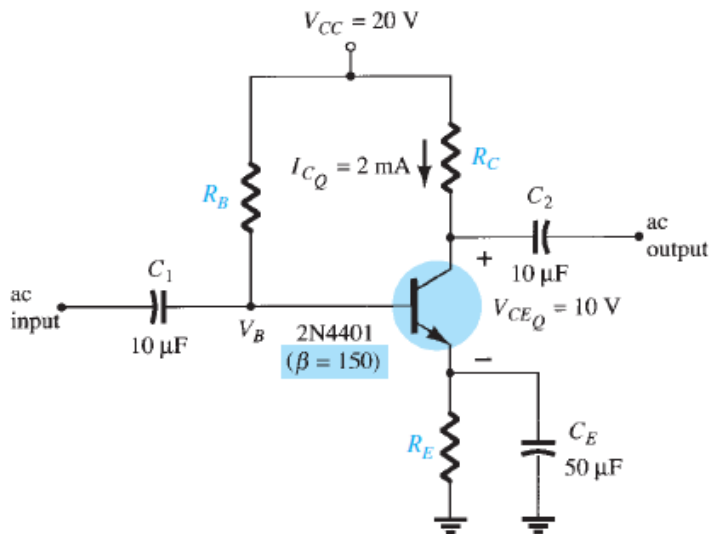


Πρόβλημα 3.δ.1



Υπολογίστε τις αντιστάσεις έτσι ώστε το κύκλωμα να λειτουργεί για τις τιμές ρεύματος και τις τιμές τάσεων που φαίνονται στο σχήμα.

Γνωρίζουμε το $I_C = 2\text{mA}$ και $V_{CE} = 10\text{V}$, οπότε
 ξεκινάμε από το κύκλωμα συλλέκτη-εκπομπής:
 $20 - V_{CE} = I_C(R_C + R_E) \Rightarrow R_C + R_E = 5\text{k}\Omega$.

Δεν υπάρχει κάποιο άλλο στοιχείο για να υπολογιστούν οι R_C και R_E .

- Η αντίσταση R_E είναι πολύ μικρότερη από την R_C , ας πούμε $R_C = 9R_E$.
 τότε $9R_E + R_E = 5\text{k}\Omega \Rightarrow R_E = 0,5\text{k}\Omega$
 και $R_C = 4,5\text{k}\Omega$.

- Αλλιώς θα μπορούσαμε να πούμε ότι το δυναμικό V_E είναι πολύ μικρότερο από το V_{CC} , εστω $V_E = \frac{V_{CC}}{10} = 2\text{Volt}$
 οπότε $R_E = \frac{2}{2} = 1\text{k}\Omega$
 και $R_C = 4\text{k}\Omega$.

(Οι τιμές που προκύπτουν είναι διαφορετικές αλλά αυτό δεν είναι πρόβλημα στο σχεδιασμό, αρκεί να υπάρχει ένα αξιόπιστο επιχείρημα)

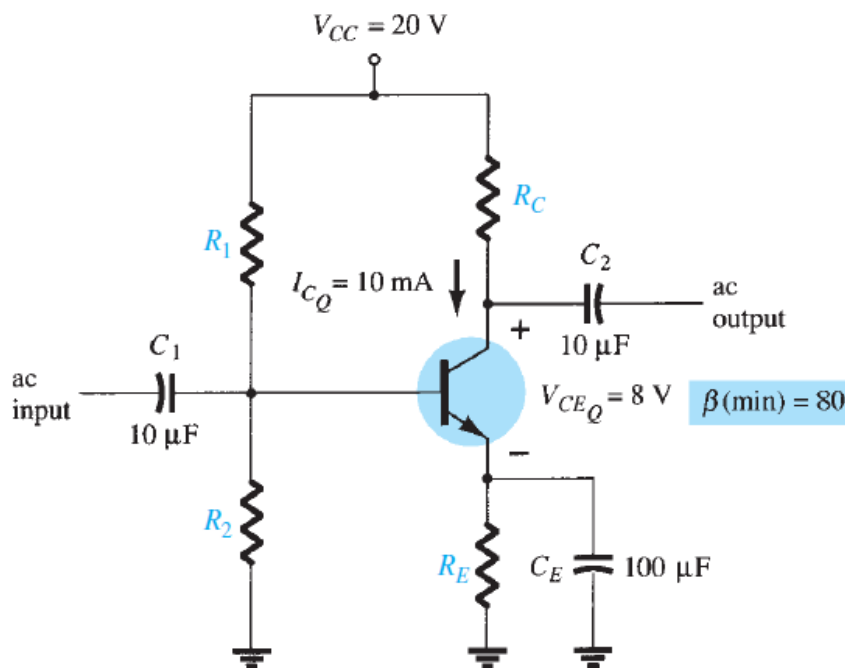
$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{2}{150} = 13,3 \mu A$$

Για να μπορέσουμε να βρούμε την R_B , μέσω του ν. Ohm, χρειαζόμαστε το V_B .

$$V_{BE} = V_B - V_E \Rightarrow V_B = V_{BE} + I_C R_E = 0,7 + 2 = 2,7 V$$

$$R_B = \frac{20 - 2,7}{13,3 \mu A} = 1,3 M\Omega$$

Πρόβλημα 3.6.2



Υπολογίστε τις αντιστάσεις έτσι ώστε το κύκλωμα να λειτουργεί για τις τιμές ρεύματος και τις τιμές τάσεων που φαίνονται στο σχήμα.

Στο κύκλωμα συλλέκτη-εκπομπής:

$$V_{CC} - V_{CE} = I_C (R_E + R_C) \Rightarrow 20 - 8 = 10 (R_E + R_C)$$

$$R_C + R_E = 1,2 k\Omega.$$

- Το δυναμικό στο Ε είναι περίπου το $\frac{1}{10}$ του V_{CC}
 $V_E = \frac{20}{10} = 2 Volt$, $R_E = \frac{V_E}{I_C} = 200 \Omega$

Νόμος Ohm στην R_C : $R_C = \frac{20 - V_C}{I_C}$.
 αλλιώς $V_{CE} = V_C - V_E \Rightarrow V_C = 8 + 2 = 10V$
 $R_C = \frac{10}{10} = 1k\Omega$.

Υπολογισμός του V_B :

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

Διαμέτρη τάσης: $V_B = 20 \frac{R_2}{R_1 + R_2}$ ή $2,7 = 20 \frac{R_2}{R_1 + R_2}$

Η εξίσωση αυτή έχει δύο αγνώστους οπότε χρειαζόμαστε άλλη μία εξίσωση:

Υπάρχουν δύο επιχειρήματα:

1. Το ρεύμα που διαρρέει τις R_1 και R_2 είναι πολύ μεγαλύτερο του I_B . Ας πούμε

$$I = 10 \cdot I_B$$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{10}{80} = 0,125mA, \text{ οπότε } I = 1,25mA$$

$$I = \frac{20}{R_1 + R_2} \Rightarrow R_1 + R_2 = \frac{20}{1,25} = 16k\Omega$$

οπότε η εξίσωση του διαμέτρη τάσης γίνεται

$$R_2 = \frac{2,7 \cdot 16}{20} = 2,16k\Omega \text{ και } R_1 = 13,84k\Omega$$

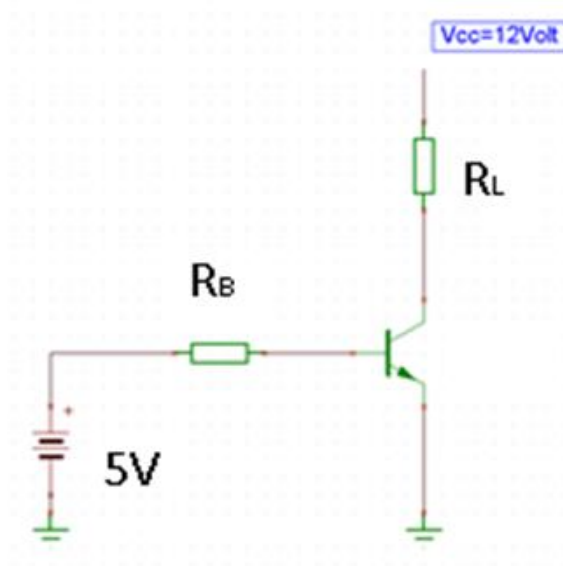
2. Η εξίσωση του διαμέτρη τάσης είναι γνωστή όταν $\beta R_E \geq 10 \cdot R_2$.

Ας πούμε ότι $\beta R_E = 10 R_2 \Rightarrow$

$$R_2 = 1,6k\Omega$$

Η εξίσωση του διαμέτρη τάσης δίνει
 $R_1 = 10,25k\Omega$

Πρόβλημα 3.δ.3



α) Υπολογίστε την τιμή της αντίστασης φορτίου (R_L) και την αντίσταση πόλωσης της βάσης (R_B) έτσι ώστε η τάση συλλέκτη-εκπομπού να είναι 6 Volt και το ρεύμα στη βάση $60\mu A$. Δίνεται ότι: $V_{BE}=0,7V$ και $\beta=120$.

β) Εάν η αντίσταση στη βάση αντικατασταθεί από μία αντίσταση $120k\Omega$ βρείτε το νέο σημείο λειτουργίας.

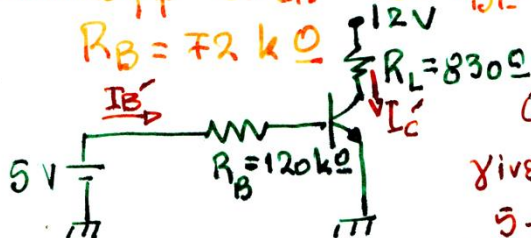
Στο κύκλωμα συλλέκτη-εκπομπού:

$$12 = I_C \cdot R_L + V_{CE} \Rightarrow 12 - 6 = \underbrace{(I_B \cdot \beta)}_{I_C} \cdot R_L \Rightarrow$$

$$R_L = \frac{6}{7,2} = 830 \Omega.$$

Στο κύκλωμα βάσης - εκπομπού η εξίσωση Kirchhoff δίνει: $5 - V_{BE} = I_B \cdot R_B \Rightarrow R_B = \frac{4,3}{60} \Rightarrow$

$$R_B = 72 k\Omega$$



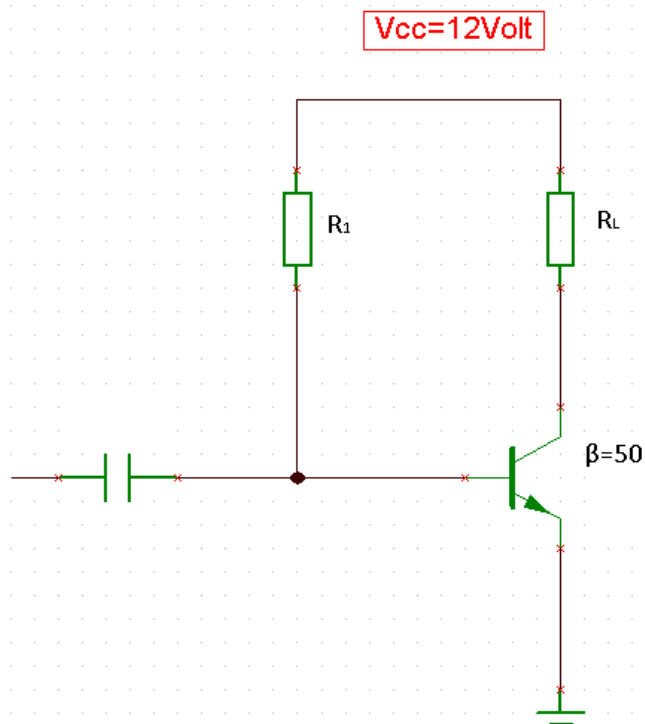
Όταν η αντίσταση R_B

γίνει $120k\Omega$:

$$5 - 0,7 = I_B' \cdot 120 \Rightarrow I_B' = 36\mu A$$

$$I_C' = \beta \cdot I_B' = 4,3mA, V_{CE}' = 12 - 4,3 \cdot 0,83 = 8,43V$$

Πρόβλημα 3.δ.4



α) Υπολογίστε τις τιμές των αντιστάσεων έτσι ώστε το ρεύμα στο συλλέκτη να είναι 2mA, η τάση βάσης-εκπομπού να είναι 0,7Volt, η τάση συλλέκτη-εκπομπού να είναι 5 volt και $\beta=50$.

β) υπολογίστε το μέγιστο ρεύμα που μπορεί να διαρρέει την αντίσταση R_L

α. Στο κύκλωμα συλλέκτη-εκπομπού:

$$V_{CC} - V_{CE} = I_C \cdot R_L \Rightarrow 12 - 5 = 2 \cdot R_L \Rightarrow R_L = 3,5 \text{ k}\Omega$$

Το bjt βρίσκεται στην ενεργή περιοχή γιατί $V_{CE} = 5V > 0,7V$
 οπότε: $I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{2}{50} = 40 \mu A$.

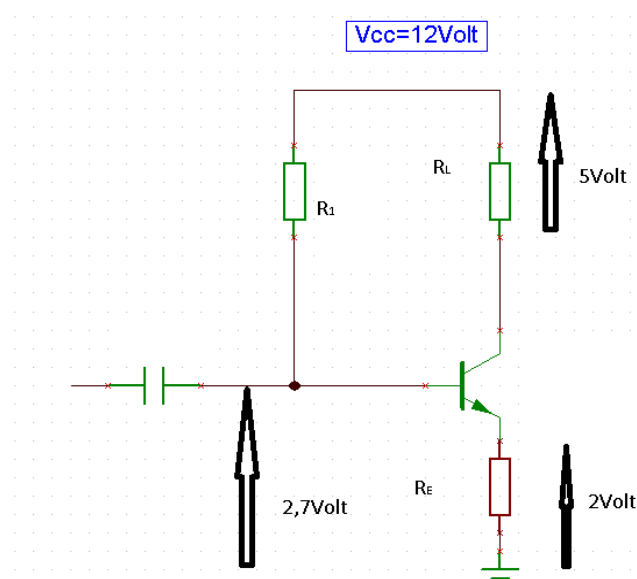
$$\text{Νόμος Ohm στα } R_B : R_B = \frac{V_{CC} - V_B}{I_B} \Rightarrow R_B = \frac{11,3}{40 \mu A} = 282,5 \text{ k}\Omega$$

$$V_{BE} = V_B - V_E \Rightarrow V_B = 0,7 \text{ V}$$

β. Το ρεύμα στον συλλέκτη είναι μέγιστο όταν το τρανζίστορ λειτουργεί στην κόρη δηλ $V_{CE} \approx 0$

$$I_{C \text{ sat}} = \frac{V_{CC}}{R_L} = \frac{12}{3,5} = 3,43 \text{ mA}$$

Πρόβλημα 3.δ.5



Εάν το ρεύμα στη βάση είναι 100μΑ και $\beta=100$ προσδιορίστε τις τιμές των τριών αντιστάσεων του κυκλώματος.

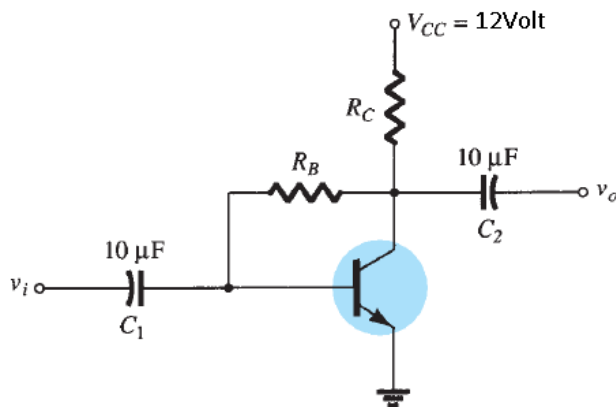
$I_c = \beta \cdot I_B = 100 \mu A \cdot 100 = 10 \text{ mA}$. Η εξίσωση αυτή ισχύει μόνο όταν το τρανζίστωρ βρίσκεται στην ενεργό περιοχή. Παρατηρούμε ότι $V_{CC} = V_{CE} + 5 + 2 \Rightarrow V_{CE} = 5 \text{ V} > 0,7$ άρα πράγματι βρίσκεται στην ενεργό περιοχή.

$$R_L = \frac{5}{I_c} = \frac{5}{10} = 0,5 \text{ k}\Omega$$

$$R_E = \frac{2}{I_c} = \frac{2}{10} = 0,2 \text{ k}\Omega$$

$$R_1 = \frac{12 - 2,7}{I_B} = \frac{9,3}{100 \mu A} = 93 \text{ k}\Omega$$

Πρόβλημα 3.δ.6



Υπολογίστε τις τιμές των δύο αντιστάσεων του κυκλώματος έτσι ώστε το ρεύμα στο συλλέκτη να είναι 2mA και η τάση συλλέκτη-εκπομπού να είναι 4V. β) Θεωρήστε ότι $\beta=100$ και $V_{BE}=0,7\text{V}$.

Στο κύκλωμα συλλέκτη-εκπομπού:

$$V_{CC} - V_{CE} = I_C \cdot R_C \Rightarrow 12 - 4 = 2 \cdot R_C \Rightarrow R_C = 4 \text{ k}\Omega.$$

$$V_{CE} = V_C - V_E \Rightarrow V_C = 4 \text{ V}.$$

Στο κύκλωμα βάσης-εκπομπού:

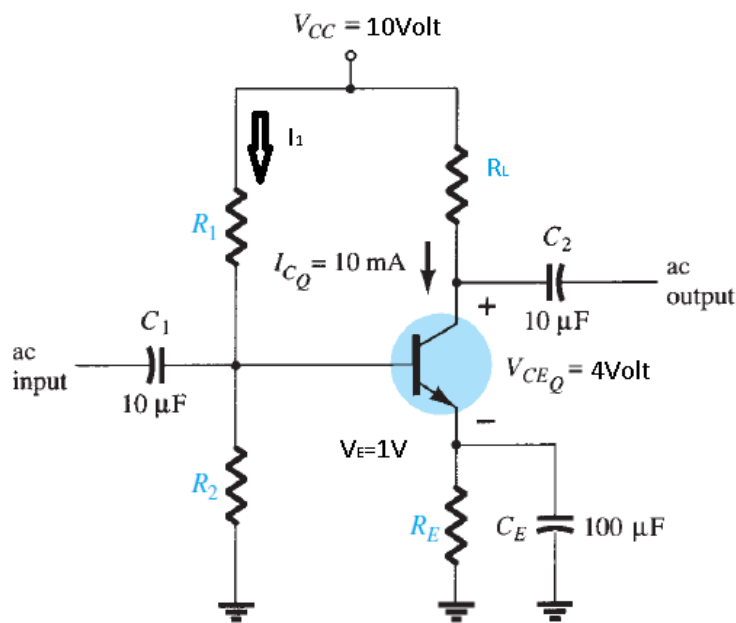
$$V_{BE} = V_B - V_E \Rightarrow V_B = 0,7 \text{ V}.$$

$V_{CE} = 4 \text{ V} > 0,7$ επομένως το bjt βρίσκεται στην ενεργό περιοχή, οπότε $I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{2}{100} = 20 \mu\text{A}$.

Νόμος Ohm στην αντίσταση R_B :

$$R_B = \frac{V_C - V_B}{I_B} = \frac{4 - 0,7}{20 \mu\text{A}} = \frac{3,3}{20 \mu\text{A}} = 165 \text{ k}\Omega.$$

Πρόβλημα 3.δ.7



α) Εάν $V_{BE}=0,7\text{V}$, $V_{CE}=4\text{V}$, $I_C=2\text{mA}$, $I_B=10\mu\text{A}$ και $\beta=50$, υπολογίστε τις αντιστάσεις του κυκλώματος β) προσδιορίστε το μέγιστο ρεύμα στο συλλέκτη.

Στο κύκλωμα συλλέκτη-εκπομπή:

$$V_{CC} - V_{CE} = I_C (R_C + R_E) \Rightarrow R_C + R_E = \frac{10 - 4}{10} = 0,6 \text{ k}\Omega$$

Επιλέγουμε $V_E = \frac{V_{CE}}{10} = 1 \text{ Volt}$

$$\text{νόμος Ohm στην } R_E : R_E = \frac{V_E}{I_C} = \frac{1}{10} = 0,1 \text{ k}\Omega$$

$$\text{οπότε } R_C = 0,6 - 0,1 = 0,5 \text{ k}\Omega$$

$V_{CE} = 4 \text{ V} > 0,7 \text{ V}$ ορα το bjt είναι στην ενεργή περιοχή.

$$\text{οπότε } I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{10}{50} = 0,2 \text{ mA}$$

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

$$\text{διαμέτρως τάσης: } V_B = 10 \frac{R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 0,17$$

$$\text{Επιλέγουμε } \beta R_E = 10 R_2 \Rightarrow R_2 = \frac{50 \cdot 0,1}{10} = 0,5 \text{ k}\Omega$$

$$R_1 = 2,4 \text{ k}\Omega$$