

Tentamen i
ETI 146 Elektronik för E2
den 31 maj 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.

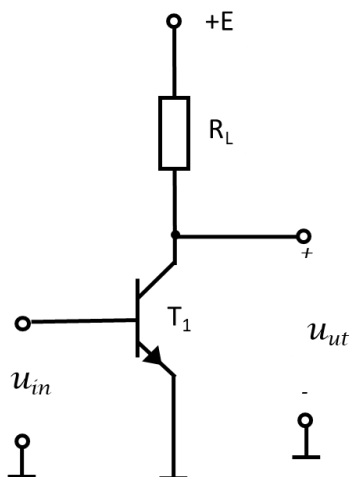
Betygsgränser: 9.5-13.5 p ger 3, 14-17 p ger 4, och 17,5-21 p ger 5.

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

Lycka till!

Lycka till och ha en trevlig sommar!

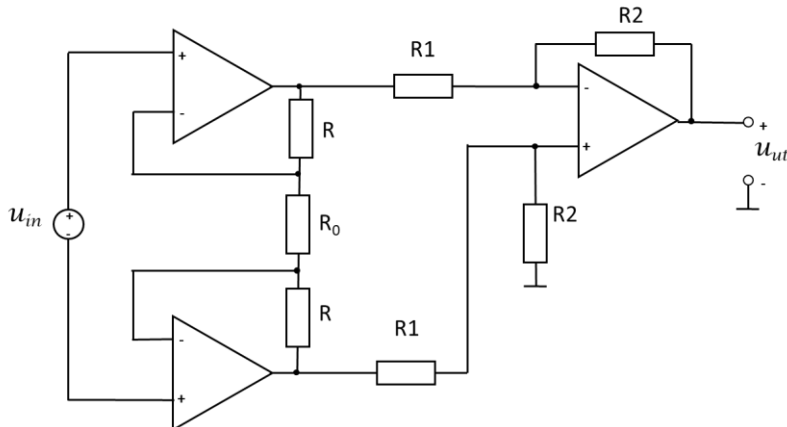
- a. Definiera begreppet Slew Rate för en operationsförstärkare? 0.5 p
- b. En resistor med nominellt värde = $10\text{ k}\Omega$ har en impedans = $3.7\text{ k}\Omega$ vid 400 MHz . Vad beror detta på? Rita ekvivalent schema. 0.5 p
- c. Ange till vilken klass av slutsteg switchade slutssteg med pulsbreddsmodulering tillhör samt beskriv kortfattat, med utgångspunkt från sluttransistorernas tillstånd, vad som gör att de är populära i batteridrivna ljudutrustningar. 1 p
- d. Ett första ordningens högpasfilter har gränsvinkelfrekvens ω_1 och maximalförstärkning A_0 . Filtret återkopplas negativt med ett resistansnät som ger återkopplingsfaktorn β . Vilken blir den nya gränsvinkelfrekvensen? 0.5 p
- e. En effekttransistor utvecklar 1 W . Vad blir den maximalt tillåtna omgivningstemperaturen om om transistorens maximalt tillåtna skikttemperatur är $150\text{ }^\circ\text{C}$ och den termiska resistansen till omgivningen $\Theta_{ja}=62.5\text{ }^\circ\text{C/W}$? 0.5 p
- f. Vad blir den maximala AC effekten i R_L samt maximala verkningsgraden för ett Klass A steg enligt figur? $E=12\text{ V}$, $I_C=50\text{ mA}$ och $R_L=20\text{ }\Omega$. Strömförbrukning i biasnät försummas (ej visade i Fig).



1 p

2. Beräkna u_{ut}/u_{in} för nedanstående förstärkare som används i många medicinska tillämpningar. Antag ideala Op-förstärkare.

Tips: För in potentialerna u_1 och u_2 på ingångarna till ingångs Op-förstärkarna.

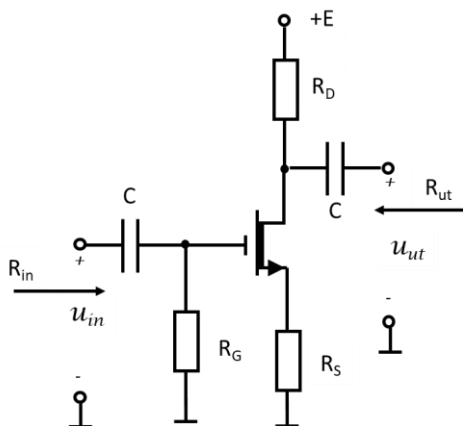


3 p

3. Beräkna förstärkningen u_{ut}/u_{in} samt R_{in} och R_{ut} för förstärkarsteget nedan.

För förstärkaren gäller: $V_t = -1$ V och $k = 10$ mA/V². Övriga transistorparametrar försummas.

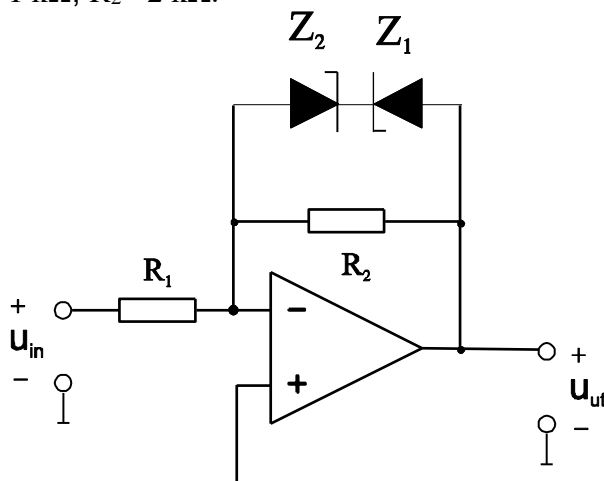
$R_D = 1$ k Ω , $R_S = 200$ Ω , $R_G = 500$ k Ω , $C = \infty$ för aktuella frekvenser



4 p

4. Beräkna och skissera $u_{ut} = f(u_{in})$. Ange lutningar och intressanta värden både för u_{in} och u_{ut} . Antag ideal op-förstärkare och ideala zenerdioder med $V_{Z1} = 5.1$ V och $V_{Z2} = 7.3$ V.

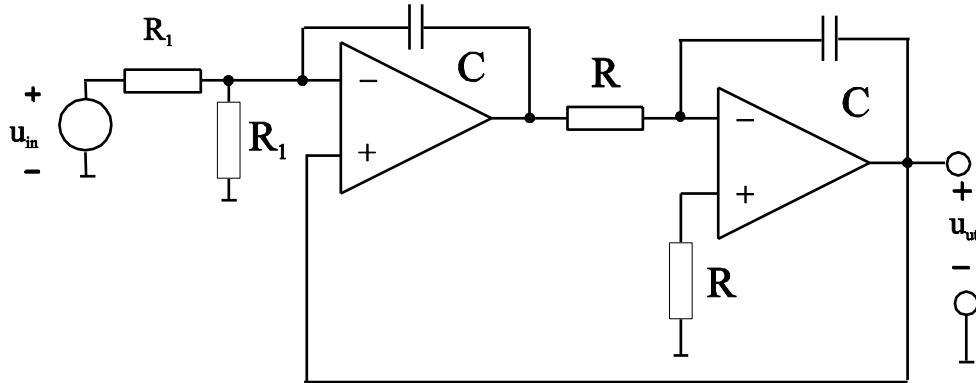
$R_1 = 1$ k Ω , $R_2 = 2$ k Ω .



3 p

5.

Bestäm R_1 så att stegsvaret för ett förstärkarsteg enligt figuren blir så snabbt som möjligt och dessutom översvängningsfritt. Beräkna bandbredden och den maximala förstärkningen som erhålls då **två** sådana förstärkarsteg **kaskadkopplas**. Antag ideala operationsförstärkare. R och C antages kända.



4 p

6.

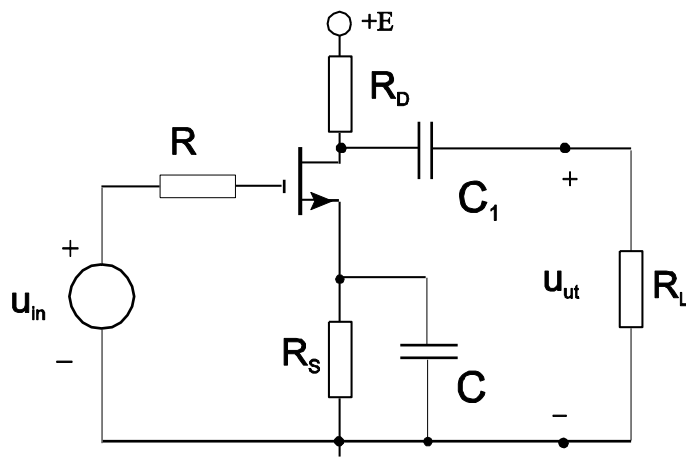
Beräkna den maximala spänningsförstärkningen för mellanfrekvenser, stigtid och pulsfall hos förstärkaren nedan (inklusive R_L).

Använd småschema för höga frekvenser där $C_{gs}=1$ nF, $C_{gd}=0$ och $r_o=\infty$.

För transistorn gäller: $k=80$ mA/V²

$R=100$ Ω , $R_D=4$ k Ω , $R_L=10$ k Ω , $C_1=2$ μ F, C antas vara ∞ för aktuella frekvenser.

$I_D=10$ mA, $\Delta t=0.5$ ms.



3 p

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

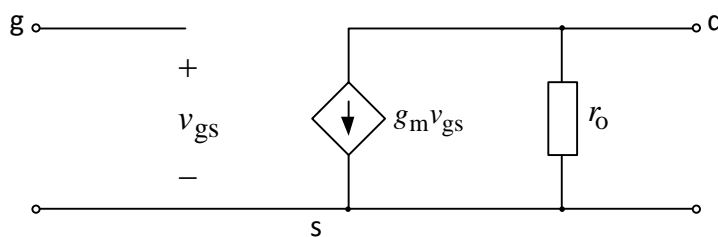
MOS transistor

- Storsignalmodell, $i_G=0$

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

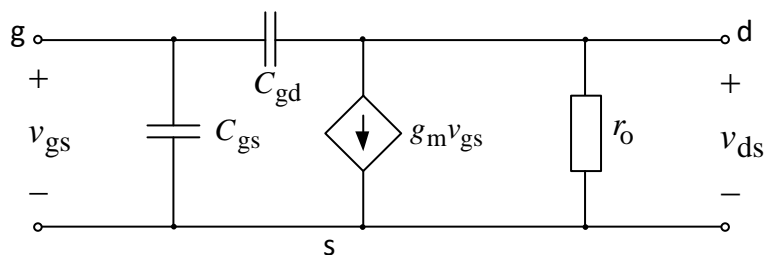
Resistansområdet $i_D = k \left[(v_{GS} - V_t)v_{DS} - \frac{1}{2}v_{DS}^2 \right] \quad \text{då} \quad v_{DS} < v_{GS} - V_t$

- 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

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

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

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