ELE.020 Elektroniikan perusteet **20.2.2026** **Koetehtävä 4**

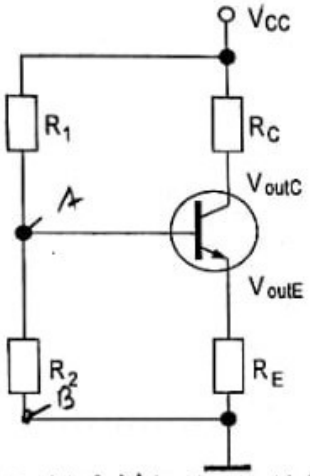
Nimi ja opiskelijanumero:

Tee vastauksesi tälle paperille, jatka tarvittaessa kääntöpuolelle.

a) Laske oheisen kytkennän kantavirta I_B, kollektorivirta I_C ja kollektori-emitterijännite V_{CE}. V_{CC} = 10 V, β = 22, R_1 = 5 kΩ, R_2 = 10 kΩ, R_C = 500 Ω ja R_E = 1 kΩ. (4p)

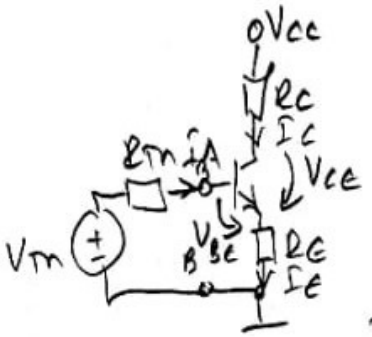
b) Vastukseksi R_C vaihdetaan 1 kΩ vastus, muuten kytkentä pysyy samanlaisena kuin a-kohdassa. Miten tämä vastuksen vaihto vaikuttaa kytkennän toimintaan, jos kytkentää on tarkoitus käyttää vahvistimena? Perustele vastauksesi sekä laskien että sanallisesti. (2p)

a)



$$V_{Th} = \frac{R_2}{R_1+R_2}\cdot V_{CC} = \frac{10k}{5k+10k}\cdot 10 = 6{,}67\,V$$

$$R_{Th} = \frac{R_1 R_2}{R_1+R_2} = \frac{5k\cdot 10k}{5k+10k} = 3{,}33\,k\Omega$$ (1)



$$V_{Th} - R_{Th}I_B - V_{BE} - R_E I_E = 0$$
$$I_E = I_C + I_B = (1+\beta)I_B$$
$$V_{Th} - R_{Th}I_B - V_{BE} - R_E(1+\beta)I_B = 0$$ (1)
$$V_{Th} - V_{BE} = R_{Th}I_B + R_E(1+\beta)I_B$$
$$= I_B[R_{Th} + R_E(1+\beta)]$$
$$I_B = \frac{V_{Th}-V_{BE}}{R_{Th}+R_E(1+\beta)} = \frac{6{,}67-0{,}7}{3{,}33k+1k(22+1)} = 227\,\mu A$$

1/2 KUN KÄYTETTIIN β:AN TEHTAAN SAMALLA OLETUS LINEAARISESTA TOIMINTA-ALUEESTA.
TOIMINTA-ALUETARKISTUS:
$V_{CE} = 2{,}284\,V > 0{,}2\,V$, OK, LINEAARINEN ALUE

1 1/2

$$I_C = \beta I_B = 22\cdot 227\mu = 4{,}99\,mA$$
$$V_{CC} - R_C I_C - V_{CE} - R_E I_E = 0$$
$$V_{CE} = V_{CC} - R_C I_C - R_E(\beta+1)I_B$$
$$= 10 - 500\cdot 4{,}99m - 1k(22+1)\cdot 227\mu = 2{,}284\,V$$

b) I_B JA I_C PYSYVÄT SAMOINA KUIN A-KOHDASSA, V_{CE} MUUTTUU.
$V_{CE} = 10 - 1k\cdot 4{,}99m - 1k\cdot 23\cdot 227\mu = -0{,}211\,V < 0{,}2\,V$ → EI OLE LINEAARISELLA ALUEELLA. TÄLLÖIN VAHVISTIN EI TEE VAHVISTAMAAN, VAAN SIGNAALI SÄRÖTTYY VOIMAKKAASTI. TOIMINTAPISTE MENEE SATURAATIOON.

2

Saturaatiossa	Aktiivisella / lineaarisella alueella
$I_C < \beta I_B$ $I_E = I_C + I_B$ npn - transistorille: $V_{CE} \approx 0{,}2V$ $V_{BE} \approx 0{,}7V$ $V_{CB} \approx -0{,}5V$	$\beta = \frac{I_C}{I_B} \Rightarrow I_C = \beta I_B$ $\quad V_{BE} \approx 0{,}7V$, $V_{CE} > 0{,}2V$ $I_E = I_B + I_C = I_B + \beta I_B = (1+\beta)I_B$! $I_C = \beta I_B$, $I_E = I_B + I_C$!

Cut-off tilassa $V_{BE} < 0{,}7V \Rightarrow I_B = 0, I_C = 0$ ja $I_E = 0$