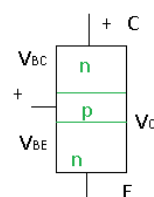


Προβλήματα 3α BJT transistors

Το transistor άγει. Τι μπορείτε να πείτε για τα δυναμικά V_B και V_C ;		$V_B=0,7V$ & $V_C>0$
Το transistor άγει. Τι μπορείτε να πείτε για τα δυναμικά V_E και V_C ;		$V_E=1,1-0,7=0,4V$ & $V_C>0,4V$
Σωστό ή Λάθος. Το transistor άγει.		Λάθος. Στο ηρη το ρεύμα έχει κατεύθυνση προς τη Βάση
Υπολογίστε το β		$I_C=I_E$ (περίπου) οπότε $\beta=2000/20=100$
Σωστό ή Λάθος;		Λάθος. Αφού $V_{BE}=0,7V$ transistor άγει οπότε $V_C>V_E=0$
Το transistor άγει. Ποια είναι η τιμή της τάσης V_{CB} ; Πως είναι πολωμένη η διεπαφή C-B;		$V_{CE}=0,2V$ άρα είναι στον κόρο οπότε η δίοδος βάσης-συλλέκτη είναι πολωμένη ορθά
Το transistor άγει; Τι μπορείτε να πείτε για την τάση V_{BE} ;		$V_{CE}=0V$, ο τέλειος κόρος! $V_{BE}=0,7V$
Το transistor άγει; Τι μπορείτε να πείτε για την τάση V_{BE} ;		$V_{CE}=V_{CC}=10V$, η τέλεια αποκοπή! $V_{BE}=0$

2. Αποδείξτε ότι σε ένα transistor ηρη που άγει $V_{CB}=V_{CE}-0,7$

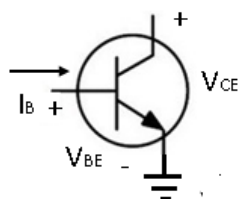
Άγει, άρα η διεπαφή C-B είναι ανάστροφα πολωμένη, δηλαδή $V_C>V_B$ οπότε $V_{CB}>0$. $V_{CE}=V_{CB}+V_{BE}$ ή $V_{CE}=V_{CB}+0,7$ ή $V_{CB}=V_{CE}-0,7$.



3. Εξηγείστε την ελαφρά κλίση που παρουσιάζουν οι χαρακτηριστικές εξόδου σε ένα BJT που είναι σε συνδεσμολογία κοινού εκπομπού για τιμές $V_{CE} > 0,4\text{V}$.

Προφανώς υπονοεί ότι για $V_{CE} < 0,4$ το transistor βρίσκεται στον κόρο. 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 .

4. Στο διπλανό transistor η τάση V_{BE} παραμένει σταθερή. Εξηγείστε γιατί όταν αυξάνεται το V_{CE} το ρεύμα I_B μικραίνει.

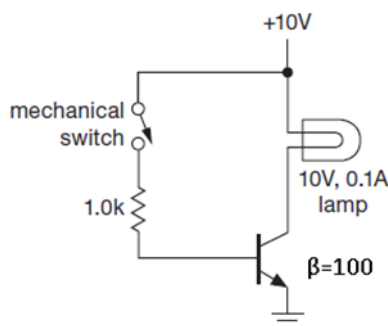


Η τάση $V_{CE} = V_{BE} + V_{CB}$. Αφού η τάση V_{BE} είναι σταθερή, η αύξηση της τάσης V_{CE} θα προκαλεί μία ίση αύξηση V_{CB} . Η αύξηση της τάσης V_{CB} σημαίνει αύξηση του πλάτους της περιοχής απογύμνωσης στη διεπαφή C-B γεγονός το οποίο διευκολύνει την σάρωση των ηλεκτρονίων από τη Βάση προς το Συλλέκτη. Οι οπές της βάσης έχουν μικρότερη πιθανότητα να επανασυνδεθούν με τα ηλεκτρόνια που εισέβαλαν από τον εκπομπό. Το ρεύμα επανασύνδεσης μειώνεται.

5. Εξηγείστε γιατί το κύκλωμα συλλέκτη-εκπομπού ενός npn BJT που είναι σε συνδεσμολογία κοινού εκπομπού συμπεριφέρεται σαν μια «κακή» πηγή ρεύματος.

Για να ήταν καλή πηγή ρεύματος θα έπρεπε το I_C να είναι ανεξάρτητο του V_{CE} . Όμως οι χαρακτηριστικές εξόδου παρουσιάζουν μία ελαφρά θετική κλίση. Δηλαδή το I_C εξαρτάται από το V_{CE} και αυτό κάνει τον συλλέκτη μια «κακή» πηγή ρεύματος.

6. Υπολογίστε το ρεύμα στον λαμπτήρα.



Κυκλώμα Βάσης-Εκπομπού.

$V_{BE} = 0,7V$ και $V_E = 0$ οπότε $V_B = 0,7V$ ολτ.

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_B}{R_B} = \frac{10 - 0,7}{1k\Omega} = 9,3mA$$

$$I_C = \beta \cdot I_B = 100 \cdot 9,3mA = 930mA$$

Η λύση αυτή είναι λάθος, για τους παρόκτους λόγους.

Η αντίσταση της λάμπας είναι $R_L = \frac{10V}{0,1A} = 100\Omega$

Αν $I_C = 930mA$ (όπως υπολογίσαμε παραπάνω) τότε η τάση στα άκρα της λάμπας θα είναι:

$$V_L = 0,1k\Omega \cdot 930mA = 93V \text{ ολτ!}$$

Από το σχήμα προκύπτει ότι $V_L = 10 - V_C \Rightarrow V_C = 10 - V_L$

$$\text{δηλ. } V_C = 10 - 93 = -83V \text{ ολτ!}$$

Όμως έχουμε πει πως πρέπει $V_C > V_E$

Τι συμβαίνει στην πραγματικότητα:

Το τρανζίστορ δέχεται ένα μεγάλο ρεύμα στην βάση και φτάνει σε κορεσμό. Η πτώση τάσης V_{CE} γίνεται $\approx 0,2V$ και η υπόλοιπη τάση πέφτει επάνω στη λάμπα. $V_{CC} = V_L + V_{CE} \Rightarrow V_L = 10 - 0,2 = 9,8V$

$$\text{Το ρεύμα στη λάμπα θα είναι } I_C = \frac{V_L}{R_L} = \frac{9,8V}{0,1k\Omega} = 98mA$$

Η εξίσωση $I_C = \beta \cdot I_B$ ισχύει μόνο όταν το τρανζίστορ λειτουργεί στην ενεργό περιοχή.

Όταν το τρανζίστορ λειτουργεί στην κόρη $I_C < \beta \cdot I_B$, ή για να το πούμε διαφορετικά, το β μειώνεται όταν το τρανζίστορ λειτουργεί στην κόρη.

Αυτό δεν θα πρέπει να προκαλεί ενόπληξη, γιατί όπως έχουμε ήδη πει το β εξαρτάται από το I_C , το V_{CE} και την θερμοκρασία. Η μορφή της εξάρτησης είναι τέτοια ώστε το β να μικραίνει όταν το V_{CE} είναι μικρό και όταν το I_C είναι μεγάλο.

Μπορούμε να υπολογίσουμε την τιμή του β στην προκειμένη περίπτωση.

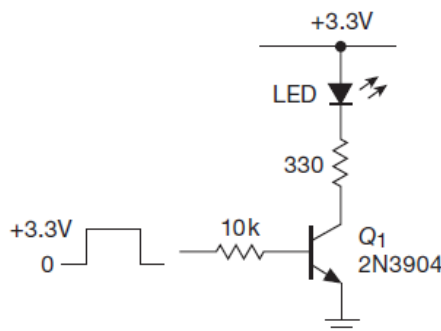
$$\beta = \frac{98 \mu A}{9,3 \mu A} = 10,5$$

Ενδεχομένως θα ήταν πιο σοφό εάν η αντίσταση στην βάση ήταν $2k\Omega$ ή $4k\Omega$.

Εάν για παράδειγμα ήταν $R_B = 2k\Omega$ τότε το I_B θα ήταν $18,6 \mu A$ και το β θα υπολογιζόταν να είναι 21.

Στην περίπτωση του κορεσμού μόνο η κατασκευή του κυκλώματος και οι μετρήσεις μπορούν να μας δώσουν ένα ασφαλές κριτήριο για την κατασκευή του κυκλώματος.
 Pop και τις τιμές των αντιστάσεων.

7. Η τάση λειτουργίας του LED είναι $V_{ON}=1,5V$. Υπολογίστε την ελάχιστη τιμή του β έτσι ώστε το LED να ανάβει. Ακολουθεί ένα απόσπασμα από το spec του 2N3904



ON CHARACTERISTICS

h_{FE}	DC Current Gain* ($I_C=0.1\text{mA}$, $V_{CE}=1.0\text{Vdc}$) ($I_C=1.0\text{mA}$, $V_{CE}=1.0\text{Vdc}$) ($I_C=10\text{mA}$, $V_{CE}=1.0\text{Vdc}$) ($I_C=50\text{mA}$, $V_{CE}=1.0\text{Vdc}$) ($I_C=100\text{mA}$, $V_{CE}=1.0\text{Vdc}$)	40 70 100 60 30	300	
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage ($I_C=10\text{mA}$, $I_B=1.0\text{mA}$) ($I_C=50\text{mA}$, $I_B=5.0\text{mA}$)		0.2 0.4	Vdc
$V_{BE(sat)}$	Base-Emitter Saturation Voltage ($I_C=10\text{mA}$, $I_B=1.0\text{mA}$) ($I_C=50\text{mA}$, $I_B=5.0\text{mA}$)	0.65	0.85 0.95	Vdc

3.3V
↓ I_C
LED $V_{ON} = 1.5V$
330Ω

3.3V
0 → I_B 10kΩ
+ V_{BE} -
2N3904

παλμό που εφαρμόζεται στο τρανζίστορ.

$$I_B = \frac{3.3 - 0.7}{10k} = 0.26\text{mA}$$

Το πρόβλημα ζητάει να υπολογίσουμε το β έτσι ώστε το LED να ανάβει.

Το LED οδηγείται από ένα ψηφιακό σήμα βάσης του.

Το κύκλωμα συλλέκτη-εκπομπού περιέχει το LED με μια αντίσταση προστασίας 330Ω.

Τα 3.3V που εφαρμόζονται στο V_{CC} πέφτουν επάνω στη διόδου, την αντίσταση 330Ω και το V_{CE} . Η διόδου ανάβει και σταθεροποιεί την τάση στα άκρα της στο 1.5Volt.

Το τρανζίστορ λειτουργεί στον κόρο οπότε $V_{CE} = 0.2\text{Volt}$ περίπου.

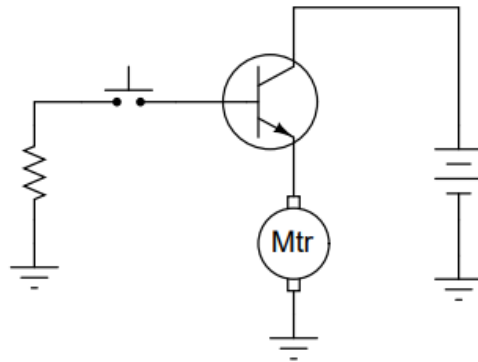
$$V_{CC} = V_{LED} + V_R + V_{CE} \Rightarrow V_R = 3.3 - 1.5 - 0.2$$

$$I_C \cdot 330 = 1.6 \Rightarrow I_C = \frac{1.6}{330} = 4.8\text{mA}$$

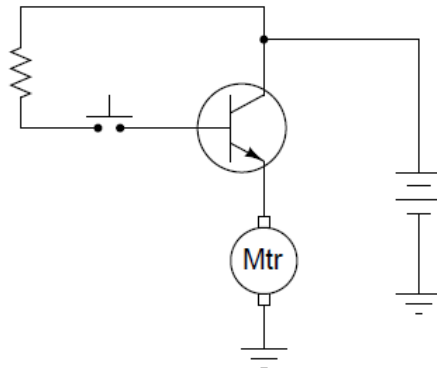
$$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{8}{0.26} = 31$$

. Από τον συγκεκριμένο σχεδιασμό φαίνεται ότι για $I_C = 10 \text{ mA}$ η τάση κορεσμού είναι $V_{CE(sat)} = 0.2 \text{ Volts}$. Το κέρδος ρεύματος β_{FE} για $I_C = 10 \text{ mA}$ είναι 100. οπότε η τιμή 31 που υπολογίζουμε **έστω κέρπο** είναι ικανοποιητική.

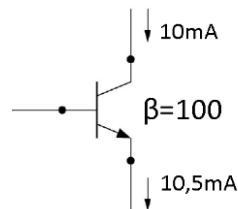
8. Το μοτέρ είναι συνδεδεμένο ανάμεσα στον εκπομπού και την γείωση. Εξηγήστε γιατί το κύκλωμα δεν δουλεύει. Αλλάξτε το κύκλωμα έτσι ώστε να δουλεύει.



Στο κύκλωμα Βάσης-Εκπομπού δεν υπάρχει πηγή τάσης! επομένως $I_B = 0$. Το transistor βρίσκεται στην αποκοπή. Η τροποποίηση του κυκλώματος φαίνεται παρακάτω.



9. Το BJT είναι α) στην αποκοπή; β) στην ενεργό περιοχή; γ) στον κόρο; Εξηγήστε με κάθε λεπτομέρεια την απάντησή σας. Ποιες είναι οι τιμές των τάσεων V_{BE} και V_{CE} ;



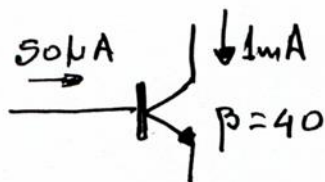
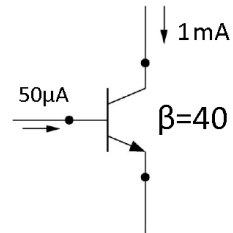
$$I_B = I_E - I_C = 10,5 - 10 = 0,5 \text{ mA}$$

αρα δεν είναι στην αποκοπή

$$I_B \cdot \beta = 0,5 \cdot 100 = 50 \text{ mA} \neq I_C = 10 \text{ mA}$$

αρα δεν είναι στην ενεργό περιοχή
Είναι στον κόρο

10. Το BJT είναι α) στην αποκοπή; β) στην ενεργό περιοχή; γ) στον κόρο; Εξηγήστε με κάθε λεπτομέρεια την απάντησή σας. Ποιες είναι οι τιμές των τάσεων V_{BE} και V_{CE} ;



α) $I_B = 50 \mu\text{A}$, αρα δεν είναι στην αποκοπή

β) Παρατηρώ ότι $\beta \cdot I_B = 40 \times 50 \mu\text{A} = 2 \text{ mA} < I_C = 1 \text{ mA}$.

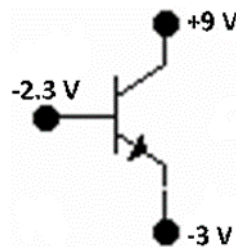
Δεν ισχύει η εξίσωση $I_C = \beta \cdot I_B$

Αρα δεν είναι στην ενεργό περιοχή

γ) Είναι στον κόρο

δ) $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$ και $V_{CE} \approx 0,2 \text{ Volt}$

11. Το BJT είναι α) στην αποκοπή; β) στην ενεργό περιοχή; γ) στον κόρο; Εξηγήστε με κάθε λεπτομέρεια την απάντησή σας. Ποιες είναι οι τιμές των τάσεων V_{BE} και V_{CE} ;

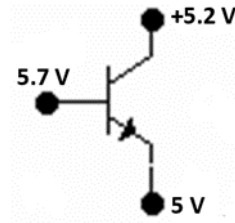


$V_{BE} = V_B - V_E = -2,3 - (-3) = 0,7 \text{ V}$ αρα σε κόρο ή στην ενεργό περιοχή.

$V_{CB} = V_C - V_B = 9 - (-2,3) = 11,3$ η επαφή C-B είναι ανάστροφα πολωμένη, αρα είναι στην ενεργό περιοχή.

$V_{CE} = V_C - V_E = 9 - (-3) = 12 \text{ V} > 0$ αρα $V_C > V_E$

12. Το BJT είναι α) στην αποκοπή; β) στην ενεργό περιοχή; γ) στον κόρο; Εξηγείστε με κάθε λεπτομέρεια την απάντησή σας. Ποιες είναι οι τιμές των τάσεων V_{BE} και V_{CE} ;



$V_{BE} = V_B - V_E = 5,7 - 5 = 0,7V$ άρα σε κόρο ή στην ενεργό περιοχή.

$V_{CB} = V_C - V_B = 5,2 - 5,7 = -0,5$ η επαφή C-B είναι ορθά πολωμένη, άρα είναι στον κόρο.

Αυτό φαίνεται και από το γεγονός ότι $V_{CE} = V_C - V_E = 5,2 - 5 = 0,2V$