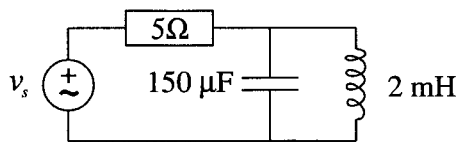


**FYSE302 Elektronikka IB**  
**Loppukoe 27.5.2011**

1. Selitä/määrittele lyhyesti:

- (a) Dynaaminen resistanssi (2p)
- (b) Yhteisjännitevaimennussuhde (2p)
- (c) DA-muunnos (2p)

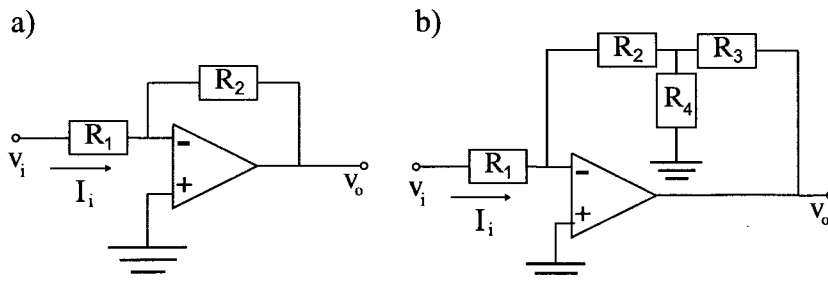
2. Kuvan 1 kytkennässä  $v_s(t) = 10\sqrt{2} \cos(\omega t)$  V. Määritä kelan läpi kulkeva virta Théveninin teoreemaa soveltamalla, kun  $\omega = 900$  Hz.



Kuva 1:

3. Jännitevahvistimen tuloresistanssi  $R_{in}$  on saatava mahdollisimman suureksi, jotta vahvistin ei kuormittaisi muuta piiriä. Kuvan 2(a) mukainen yksinkertainen invertoiva vahvistin ei ole tässä suhteessa kovin hyvä ratkaisu.

- (a) Mikä on suurin mahdollinen tuloresistanssi  $R_{in} = V_i/I_i$  kuvan 2(a) mukaisessa vahvistimessa, jos vahvistuksen  $V_o/V_i$  tulee olla  $-100$  eikä  $1 \text{ M}\Omega$  suurempia vastuksia saa käyttää.
- (b) Parempi rakenne on esitetty kuvassa 2(b). Mitoita piiri siten, että sen vahvistus  $V_o/V_i = -100$  ja tuloresistanssi  $R_{in} = V_i/I_i = 1 \text{ M}\Omega$ . Suurin käytettävissä oleva vastus on  $1 \text{ M}\Omega$ . (Suurempien vastusten käyttäminen aiheuttaa yleensä ongelmia)



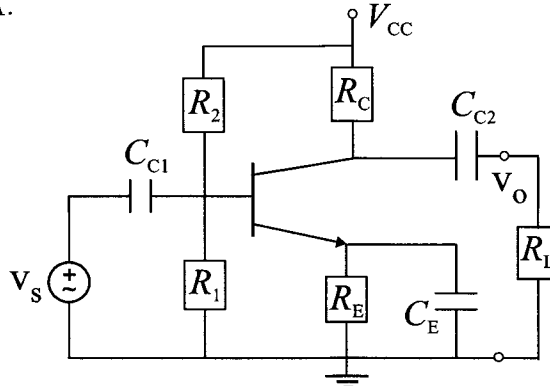
Kuva 2:

4. Kuvan 3 kytkentää käytetään tehovahvistimena. Piitransistorin (PN2222, ominaisuudet liitteenä, ei välttämättä tarvita tehtävän menestykselliseen suorittamiseen) virranvahvistuskerroin  $\beta = 100$  käytetylle komponentille. Lisäksi  $V_{CC} = 15 \text{ V}$ ,  $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$  ja  $R_2 = 30 \text{ k}\Omega$

(a) Määritä  $R_E$  ja  $R_C$  siten, että transistorin toimintapisteeksi tulee  $V_{CE} = 6 \text{ V}$  ja  $I_C = 2 \text{ mA}$ .

(b) Hahmottele  $i_C - v_{CE}$  -ominaiskäyrät ja piirrä samaan kuvaan dc-kuormitussuora.

Piirrä ac-kuormituskuora, kun  $R_L = 3 \text{ k}\Omega$ . Määritä lisäksi lähtöjännitteen ac-komponentti  $v_o$ , kun kannalle tuleva vahvistettava virtasignaali on  $i_b = 10 \sin(\omega t) \mu\text{A}$ .

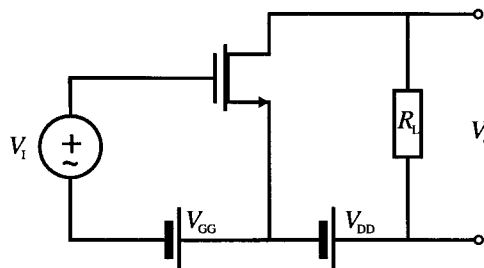


Kuva 3:

5. Tarkastellaan kuvan 4 kytkentää, jossa  $R_L = 8 \text{ k}\Omega$  ja  $V_{GG} = 2 \text{ V}$ , ja sulkukanava-MOSFET-transistoria kuvaavien piensignaaliparametrien arvot ovat  $I_{DSS} = 10 \text{ mA}$ ,  $g_{m0} = 5000 \mu\text{S}$  ja  $r_d = 50 \text{ k}\Omega$ . Määritä  $I_D$  ja valitse  $V_{DD}$  siten, että toimintapisteessä  $V_{DS} = 8 \text{ V}$ . Laske jännitevahvistus  $|v_o/v_s|$  tässä toimintapisteessä piensignaalin avulla.  $v_s$  ja  $v_o$  ovat piensignaalin kompleksiset amplitudit. MOSFET:lle

$$i_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{v_{gs}}{V_P}\right)^2, \quad g_m = \frac{di_D}{dv_{GS}}$$

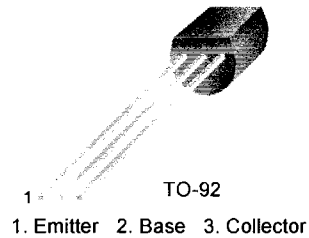
$$\text{ja } g_{m0} = \left. \frac{di_D}{dv_{GS}} \right|_{v_{GS}=0}$$



Kuva 4:

## PN2222

### General Purpose Transistor



### NPN Epitaxial Silicon Transistor

#### Absolute Maximum Ratings $T_a=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
$V_{CBO}$	Collector-Base Voltage	60	V
$V_{CEO}$	Collector-Emitter Voltage	30	V
$V_{EBO}$	Emitter-Base Voltage	5	V
$I_C$	Collector Current	600	mA
$P_C$	Collector Power Dissipation	625	mW
$T_J$	Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$
$T_{STG}$	Storage Temperature	-55 ~ 150	$^\circ\text{C}$

#### Electrical Characteristics $T_a=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Max.	Units
$BV_{CBO}$	Collector-Base Breakdown Voltage	$I_C=10\mu\text{A}, I_E=0$	60		V
$BV_{CEO}$	Collector Emitter Breakdown Voltage	$I_C=10\text{mA}, I_B=0$	30		V
$BV_{EBO}$	Emitter-Base Breakdown Voltage	$I_E=10\mu\text{A}, I_C=0$	5		V
$I_{CBO}$	Collector Cut-off Current	$V_{CB}=50\text{V}, I_E=0$		0.01	$\mu\text{A}$
$I_{EBO}$	Emitter Cut-off Current	$V_{EB}=3\text{V}, I_C=0$		10	nA
$h_{FE}$	DC Current Gain	$V_{CE}=10\text{V}, I_C=0.1\text{mA}$ $V_{CE}=10\text{V}, *I_C=150\text{mA}$	35 100	300	
$V_{CE(sat)}$	* Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C=500\text{mA}, I_B=50\text{mA}$		1	V
$V_{BE(sat)}$	* Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C=500\text{mA}, I_B=50\text{mA}$		2	V
$f_T$	Current Gain Bandwidth Product	$V_{CE}=20\text{V}, I_C=20\text{mA}, f=100\text{MHz}$	300		MHz
$C_{ob}$	Output Capacitance	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0, f=1\text{MHz}$		8	pF

\* Pulse Test: Pulse Width $\leq 300\mu\text{s}$ , Duty Cycle $\leq 2\%$