

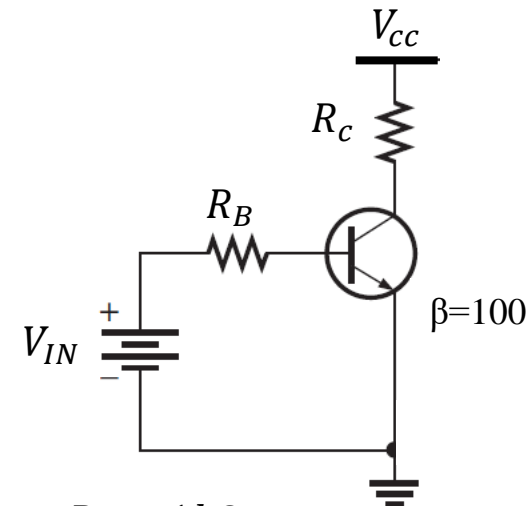
Ασκήσεις σε ΒJT



ΑΣΚΗΣΗ 1

Για την παρακάτω συνδεσμολογία του BJT να υπολογίσετε:

- Την περιοχή λειτουργίας του
- Το δυναμικό και το ρεύμα σε κάθε ακροδέκτη του BJT



$$\begin{aligned}R_C &= 1k\Omega \\R_B &= 100k\Omega \\V_{CE(sat)} &= 0V \\V_{CC} &= 10V \\V_{IN} &= 4V\end{aligned}$$

α) Αρχικά υπολογίζουμε το ρεύμα που διαρρέει τη βάση του BJT

$$V_E = 0V \rightarrow V_B = V_E + 0.7 \rightarrow V_B = 0.7V$$

$$V_{RB} = V_{IN} - V_B \rightarrow V_{RB} = 3.3V$$

$$I_B = \frac{V_{RB}}{R_B} \rightarrow I_B = 33\mu A$$

Στη συνέχεια υπολογίζουμε το ρεύμα κόρου στο συλλέκτη καθώς αυτό είναι το μέγιστο ρεύμα που μπορεί να δημιουργηθεί

$$I_{C(sat)} = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C} \rightarrow I_{C(sat)} = 10mA$$

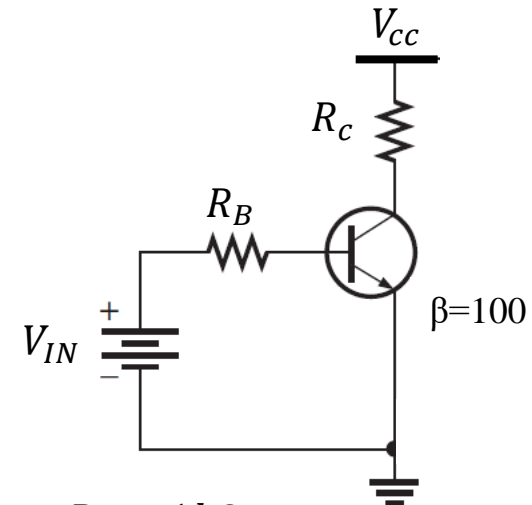
Αφού $I_{C(sat)} > \beta I_B$, λειτουργεί στην γραμμική περιοχή



ΑΣΚΗΣΗ 1

Για την παρακάτω συνδεσμολογία του BJT να υπολογίσετε:

- Την περιοχή λειτουργίας του
- Το δυναμικό και το ρεύμα σε κάθε ακροδέκτη του BJT



$$\begin{aligned}R_C &= 1k\Omega \\R_B &= 100k\Omega \\V_{CE(sat)} &= 0V \\V_{CC} &= 10V \\V_{IN} &= 4V\end{aligned}$$

β) $V_E = 0V$ καθώς ο ακροδέκτης του εκπομπού συνδέεται στο δυναμικό αναφοράς $0V$ (ground)

$$V_{BE} = 0.7V \rightarrow V_B - V_E = 0.7V \rightarrow V_B = 0.7V$$

$$I_B = \frac{V_{RB}}{R_B} \rightarrow I_B = 33\mu A$$

$$I_C = \beta I_B \rightarrow I_C = 0.33mA$$

$$I_E \cong I_C \rightarrow I_E = 0.33mA$$

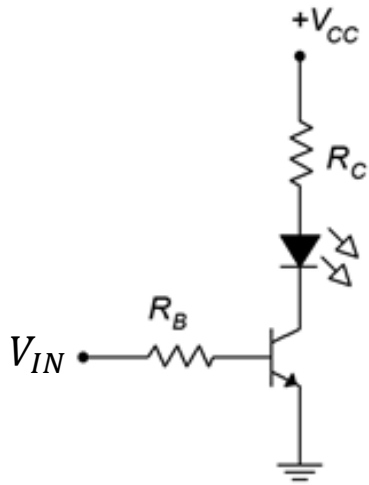
$$V_{RC} = I_C R_C \rightarrow V_{CC} - V_C = I_C R_C \rightarrow V_C = V_{CC} - I_C R_C \rightarrow V_C = 9.67V$$



ΑΣΚΗΣΗ 2

Δίνεται το παρακάτω κύκλωμα On-Off.

- a) Αν στην είσοδο (V_{in}) εφαρμόσουμε σήμα τετραγωνικού παλμού με συχνότητα 1kHz και πλάτος $V=5V$ να σχεδιάσετε την κυματομορφή στην έξοδο (V_{CE}). Να αναφέρετε πότε φωτοβολεί η δίοδος LED καθώς και το ρεύμα το οποίο την διαρρέει
- b) Αν στην είσοδο (V_{in}) εφαρμόσουμε ημιτονοειδές σήμα $V=5\sin(\omega t)$ με συχνότητα $f=1kHz$, να σχεδιάσετε την κυματομορφή στην έξοδο (V_{CE}). Να αναφέρετε πότε φωτοβολεί η δίοδος LED καθώς και το ρεύμα το οποίο την διαρρέει



α) $V_{IN} = 0V \rightarrow V_{BE} = 0V$ άρα το BJT βρίσκεται στην περιοχή αποκοπής

$$I_C = 0A \rightarrow V_C = V_{CC} = 10V \quad V_{CE} = V_C - V_E = 10V$$

$V_{IN} = 5V \rightarrow V_{BE} = 0.7V$ άρα το BJT βρίσκεται στην περιοχή κόρου $V_{CE} = 0.2V$

$$V_{RC} = V_{CC} - V_{LED} - V_{CE} = 7.8V$$

$$I_{LED} = I_C = \frac{V_{RC}}{R_C} = \frac{7.8}{1000} = 7.8mA$$

$$R_C = 1k\Omega$$

$$R_B = 1k\Omega$$

$$V_{CE(sat)} = 0.2V$$

$$V_{CC} = 10V$$

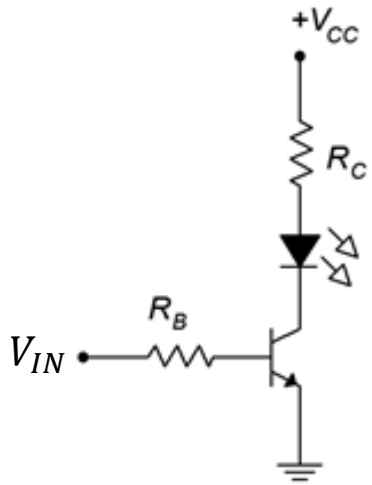
$$V_{LED} = 2V$$



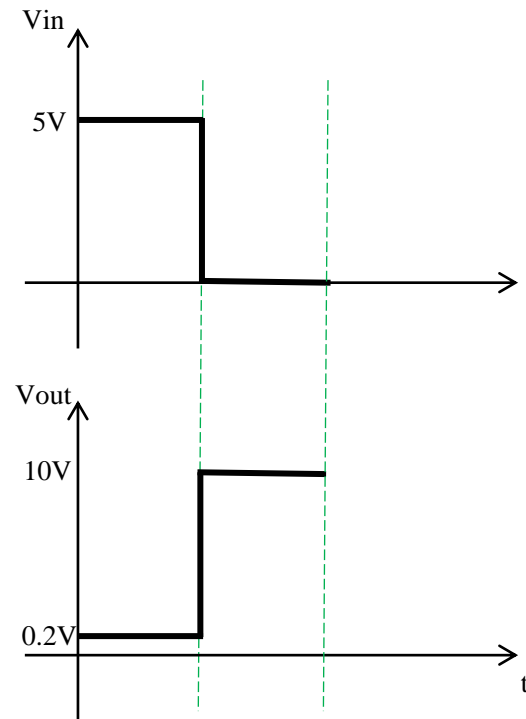
ΑΣΚΗΣΗ 2

Δίνεται το παρακάτω κύκλωμα On-Off.

- a) Αν στην είσοδο (V_{in}) εφαρμόσουμε σήμα τετραγωνικού παλμού με συχνότητα 1kHz και πλάτος $V=5V$ να σχεδιάσετε την κυματομορφή στην έξοδο (V_{CE}). Να αναφέρετε πότε φωτοβολεί η δίοδος LED καθώς και το ρεύμα το οποίο την διαρρέει
- b) Αν στην είσοδο (V_{in}) εφαρμόσουμε ημιτονοειδές σήμα $V=5\sin(\omega t)$ με συχνότητα $f=1kHz$, να σχεδιάσετε την κυματομορφή στην έξοδο (V_{CE}). Να αναφέρετε πότε φωτοβολεί η δίοδος LED καθώς και το ρεύμα το οποίο την διαρρέει



α) Κυματομορφές εισόδου - εξόδου



$$R_C = 1k\Omega$$

$$R_B = 1k\Omega$$

$$V_{CE(sat)} = 0.2V$$

$$V_{CC} = 10V$$

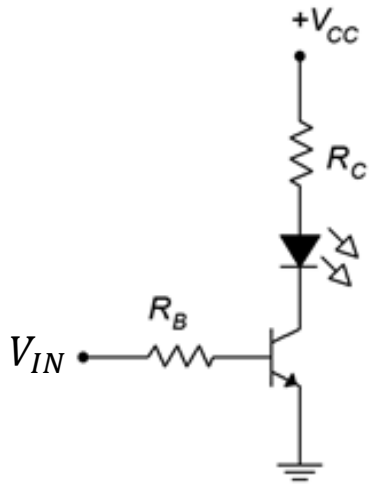
$$V_{LED} = 2V$$



ΑΣΚΗΣΗ 2

Δίνεται το παρακάτω κύκλωμα On-Off.

- a) Αν στην είσοδο (V_{in}) εφαρμόσουμε σήμα τετραγωνικού παλμού με συχνότητα 1kHz και πλάτος $V=5V$ να σχεδιάσετε την κυματομορφή στην έξοδο (V_{CE}). Να αναφέρετε πότε φωτοβολεί η δίοδος LED
- b) Αν στην είσοδο (V_{in}) εφαρμόσουμε ημιτονοειδές σήμα $V=5\sin(\omega t)$ με συχνότητα $f=1kHz$, να σχεδιάσετε την κυματομορφή στην έξοδο (V_{CE}). Να αναφέρετε πότε φωτοβολεί η δίοδος LED



b) $V_{IN} < 0.7V \rightarrow V_{BE} < 0.7V$ άρα το BJT βρίσκεται στην περιοχή αποκοπής

$$I_C = 0A \rightarrow V_C = V_{CC} = 10V \quad V_{CE} = V_C - V_E = 10V$$

$V_{IN} \geq 0.7V \rightarrow V_{BE} = 0.7V$ άρα το BJT βρίσκεται στην περιοχή κόρου (εφόσον το κύκλωμα είναι on-off υποθέτουμε ότι δεν εισέρχεται καθόλου στην γραμμική περιοχή)

$$V_{RC} = V_{CC} - V_{LED} - V_{CE} = 7.8V$$

$$I_{LED} = I_C = \frac{V_{RC}}{R_C} = \frac{7.8}{1000} = 7.8mA$$

$$R_C = 1k\Omega$$

$$R_B = 1k\Omega$$

$$V_{CE(sat)} = 0.2V$$

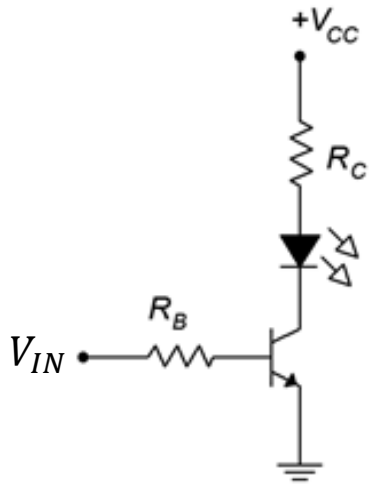
$$V_{CC} = 10V$$



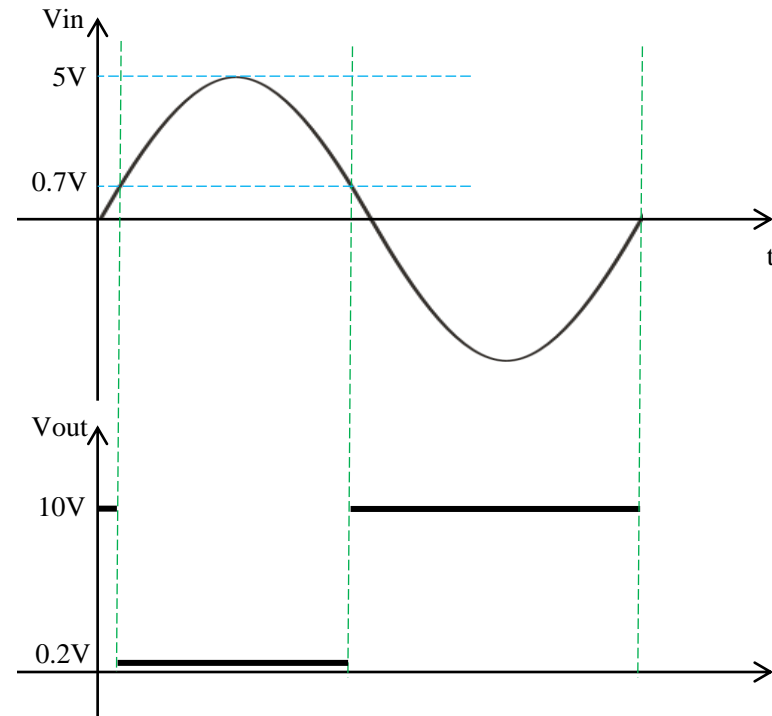
ΑΣΚΗΣΗ 2

Δίνεται το παρακάτω κύκλωμα On-Off.

- Αν στην είσοδο (V_{in}) εφαρμόσουμε σήμα τετραγωνικού παλμού με συχνότητα 1kHz και πλάτος $V=5V$ να σχεδιάσετε την κυματομορφή στην έξοδο (V_{CE}). Να αναφέρετε πότε φωτοβολεί η δίοδος LED
- Αν στην είσοδο (V_{in}) εφαρμόσουμε ημιτονοειδές σήμα $V=5\sin(\omega t)$ με συχνότητα $f=1kHz$, να σχεδιάσετε την κυματομορφή στην έξοδο (V_{CE}). Να αναφέρετε πότε φωτοβολεί η δίοδος LED



b) Κυματομορφές εισόδου - εξόδου



$$R_C = 1k\Omega$$

$$R_B = 1k\Omega$$

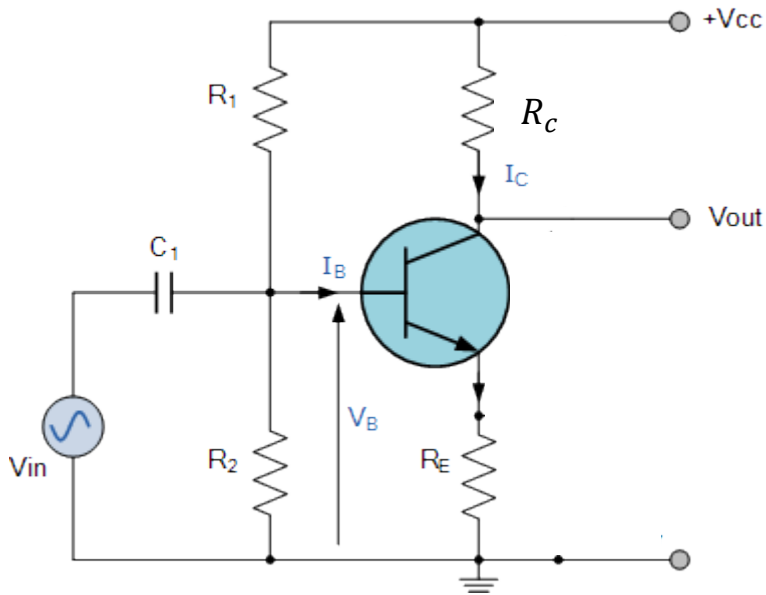
$$V_{CE(sat)} = 0.2V$$

$$V_{CC} = 10V$$



ΑΣΚΗΣΗ 3

Δίνεται το παρακάτω κύκλωμα



$$R_1 = 10k\Omega$$

$$R_2 = 5.6k\Omega$$

$$R_C = 1k\Omega$$

$$R_E = 560\Omega$$

$$V_{CC} = 10V$$

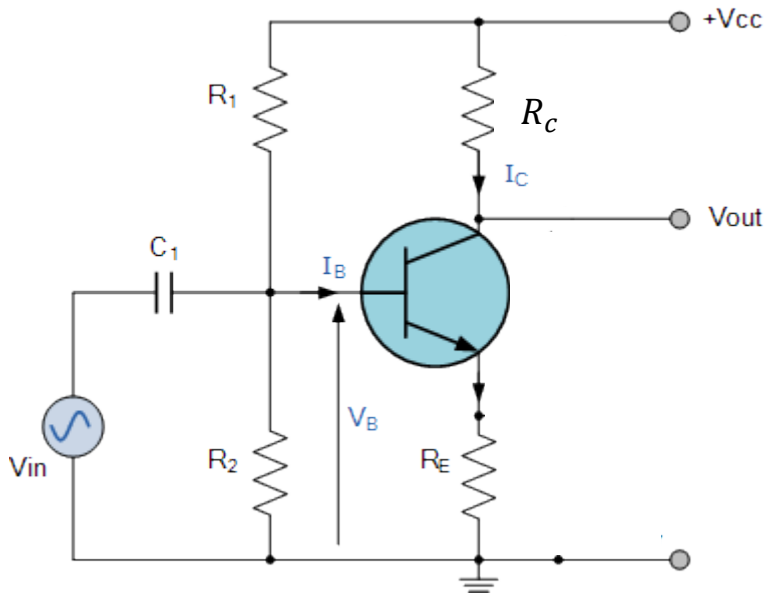
$$\beta = 100$$

- Να υπολογίσετε το σημείο ηρεμίας Q και να σχεδιάσετε την ευθεία φόρτου
- Αν $V_{in}=2\sin(\omega t)$ να υπολογίσετε και να σχεδιάσετε την κυματομορφή εξόδου
- Να υπολογίσετε τον συντελεστή ενίσχυσης του κυκλώματος



ΑΣΚΗΣΗ 3

Δίνεται το παρακάτω κύκλωμα



$$\begin{aligned} R_1 &= 10k\Omega \\ R_2 &= 5.6k\Omega \\ R_C &= 1k\Omega \\ R_E &= 560\Omega \\ V_{CC} &= 10V \\ \beta &= 100 \end{aligned}$$

a) Να υπολογίσετε το σημείο ηρεμίας Q και να σχεδιάσετε την ευθεία φόρτου

$$V_B = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V_{CC} \rightarrow V_B = 3.59V$$

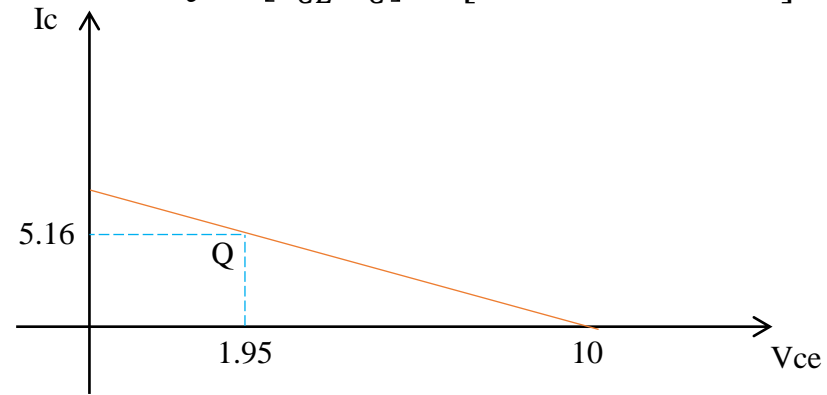
$$V_E = V_B - 0.7 \rightarrow V_E = 2.89V$$

$$I_E = \frac{V_E}{R_E} = 5.16mA \quad I_C \cong I_E = 5.16mA$$

$$V_C = V_{CC} - I_C R_C = 4.84V$$

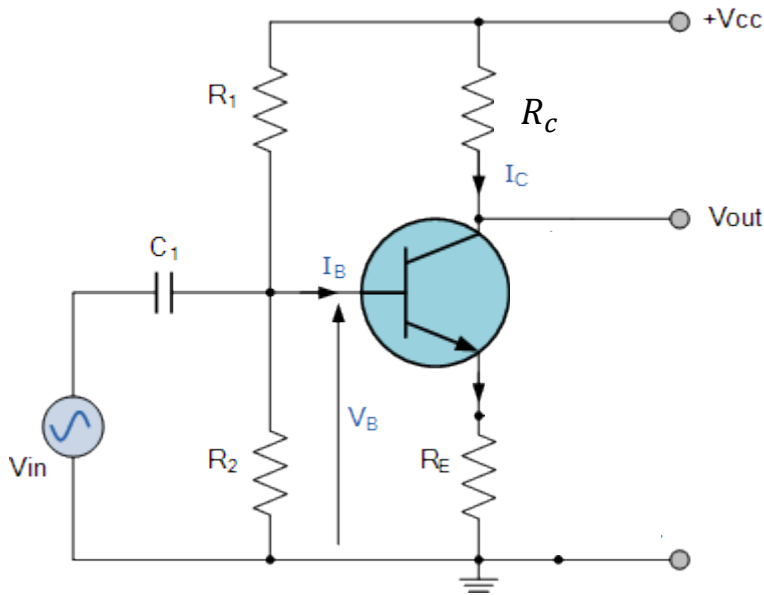
$$V_{CE} = V_C - V_E = 1.95V$$

$$Q = [V_{CE}, I_C] = [1.95, 5.16 \cdot 10^{-3}]$$



ΑΣΚΗΣΗ 3

Δίνεται το παρακάτω κύκλωμα



$$R_1 = 10k\Omega$$

$$R_2 = 5.6k\Omega$$

$$R_C = 1k\Omega$$

$$R_E = 560\Omega$$

$$V_{CC} = 10V$$

$$\beta = 100$$

b) Αν $V_{in}=2\sin(\omega t)$ να υπολογίσετε και να σχεδιάσετε την κυματομορφή εξόδου

$$V_B = \underbrace{\left(\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right) V_{CC}}_{\text{Από διαιρέτη τάσης}} + \underbrace{2 \sin(\omega t)}_{V_{in}} \rightarrow V_B = 3.59 + 2\sin(\omega t)V$$

$$V_E = V_B - 0.7 \rightarrow V_E = 2.89 + 2\sin(\omega t)V$$

$$I_E = \frac{V_E}{R_E} = \frac{2.89 + 2\sin(\omega t)}{560} = 5.16 + 3.57 \sin(\omega t) \text{ mA}$$

$$I_C \cong I_E = 5.16 + 3.57 \sin(\omega t) \text{ mA}$$

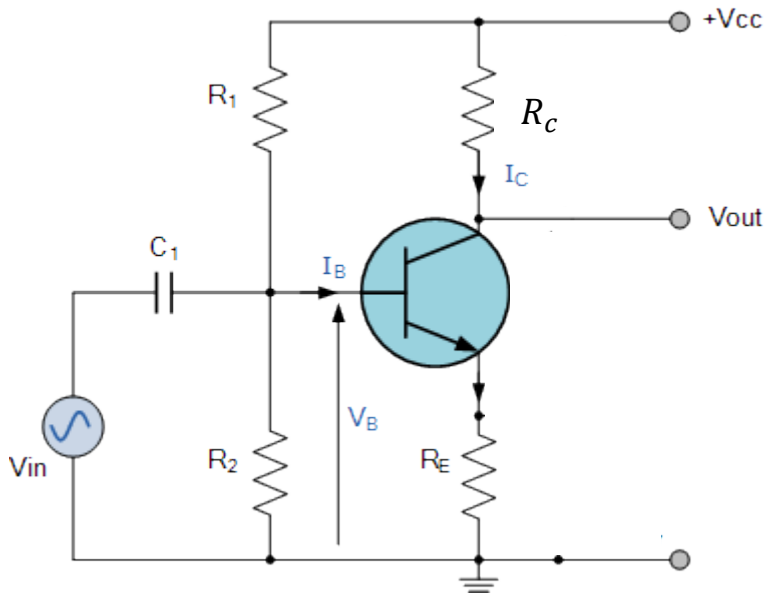
$$V_C = V_{CC} - I_C R_C = 10 - 5.16 - 3.57 \sin(\omega t) \text{ V}$$

$$V_C = V_{out} = 4.86 - 3.57 \sin(\omega t) \text{ V}$$



ΑΣΚΗΣΗ 3

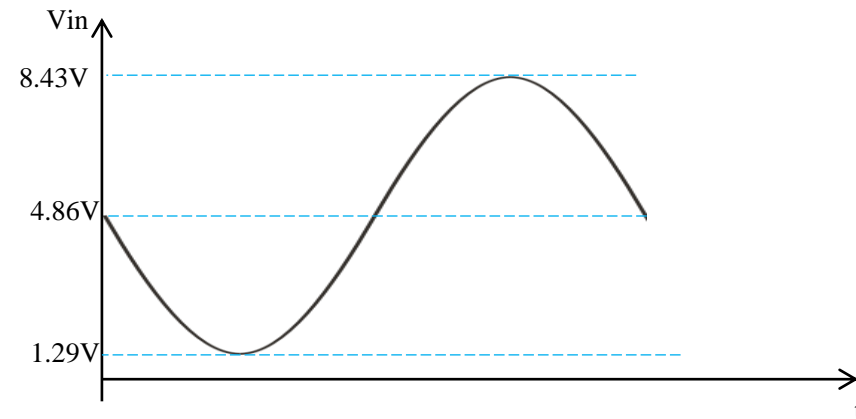
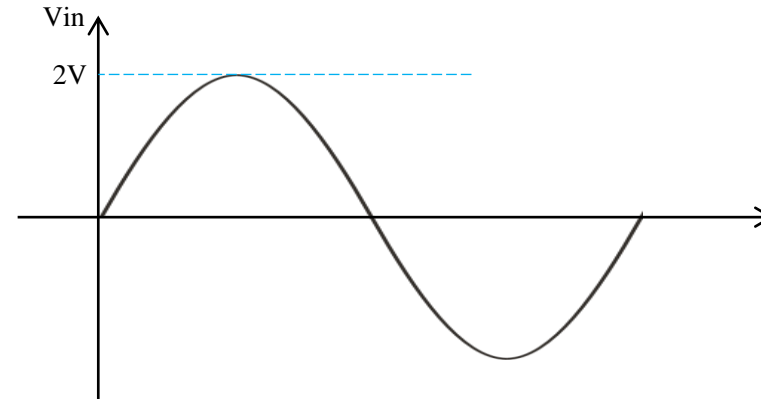
Δίνεται το παρακάτω κύκλωμα



$$\begin{aligned} R_1 &= 10k\Omega \\ R_2 &= 5.6k\Omega \\ R_C &= 1k\Omega \\ R_E &= 560\Omega \\ V_{CC} &= 10V \\ \beta &= 100 \end{aligned}$$

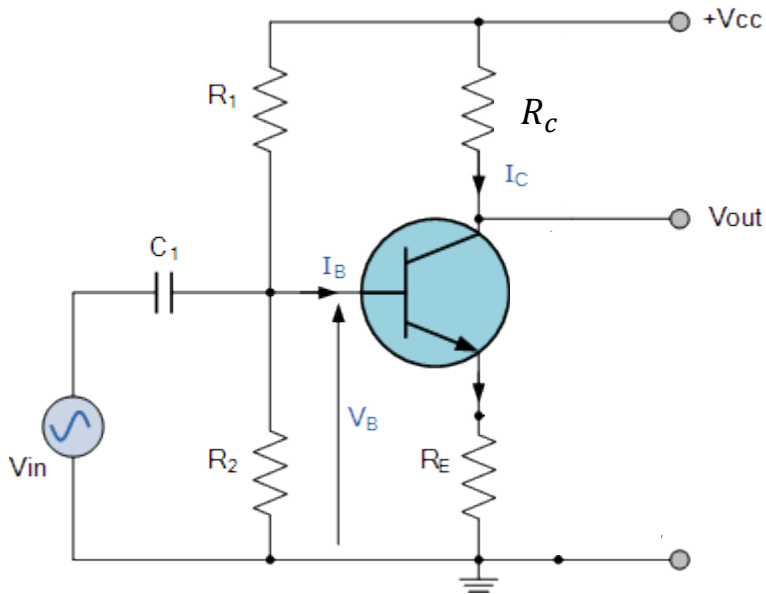
b) Αν $V_{in}=2\sin(\omega t)$ να υπολογίσετε και να σχεδιάσετε την κυματομορφή εξόδου

$$V_{out} = 4.86 - 3.57 \sin(\omega t) \text{ V}$$



ΑΣΚΗΣΗ 3

Δίνεται το παρακάτω κύκλωμα



$$R_1 = 10k\Omega$$

$$R_2 = 5.6k\Omega$$

$$R_C = 1k\Omega$$

$$R_E = 560\Omega$$

$$V_{CC} = 10V$$

$$\beta = 100$$

c) Να υπολογίσετε τον συντελεστή ενίσχυσης του κυκλώματος

$$V_{out} = 4.86 - 3.57 \sin(\omega t) \text{ V}$$

$$V_{in} = 2 \sin(\omega t) \text{ V}$$

$$A_u = \frac{V_{out(AC)}}{V_{in(AC)}} = \frac{-3.57 \sin(\omega t)}{2 \sin(\omega t)} = -1.78 \left(= -\frac{R_C}{R_E} \right)$$

Αναστροφή

