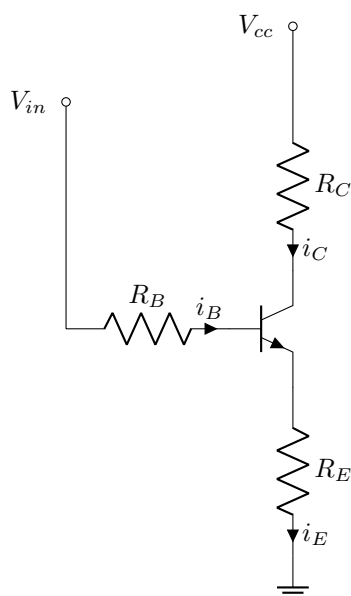


Hardverski interfejsi - domaći zadatak

Nenad Radović, RA18/2020

22. maj, 2023. godina

1 Problem i prijedlog rješenja



Potrebno je da zapišemo Kirchofove zakone za dvije konture:

$$V_{in} - R_B i_B - V_{BE} - R_E i_E = 0 \quad (1)$$

$$V_{cc} - R_C i_C - V_{CE} - R_E i_E = 0 \quad (2)$$

Pošto nam je cilj da tranzistor ne bude u zasićenju, važiće jednačina

$$i_C = h_{fe} i_B \quad (3)$$

a kako važi da je $i_E = i_B + i_C$, slijedi da je

$$i_E = (1 + h_{fe}) i_B \quad (4)$$

Kako je pojačanje veliko, moguće je izostaviti jedinicu iz izraza $1 + h_{fe}$, ali radi malo preciznijih rezultata, ostavićemo je.

Ako izrazimo struju i_B iz jednačine (1), dobićemo da je ona jednaka

$$i_B = \frac{V_{in} - V_{BE}}{R_B + (1 + h_{fe})R_E} \quad (5)$$

Najgori slučaj u našem sistemu će se desiti za $V_{in} = 10V$ jer će tada doći do maksimalne bazne struje, te je moguće da će tranzistor otići u zasićenje. Dakle, struja bi trebalo da bude manja od vrijednosti sa desne strane jednačine (5).

Granični slučaj za baznu struju jeste kada je kolektorsko-emitorski napon pred granicom saturacije, odnosno $V_{CE} = 0.2V$. Vrijednost graničnog slučaja možemo dobiti iz jednačine (2), te će biti

$$i_B = \frac{V_{cc} - V_{CE_{sat}}}{h_{fe}R_C + (1 + h_{fe})R_E} \quad (6)$$

Kombinujući prethodne dvije jednačine, dobijamo da je

$$\frac{V_{in_{max}} - V_{BE}}{R_B + (1 + h_{fe})R_E} < \frac{V_{cc} - V_{CE_{sat}}}{h_{fe}R_C + (1 + h_{fe})R_E} \quad (7)$$

Ostalo nam je da izrazimo traženu otpornost R_B ,

$$(V_{in_{max}} - V_{BE})(h_{fe}R_C + (1 + h_{fe})R_E) < (R_B + (1 + h_{fe})R_E)(V_{cc} - V_{CE_{sat}}) \quad (8)$$

$$(V_{in_{max}} - V_{BE})(h_{fe}R_C + (1 + h_{fe})R_E) - (V_{cc} - V_{CE_{sat}})(1 + h_{fe})R_E < (V_{cc} - V_{CE_{sat}})R_B \quad (9)$$

te dobijamo da je

$$R_B > \frac{(V_{in_{max}} - V_{BE})(h_{fe}R_C + (1 + h_{fe})R_E) - (V_{cc} - V_{CE_{sat}})(1 + h_{fe})R_E}{V_{cc} - V_{CE_{sat}}} \quad (10)$$

Sada je potrebno odrediti vrijednost pojačanja koje će odrediti minimalnu vrijednost otpornika. Naime, ako uzmemo minimalnu vrijednost pojačanja ($h_{fe} = 250$), dobićemo da je ono

$$R_B > 105.5k\Omega \quad (11)$$

dok ako prihvatimo da je $h_{fe} = 300$, dobijamo da je

$$R_B > 126.7k\Omega \quad (12)$$

Kako je potrebno da otpornost bude veća i od $105.5k\Omega$, kao i od $126.7k\Omega$, presjekom dobijamo da minimalna vrijednost otpornosti R_B jeste

$$R_{B_{min}} = 126.7k\Omega \quad (13)$$

Kako smo još mogli znati koje h_{fe} uzeti? Naime, ako imamo veće pojačanje, dobićemo i veću kolektorsku, kao i emitorsku struju, što će značiti veće padove napona otpornicima R_C i R_E . Time dobijamo situaciju gdje će sve manje i manje napona padati na tranzistoru (odnosno, biće manji napon kolektor-emiter V_{CE}), te će za veće pojačanje to biti brži "proces" (u odnosu na manje) i tako brže odvesti tranzistor u saturaciju.