

Tentamen i
ETI 146 Elektronik för E2
den 27 augusti 2018 kl 14.00-18.00

Examinator och lärare: Bo Håkansson 0707-853294

OBS! Uppgifterna är ordnade helt slumpmässigt. Läs igenom hela tentan innan du börjar lösa någon av uppgifterna.

Approximationer och förenklingar skall motiveras!

Dina lösningar skall vara sådana att ditt resonemang går att följa!

Lösningarna anslås på kursens hemsida.

Tid för granskning av rättning kommer att anges på kursens hemsida.

Tentamen består av sex uppgifter som vardera ger 3 eller 4 poäng och totalt 21 poäng.

För godkänd tentamen fordras 9.5 poäng inklusive tidigare duggapoäng.

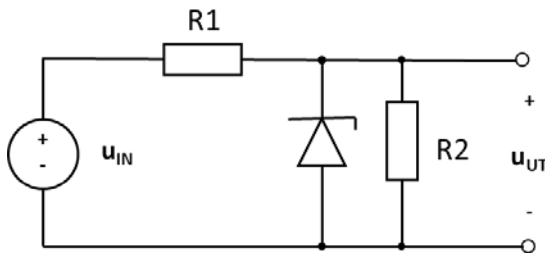
Betygsgränser: 9.5-13.5 p ger 3, 14-17 p ger 4, och 17,5-21 p ger 5.

Tillåtna hjälpmedel: Tabellverket Beta β och samt bifogad formelsamling. Godkänd räknare dvs CASIO FX 82, TEXAS TI30, SHARP EL531.

Lycka till!

1.

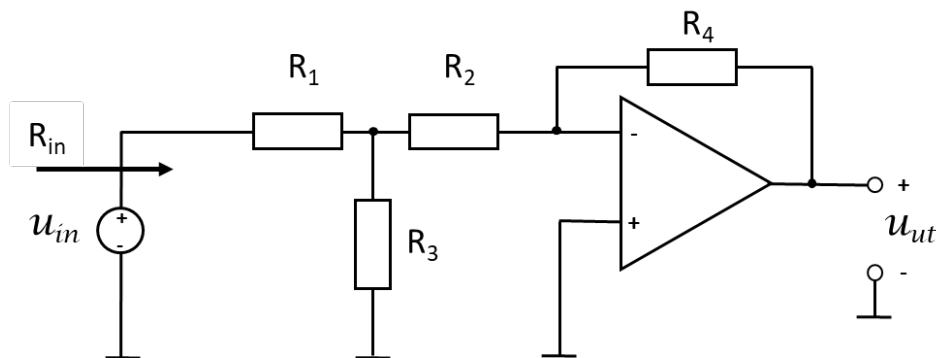
- (a) Den variabla kondensatorn är ofta ersatt i högfrekventa applikationer av en annan komponent som i kretsen åstadkommer den variabla kapacitans som eftersträvas. Vad kallas denna komponent? Och vad är det för typ av komponent? 0.5p
- (b) Det finns en typ av kondensatorer som har mycket stor kapacitans per volymenhet. Dielektrikumet är en ytterst tunn oxid. Den är polariserad! Vilken kondensator avses? 0.5p
- (c) En induktor kallas ju ofta för en spole, ibland används den för att spärra en AC signal. Vad benämns den då? 0.5p
- (d) Hur stor effekt får högst utvecklas i en transistor som sitter på en kylfläns som har den termiska resistansen $2^\circ\text{C}/\text{W}$? Den termiska resistansen mellan kristallskikt och kanna är $1^\circ\text{C}/\text{W}$. Lufttemperaturen antas vara 40°C och transistorns högsta tillåtna kristalltemperatur är 175°C . Den termiska resistansen mellan kanna och kylare försummas. 0.5p
- (e) Beräkna vilken effektförlust som zenerdioden måste klara om likspänningen på ingången (u_{IN}) skall kunna variera mellan 9-12 Volt. För zenerdioden gäller: $E_Z=6\text{V}$, $r_z=0$.
 $R_1=20\Omega$, $R_2=60\Omega$.



- (f) Vad blir effektutvecklingen i varje transistor i ett vanligt Klass B steg om strömmen genom lastmotståndet $R_L=10\Omega$ är sinusformad med toppvärdet 1.2 A. Batterispänningen är $\pm 15\text{V}$. 1p

2. I figuren visas kopplingschemat för en enkel förstärkare.

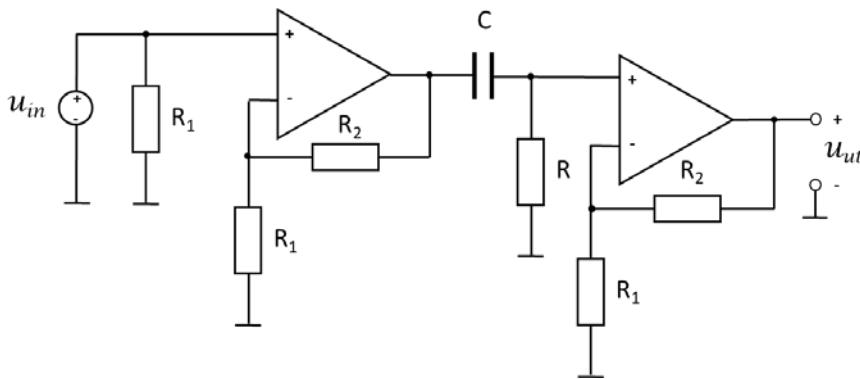
Vad blir spänningsförstärkningen u_{ut}/u_{in} och inimpedansen R_{in} ? Antag ideal operationsförstärkare. 1p



3p

3.

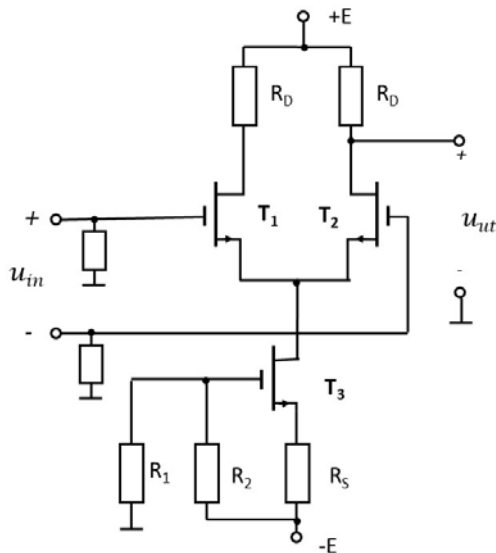
En förstärkare är uppbyggd av två steg och mellan stegen är en RC-länk inkopplad, se figur. Varje steg består av en operationsförstärkare med förstärkning $F = \frac{200000}{1 + s/30}$ men som för övrigt är ideal ($R_{in}=\infty$ och $R_{ut}=0$). Beräkna den totala förstärkarens maximala förstärkning samt dess övre och undre gränsvinkelfrekvens.
 $R_1=12\text{ k}\Omega$, $R_2=100\text{ k}\Omega$, $R=10\text{ k}\Omega$, $C=270\text{ nF}$.



4p

4.

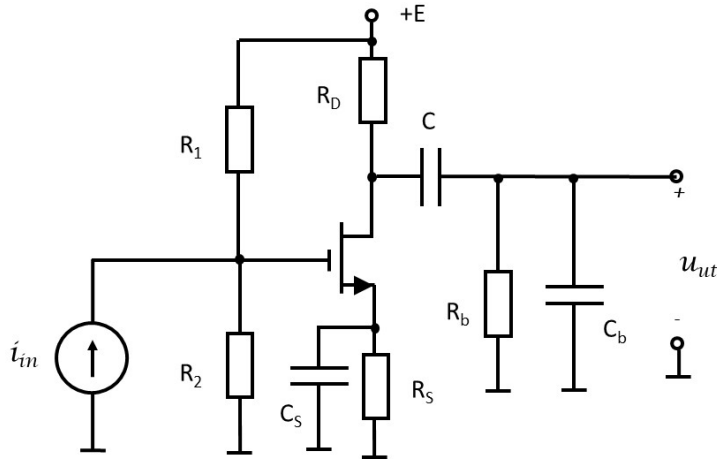
Beräkna CMRR för differentialförstärkaren nedan. För transistorerna gäller:
 $T_1, T_2: g_m = 3\text{ mA/V}$ $T_3: g_m = 5\text{ mA/V}$ och $r_o = 30\text{ k}\Omega$
 Inverkan av övriga parametrar försummas.
 $R_D = 6.8\text{ k}\Omega$, $R_S = 1\text{ k}\Omega$, $R_1 = 11.4\text{ k}\Omega$, $R_2 = 3.6\text{ k}\Omega$.



4p

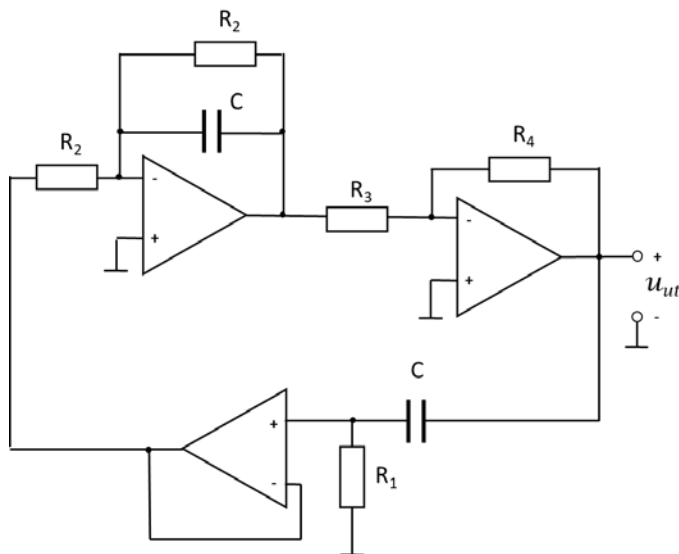
5.

Beräkna förstärkningen u_{ut}/i_{in} för mellanfrekvenser. För transistorn gäller: $k=10\text{ mA/V}^2$, $V_t=1.5\text{ V}$, $C_{gs}=100\text{ pF}$, $C_{gd}=4\text{ pF}$.
 $R_D=4.7\text{ k}\Omega$, $R_S=1.2\text{ k}\Omega$, $R_1=33\text{ k}\Omega$, $R_2=10\text{ k}\Omega$, $R_b=3.9\text{ k}\Omega$, $C_b=100\text{ pF}$, $C=C_S=10\text{ }\mu\text{F}$.
 $E=15\text{ Volt}$



3p

6. Beräkna R_4 så att oscillatorn svänger sinusformigt samt bestäm svängningsfrekvensen i Hz. Antag ideala operationsförstärkare. $R_1=5\text{ k}\Omega$, $R_2=20\text{ k}\Omega$, $R_3=1\text{ k}\Omega$, $C=15\text{ nF}$.



3p

Formelsamling för Elektronik E2

2018

Frekvens och tidsegenskaper

- **Gränsfrekvens "3 dB frekvens"** $= \frac{H_{\max}}{\sqrt{2}}$
 Övre gränsfrekvens: $\omega_{\bar{o}}$ eller $f_{\bar{o}}$
 n st lika poler $f_{\bar{o}_{tot}} = f_1 \cdot \sqrt{2^{1/n} - 1}$
 n st olika poler $\frac{1}{f_{\bar{o}_{tot}}} \approx 1.1 \cdot \sqrt{\frac{1}{f_1^2} + \dots + \frac{1}{f_n^2}}$
 Undre gränsfrekvens: ω_u eller f_u
 n st lika poler $f_{u_{tot}} = f_1 / \sqrt{2^{1/n} - 1}$
- **Tidsegenskaper**
 Stigtid: Bestäms av övre gränsfrekvensen $t_r \cdot f_{\bar{o}} \approx 0.35$
 Pulsfall: Bestäms av undre gränsfrekvensen $P_{rel} = \frac{\Delta t}{\tau_{tot}} \cdot 100\%$
 $\frac{1}{\tau_{tot}} = \omega_1 + \dots + \omega_n$

Återkoppling

- Total förstärkning $F_f = \frac{F}{1 + \beta F} = \frac{F}{1 - T}$; där T= slingförstärkning
- 2:a ordn. system $\frac{A_0}{s^2 + s \cdot 2k\omega_0 + \omega_0^2}$; $k=1$ för kritisk dämpning
- Villkor för oscillation $|T| = 1$ då $\angle T = 0^\circ$ eller $|\beta F| = 1$ då $\angle \beta F = -180^\circ$

Diod

- Diodekvationen $i_D = I_S (e^{v_D/nV_T} - 1)$ där $V_T = kT/q \approx 25$ mV vid rumstemp.
- Temperaturberoende
 Backriktning: $I_{S2} = I_{S1} \times 2^{(T_2 - T_1)/10}$ och framriktning: $\frac{\Delta v_D}{\Delta T} \cong -2$ mV/°C

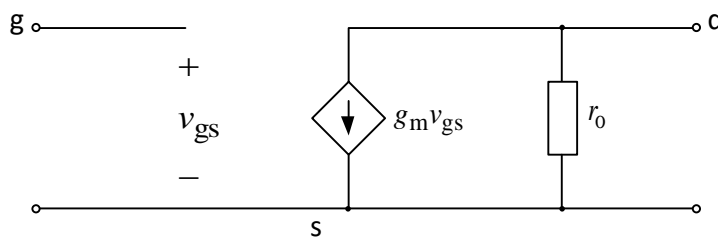
MOS transistor

- Storsignalmodell, $i_G=0$

Strömmättnadsområdet $i_D = \frac{k}{2}(v_{GS} - V_t)^2 \quad \text{då} \quad v_{DS} \geq v_{GS} - V_t$

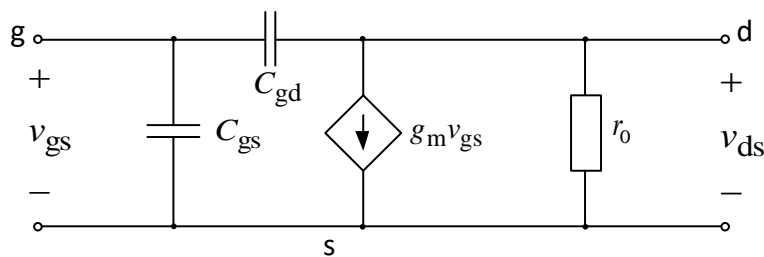
Resistansområdet $i_D = k \left[(v_{GS} - V_t)v_{DS} - \frac{1}{2}v_{DS}^2 \right] \quad \text{då} \quad v_{DS} < v_{GS} - V_t$

- Småsignalmodell låga frekvenser



$$g_m = \sqrt{2k|I_D|}, \quad r_o = V_A/I_D$$

- Småsignalmodell höga frekvenser



$$C_{gs} = \frac{g_m}{\omega_T} - C_{gd}$$

- Millers teorem $C_{M1} = C_{gd}(1-k)$, $C_{M2} = C_{gd} \frac{k-1}{k}$, där $k = \frac{v_{ds}}{v_{gs}}$

Bipolär transistor:

- Storsignal: $i_C = \beta \cdot i_B$, $v_{BE} = E_0$ (npn), $-E_0$ (pnp)

Effekt

$$T_j - T_a = P_T \cdot \Theta_{ja} \quad \text{där} \quad \Theta_{ja} \quad \text{är den termiska resistansen } (^\circ\text{C/W}).$$

$$P_{medel} = \frac{\hat{u} \cdot \hat{i}}{2} \quad \text{för resistiv last}$$

$$\text{För sinushalvperiod} \quad i_{medel} = \frac{\hat{i}}{\pi}$$