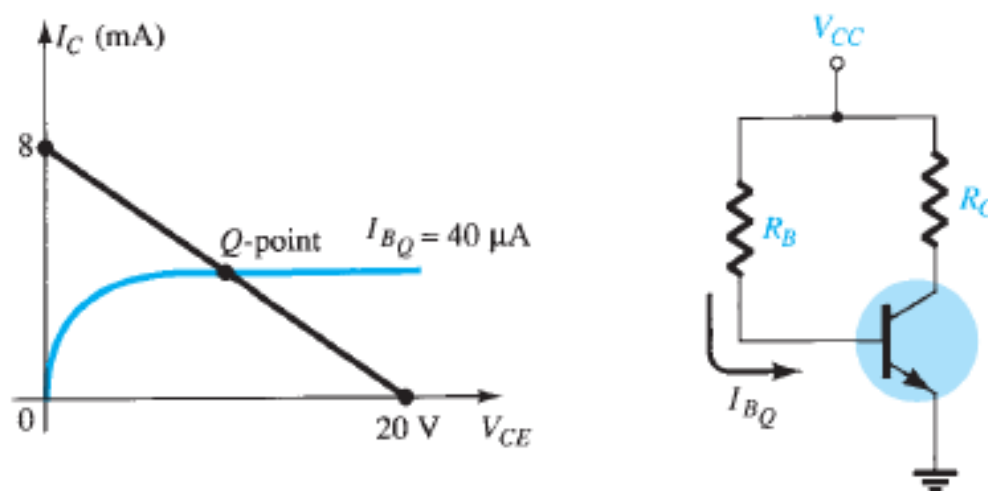


Πρόβλημα 3.β.1



Υπολογίστε την τάση τροφοδοσίας και τις αντιστάσεις στο παραπάνω κύκλωμα έτσι ώστε να λειτουργεί στο σημείο που δείχνει η ευθεία φόρτου.

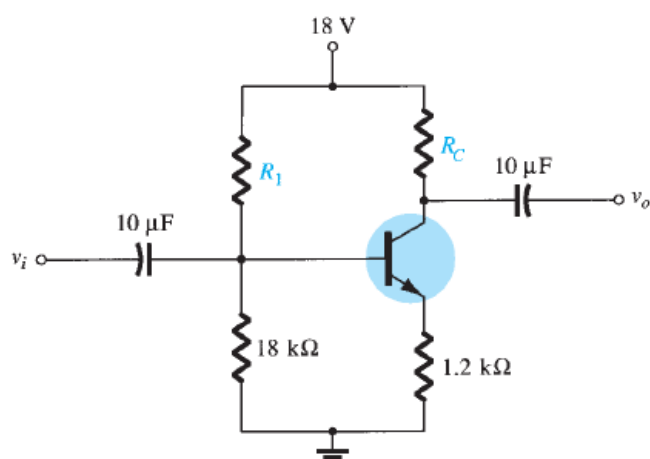
Από την γραφική παράσταση φαίνεται ότι $V_{CC} = 20V$. Η εξίσωση της ευθείας φόρτου προκύπτει από την εξίσωση. $V_{CC} - V_{CE} = I_C R_C$
Από την γραφική παράσταση προκύπτει ότι για $V_{CE} = 0$ είναι $I_C = 8mA$ οπότε $\frac{20}{8} = R_C$ ή $R_C = 2,5 k\Omega$. ($R_C = 2,4 k\Omega$)

$$I_B = 40 \mu A, \quad V_{BE} = V_B - V_E \Rightarrow V_B = V_{BE} + V_E = 0,7V$$

Νόμος Ohm στην αντίσταση R_B .

$$R_B = \frac{20 - 0,7}{40} = \frac{19,3}{40} = 482,5 k\Omega \quad (R_B = 470 k\Omega)$$

Πρόβλημα 3.β.2



Υπολογίστε τις δύο άγνωστες αντιστάσεις όταν γνωρίζετε ότι το ρεύμα στο συλλέκτη είναι 2mA και η τάση συλλέκτη-εκπομπού είναι ίση με 10Volt.

Νόμος Ohm στην αντίσταση R_E :

$$V_E = I_C \cdot R_E = 2,4 \text{ V}$$

$$V_{CE} = V_C - V_E \Rightarrow V_C = V_{CE} + V_E = 10 + 2,4 = 12,4 \text{ Volt}$$

Νόμος Ohm στην αντίσταση R_C :

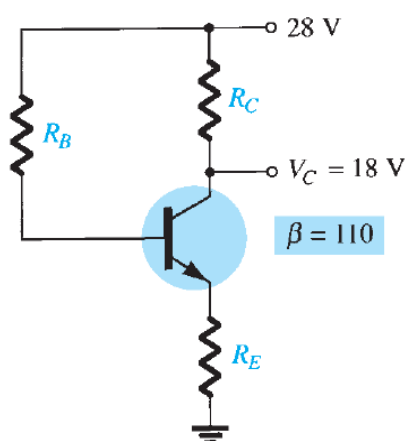
$$R_C = \frac{18 - V_C}{I_C} = \frac{18 - 12,4}{2} = 2,8 \text{ k}\Omega$$

$$V_{BE} = V_B - V_E \Rightarrow V_B = V_{BE} + V_E = 0,7 + 2,4 = 3,1 \text{ V}$$

Από τον διωφέτη τάσης:

$$V_B = 18 \frac{R_1}{R_1 + 18} \text{ ή } 3,1 = 18 \frac{R_1}{R_1 + 18} \Rightarrow R_1 = 86,5 \text{ k}\Omega$$

Πρόβλημα 3.β.3



Υπολογίστε τις τιμές των αντιστάσεων όταν το ρεύμα στο συλλέκτη είναι ίσο με το μισό του ρεύματος κορεσμού, το ρεύμα κορεσμού είναι ίσο με 8mA, το δυναμικό στο συλλέκτη είναι 18Volt και $\beta=110$.

Το ρεύμα βιο συλλέκτη είναι το $\frac{1}{2}$ του ρεύματος κορού

$$I_C = \frac{I_{sat}}{2} = \frac{8}{2} = 4 \text{ mA}$$

Νόμος Ohm γενν αντίστασης R_C :

$$R_C = \frac{28 - 18}{I_C} = \frac{10}{4} = 2,5 \text{ k}\Omega \quad (R_C = 2,4 \text{ k}\Omega)$$

Στον κόρο μπορούμε να πούμε ότι $V_{CE} \approx 0$, οπότε

$$I_{sat} = \frac{28}{R_C + R_E} \quad \text{ή} \quad 8 = \frac{28}{2,5 + R_E} \Rightarrow R_E = 1 \text{ k}\Omega$$

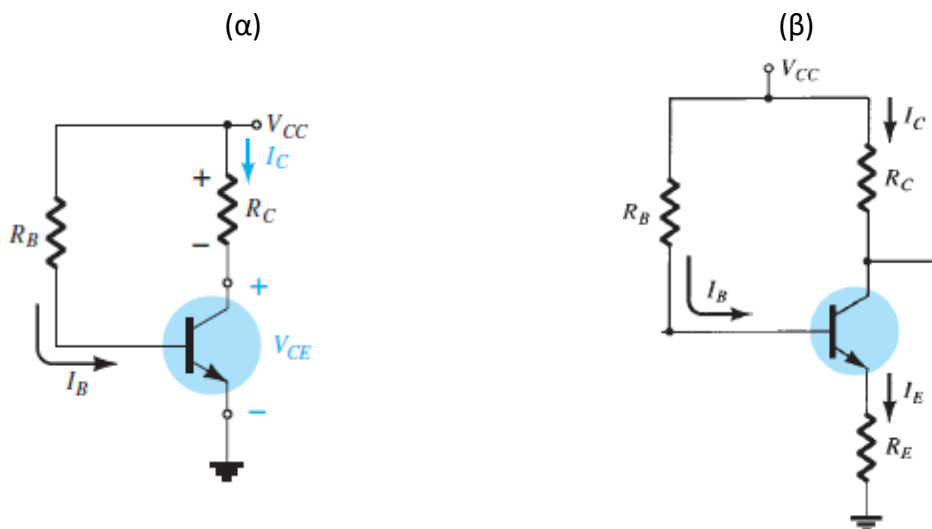
$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{4}{110} = 36,36 \mu\text{A}$$

$$\begin{aligned} V_{BE} = V_B - V_E &\Rightarrow V_B = 0,7 + V_E \\ V_E = I_C \cdot R_E &= 4 \cdot 2,5 = 10 \text{ V} \end{aligned} \Rightarrow V_B = 10,7 \text{ Volt}$$

Νόμος Ohm γενν αντίστασης R_B :

$$R_B = \frac{28 - 10,7}{I_B} = \frac{17,3}{36,36 \mu\text{A}} = 475,5 \text{ k}\Omega \quad (R_B = 620 \text{ k}\Omega)$$

Ερώτηση 3.β.4



Εξηγείστε γιατί η αντίσταση R_E στο κύκλωμα (β) παρέχει σταθεροποίηση.

Ο κανόνας του Kirchhoff στο κύκλωμα βάσης εκπομπού του κυκλώματος (α) δίνει:

$$V_{CC} - V_{BE} = I_B R_B, \text{ απ' όπου λύνοντας ως προς το ρεύμα προκύπτει: } I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B} \quad (1)$$

Ο κανόνας του Kirchhoff στο κύκλωμα βάσης εκπομπού του κυκλώματος (β) δίνει:

$$V_{CC} - V_{BE} = I_B R_B + I_E R_E, \text{ αλλά } I_E \approx \beta \cdot I_B \text{ οπότε γίνεται } V_{CC} - V_{BE} = I_B R_B + \beta \cdot I_B R_E,$$

$$\text{λύνοντας ως προς το ρεύμα προκύπτει: } I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + \beta R_E} \quad (2).$$

Η αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί σε αύξηση του β . Από την (1) προκύπτει ότι η αύξηση του β δεν επηρεάζει το ρεύμα στη βάση, οπότε η αύξηση του I_C θα οφείλεται αποκλειστικά στην αύξηση του β . Μία αύξηση του β κατά 40% θα έχει σαν αποτέλεσμα αύξηση του I_C κατά 40%. Η αύξηση του I_C έχει σαν αποτέλεσμα περεταίρω αύξηση της θερμοκρασίας με κίνδυνο να γίνει η κατάσταση ανεξέλεγκτη.

Στο κύκλωμα (β), η εξίσωση (2) δείχνει ότι μία αύξηση του β θα μειώσει την τιμή του I_B και έτσι θα μετριαστεί η αύξηση του I_C .

Η αντίσταση R_E ενισχύει την σταθερότητα του κυκλώματος.

Πρόβλημα 3.β.5

Ποιες είναι οι αναμενόμενες τιμές των V_{BE} και V_{CE} σε ένα BJT ανάλογα με την περιοχή λειτουργίας;

Στην ενεργό περιοχή και στην περιοχή κορεσμού η επαφή βάσης-εκπομπού είναι ορθά πολωμένη οπότε η τάση $V_{BE}=0,7V$. Εάν η τάση είναι μικρότερη από αυτή την τιμή τότε υπάρχουν δύο ενδεχόμενα: α) το τρανζίστορ έχει πρόβλημα ή β) είναι πολωμένο στην περιοχή της αποκοπής.

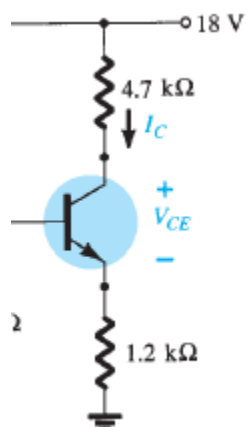
Για να μετρήσουμε την τάση V_{BE} συνδέουμε το + του βολτομέτρου στην βάση του transistor και το Ground του βολτομέτρου στον εκπομπού. Εάν ένα ηρη τρανζίστορ είναι ON θα πρέπει να μετρήσουμε 0.7 volt. Εάν το τρανζίστορ είναι rph και είναι ON θα πρέπει να μετρήσουμε -0.7 volt.

Όταν ένα τρανζίστορ βρίσκεται στην ενεργό περιοχή τότε η τάση συλλέκτη-εκπομπού V_{CE} πρέπει να είναι ίση με 25% έως 75% της τάσης τροφοδοσίας.

Εάν για παράδειγμα η τάση τροφοδοσίας είναι 20 Volt, τότε μία τιμή $V_{CE}=1V$ ή $V_{CE}=19V$ είναι μάλλον αφύσικες. Εάν η τάση βάσης-εκπομπού είναι $V_{BE}=20V$ τότε υπάρχουν δύο ενδεχόμενα: ή το τρανζίστορ έχει καταστραφεί και λειτουργεί σαν ανοιχτό κύκλωμα ή δεν υπάρχει ρεύμα στην αντίσταση R_C . Στη δεύτερη περίπτωση, δηλαδή όταν $I_C=0$ τότε θα είναι και $I_B=0$, οπότε το τρανζίστορ βρίσκεται στην αποκοπή.

Πρόβλημα 3.β.6

Στο παρακάτω κύκλωμα υπολογίστε τις τιμές των I_C , V_{CE} , V_{BE} και I_B όταν το transistor βρίσκεται α) στον κόρο, β) στην ενεργό περιοχή και γ) στην αποκοπή.



α) Όταν το κύκλωμα βρίσκεται στον κόρο η τάση συλλέκτη-εκπομπού είναι περίπου 0Volt. Αυτό σημαίνει ότι η τάση τροφοδοσίας $V_{CC}=18\text{Volt}$ πέφτει εξ' ολοκλήρου επάνω στις αντιστάσεις R_C και R_E . Το ρεύμα τότε ονομάζεται ρεύμα κορεσμού και είναι:

$$I_{Sat} = \frac{18}{4,7 + 1,2} \approx 3mA$$

β) Όταν το transistor είναι στην ενεργό περιοχή η τάση συλλέκτη-εκπομπού είναι περίπου μεταξύ $25\%V_{CC}$ και $75\%V_{CC}$. Στα προβλήματα σχεδιασμού επιδιώκουμε $V_{CE}=V_{CC}/2$. Ας πούμε λοιπόν, ότι και σε αυτή τη περίπτωση $V_{CE}=9\text{Volt}$. Τότε το ρεύμα στον συλλέκτη θα είναι:

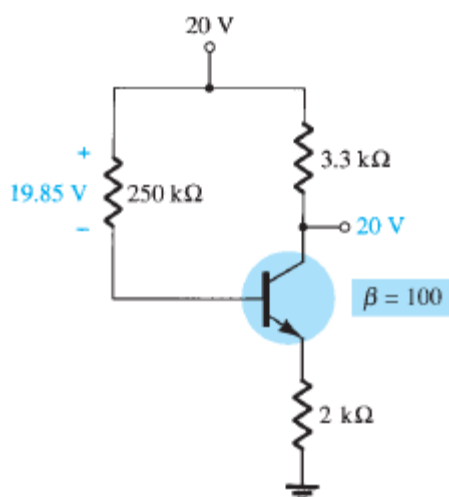
$$I_C = \frac{18 - 9}{4,7 + 1,2} \approx 1,5mA$$

γ) Όταν το κύκλωμα βρίσκεται στην αποκοπή $I_B=0$ οπότε $I_C=0$. Η πτώση τάσης επάνω στις αντιστάσεις R_C και R_E θα είναι ίση με μηδέν, οπότε $V_{CE}=18\text{Volt}$. Σε αυτή την περίπτωση η επαφή βάσης-εκπομπού δεν θα είναι ON οπότε $V_{BE}<0,7\text{Volt}$.

Πρόβλημα 3.β.7

Παρατηρήστε τις αναγραφόμενες τιμές στο παρακάτω κύκλωμα και προσπαθήστε να βγάλετε κάποια συμπεράσματα σχετικά με το εάν το τρανζίστορ δουλεύει σωστά.

Αρχικά παρατηρούμε ότι στο κύκλωμα εφαρμόζεται μία τάση $V_{CC}=20\text{Volt}$. Επιπλέον

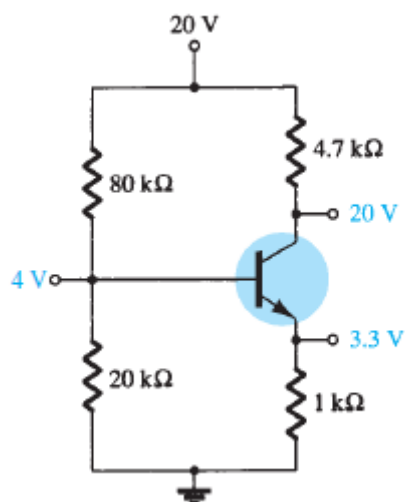


η τάση στο συλλέκτη είναι $V_C=20\text{Volt}$. Αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχει πτώση τάσης επάνω στην αντίσταση $R_C=3,3k\Omega$ δηλαδή το ρεύμα στο συλλέκτη $I_C=0$. Το transistor είναι στην αποκοπή. Κοιτάζοντας το κύκλωμα βάσης-εκπομπού βλέπουμε ότι σε αυτό εφαρμόζεται η τάση $V_{CC}=20\text{Volt}$ κατανέμεται επάνω στην αντίσταση $R_B=250k\Omega$, την τάση V_{BE} και στην αντίσταση $R_E=2k\Omega$. Από το κύκλωμα βάσης-εκπομπού βλέπουμε ακόμα ότι το δυναμικό στη βάση είναι $V_B=0,15\text{Volt}$ πράγμα που σημαίνει ότι είναι πολύ μικρότερο από τα $0,7\text{Volt}$ που

είναι απαραίτητα προκειμένου το τρανζίστορ να είναι σε κατάσταση ON. Επομένως το transistor είναι στην αποκοπή.

Πρόβλημα 3.β.8

Παρατηρήστε τις αναγραφόμενες τιμές στο παρακάτω κύκλωμα και προσπαθήστε να βγάλετε κάποια συμπεράσματα σχετικά με το εάν το τρανζίστορ δουλεύει σωστά.



Το δυναμικό στη βάση είναι $V_B=4$ Volt, όσο ακριβώς προβλέπεται με βάση το διαιρέτη τάσης. Παρατηρούμε ακόμα ότι το δυναμικό στον εκπομπό είναι $V_E=3,3$ volt. Αυτό σημαίνει ότι $V_{BE}=V_B-V_E=0,7$ volt, δηλαδή η επαφή βάσης-εκπομπού είναι ορθά πολωμένη και το κύκλωμα βάσης-εκπομπού λειτουργεί σωστά. Αφού το δυναμικό στον εκπομπό είναι $V_E=3,3$ Volt το ρεύμα στον εκπομπό θα είναι $I_E=3,3$ mA. Το πρόβλημα είναι τα 20Volt στο δυναμικό του συλλέκτη. Η τιμή αυτή θα έπρεπε να είναι μικρότερη από την τάση τροφοδοσίας

$V_{CC}=20$ Volt. το γεγονός ότι το δυναμικό του συλλέκτη είναι ίσο με το με την τάση τροφοδοσίας δείχνει ότι είτε η αντίσταση $R_C=4,7$ kΩ δεν είναι συνδεδεμένη με το τρανζίστορ είτε η επαφή βάσης-συλλέκτη του transistor δεν λειτουργεί.