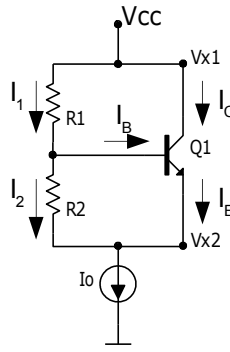


ZADATAK:

Za kolo sa slike 1 poznato je: $V_{CC}=12V$; $I_0=20mA$; $h_{FE}=80$; $V_{BE}=0,7V$; $V_{CES}=0,2V$.

- Odrediti otpornosti R_1 i R_2 tako da struja R_1 bude jednaka kolektorskoj struji Q_1 , a razlika potencijala između V_{x1} i V_{x2} jednaka 2,5V
- Nacrtati grafika razlike potencijala V_{x1} i V_{x2} u zavisnosti od struja I_0 ako se ona menja od 0 do 100mA.



Slika 1

REŠENJE:

a)

Kolektor tranzistora Q_1 vezan je direktno na najviši potencijal u kolu tako da ne postoji mogućnost da potencijal kolektora padne ispod potencijala baze i uvede tranzistor u zasićenje i bezbedno je pretpostaviti rad tranzistora u aktivnom režimu bez dodatnih provera. Prema uslovu zadatka $I_C=I_1$ (za te uslove treba podesiti sistem), a iz toga neposredno sledi $I_B=\frac{I_C}{h_{FE}} \ll I_C=I_1$ tako da će se struja baze tranzistora moći zanemariti u odnosu na struju otpornika R_1 . U uslovima kada se bazna struja zanemaruje važi $I_1=I_2$. U skladu sa prvim Kirhofovom zakonom za čvor V_{x2} može se napisati $I_2+I_E=I_0$. Pošto je tranzistor u aktivnom režimu i ima dovoljno veliko strujno pojačanje (h_{FE}) smatraće se $I_C=I_E$. Takođe, na osnovu navedenih uslova $I_E=I_2=I_0/2$.

$$I_2=\frac{V_{BE}}{R_2}=I_1=\frac{I_0}{2} \Rightarrow R_2=\frac{2V_{BE}}{I_0}=70\Omega \quad (1)$$

Takođe, na osnovu drugog Kirhofovog zakona, sledi:

$$V_{x1}-V_{x2}=I_2R_2+I_1R_1=I_2(R_1+R_2) \Rightarrow R_1=\frac{2(V_{x1}-V_{x2})}{I_0}-R_2=180\Omega \quad (2)$$

Na osnovu navedenog, može se dati i sledeća zavisnost:

$$V_{x1}-V_{x2}=V_{BE}\left(1+\frac{R_1}{R_2}\right) \quad (3)$$

b)

Rešenje dobijen pod a) je dobijeno pod određenim pretpostavkama od kojih je najvažnija da su struje kolektora tranzistora i otpornika približnog reda veličine zbog čega se bazna struja može zanemariti i kako i izraz (3) pokazuje razlika potencijala je konstantna i zavisi samo od odnosa otpornosti i bazno-emiterskog napona tranzistora – iz tog razloga se ovo kolo naziva multiplikatorom bazno-emiterskog napona. Kada se uslovi dati pod a) naruše dolazi do izvesnih promena koje će u nastavku biti istražene.

U analizi će se smatrati da je napon V_{BE} konstantan dok tranzistor provodi. S druge strane, ako je napon niži od V_{BE} između baze i emitera, tranzistor je zakočen. U nastavku, izvor menja struju u širokom opsegu, tako

da za određene vrednosti struje, struja baze neće biti zanemariva u odnosu na struje otpornika. Ukoliko tranzistor vodi (u aktivnom režimu):

$$I_E = I_B + I_C = I_B + h_{FE} I_B = (h_{FE} + 1) I_B \Rightarrow I_B = \frac{I_E}{h_{FE} + 1} = \frac{I_0 - V_{BE}/R_2}{h_{FE} + 1} \quad (4)$$

Na osnovu drugog Kirhofovog zakona, a potom zamenom rezultata (4) i leve jednakosti u (1) dobija se:

$$V_{x1} - V_{x2} = V_{BE} + R_1 I_{R1} = V_{BE} + R_1 (I_2 + I_B) = V_{BE} + \left(\frac{V_{BE}}{R_2} + \frac{I_0 - V_{BE}/R_2}{h_{FE} + 1} \right) R_1 \quad (5)$$

Sređivanjem (5) dobija se:

$$V_{x1} - V_{x2} = V_{BE} \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right) + \frac{I_0 R_1}{h_{FE} + 1} - \frac{R_1 V_{BE}}{R_2 (h_{FE} + 1)} \quad (6)$$

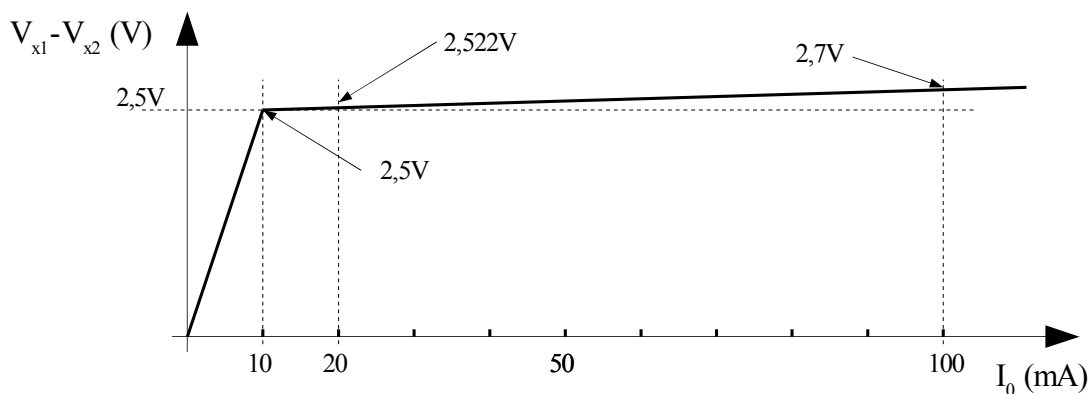
Prethodni rezultat odnosi se na slučaj kada tranzistor vodi. Ako tranzistor ne vodi, budući da su sve snjegove struje jednake nuli, važi sledeće:

$$I_1 = I_2 = I_0 \Rightarrow V_{x1} - V_{x2} = I_0 (R_1 + R_2) \quad (7)$$

Izraz (7) važi sve dok je $v_{BE} < V_{BE}$ gde malo slovo v označava promenljivi napon između baze i emitera koji je u nekom trenutku prisutan na tom mestu, a ne konstantu V_{BE} koja je parametar tranzistora. Na osnovu toga, za granicu važenja (7) nalazi se:

$$v_{BE} = I_0 R_1 < V_{BE} \Rightarrow I_0 < V_{BE} / R_1 = 10 \text{ mA} \quad (8)$$

Na slici 2, grafički je predstavljena zavisnost napona $V_{x1} - V_{x2}$ od struje I_0 .



Slika 2

Sa slike se vidi da se u oblasti gde tranzistor provodi napon $V_{x1} - V_{x2}$ menja, ali je ta promena relativno mala u odnosu na projektovani napon od 2,5V. U formuli (6), član <1> predstavlja vrednost napona za koju je kolo projektovano pod a), a članovi <2> i <3> su posledica konačnog strujnog pojačanja tranzistora (tj. postojanja bazne struje različite od nule). Povećanjem h_{FE} tranzistora, ovi članovi se smanjuju. U praksi, napon v_{BE} se takođe menja sa promenom struje tranzistora, što dodatno usložnjava zavisnost $V_{x1} - V_{x2}$ od struje I_0 , ali to nije analizirano u ovom zadatku.