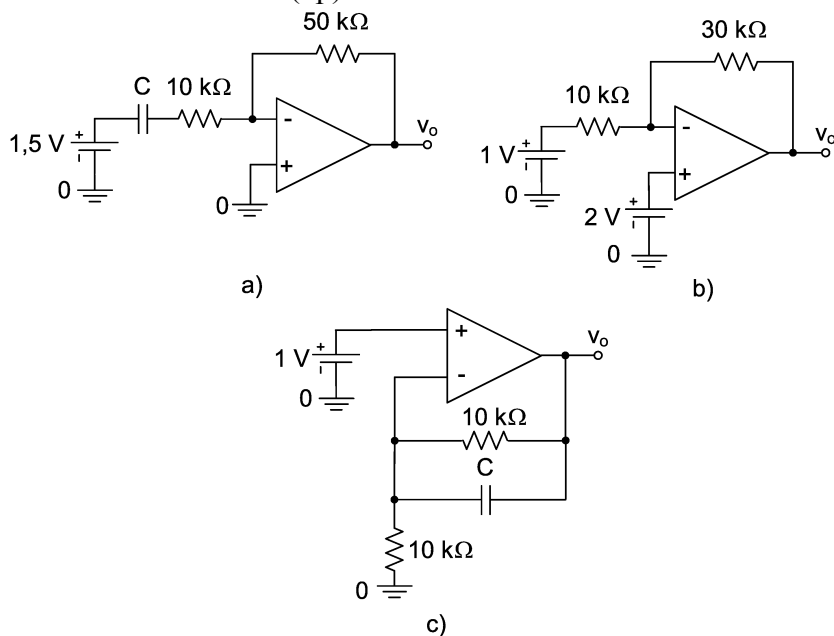


Oulun Yliopisto
Sähkötekniikan osasto

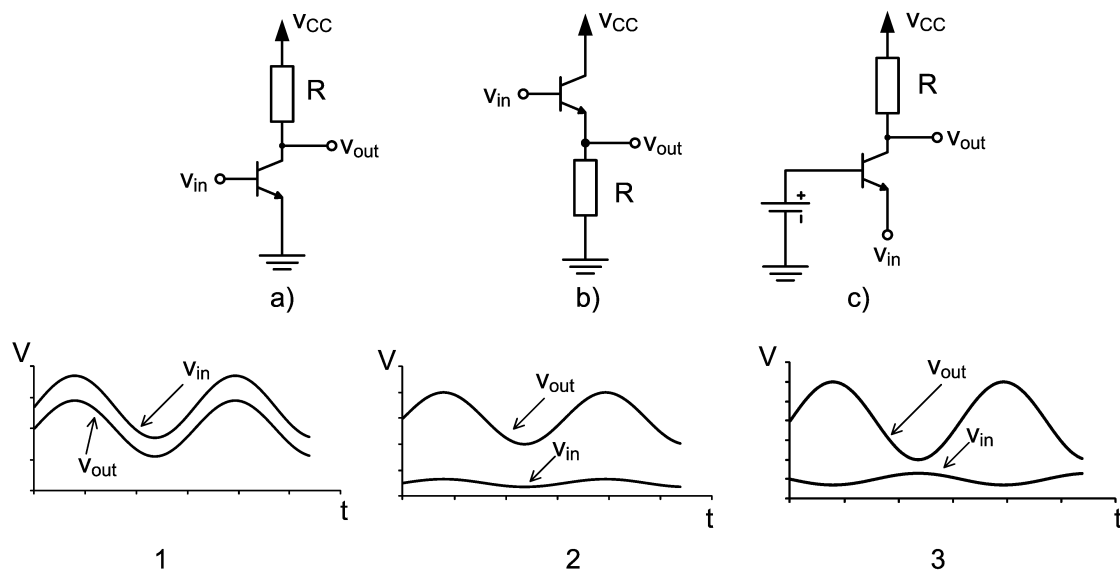
Elektroniikkasuunnittelun perusteet
Tentti 29.11.2013

1. Laske kuvassa 1 olevien operaatiovahvistinkytkentöjen a) (2p), b) (2p) ja c) (2p) lähtöjännitteiden V_o arvot. Operaatiovahvistimet ovat ideaalisia ja niiden käyttöjännitteet ovat ± 15 V. (6p)



Kuva 1.

2. Mitkä kuvan 2 piireistä (a-c) ja tulon v_{in} ja lähdön v_{out} signaaleista (1-3) liittyvät yhteen ts. merkitse, mitä piiriä kukin aikatason käyrä kuvaa? (Kaikki transistorit ovat aktiivisella toiminta-alueella.) (6p)



Kuva 2.

3. Piirrä kaksituloisen CMOS-NOR -portin piirikaavio transistoritasolla. Esitä siinä selvästi kunkin transistorin tyyppi, sekä tulojen ja lähtöjen sijainti. Esitä myös transistoreille järjelliset (W/L)-mitoitukset, kun käytettävässä teknologiassa $L = 0.35 \mu\text{m}$ ja $\mu_n C_{OX} = 3\mu_p C_{OX}$. (6p)

4. Kirjoita essee aiheesta: Ideaalisen diodin malli ja sen käyttö diodeja sisältävän piirin (diodeja enemmän kuin yksi) analyysissä. (6p)

Kaavoja:

$$\text{NMOS: } i_D = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (v_{GS} + V_{TH})^2, \quad i_D = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (v_{GS} + V_{THN})^2 \cdot (1 + \lambda_N V_{DS})$$

$$\text{BJT: } i_C = I_S \exp\left(\frac{v_{BE}}{V_T}\right), \quad r_E = \frac{V_T}{I_C} \approx \frac{25\text{mV}}{I_C}$$