

Tentamen i
ETI 146 Elektronik för E2
den 31 maj 2013 kl 08.30-12.30

Lärare: Bill Karlström ankn 5749 mob 0708176535.

OBS! Uppgifterna är numrerade utan hänsyn till svårighetsgrad. Läs igenom hela tentan innan du börjar lösa någon av uppgifterna.

Approximationer, och förenklingar skall motiveras.
Använda uttryck som inte står i bifogad formelsamling skall visas.

Lösningarna finns på senaste kursens hemsida på måndag 3 juni.

Resultat med kod och tid för granskning av rättning anges på senaste kursens hemsida
söndag 2 juni.

Tentamen består av sex uppgifter som vardera ger maximalt 3 eller 4 poäng. För godkänd tentamen fordras 9.5 poäng. Betygsgränser: 9.5-13.5 p ger 3, 14-17 p ger 4, och 17,5-21 p ger 5.

Tillåtna hjälpmedel: Tabellverken Beta β och CRC Standard Mathematical Tables samt bifogad formelsamling. Dessa är: CASIO FX 82, TEXAS TI30, SHARP EL531.

OBS! Glöm ej att tydligt skriva namn och personnummer på varje sida samt noteringarna på försättsbladet.

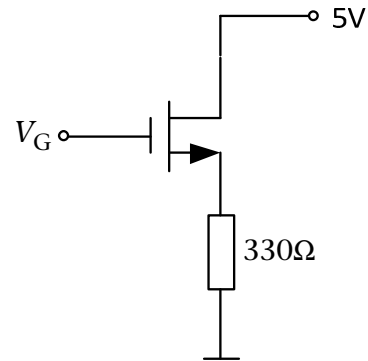
Lycka till!

1

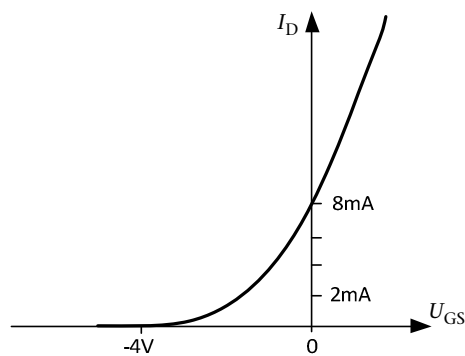
- a. Beskriv hur metallfilmsmotstånd skiljer sig från massmotstånd när det gäller frekvensegenskaper. 0,5p
- b. Vilka krav ställs på filter- resp. kopplingskondensatorer? 0,5p
- c. Vilka är de vanligaste typerna av sekundärbatterier? 0,5p

- d. För transistorn i schemat t.h. gäller $U_{DS} = 3V$.
Bestäm V_G .
För transistorn gäller $k = 4 \text{ mA/V}^2$, $V_t = 1V$.

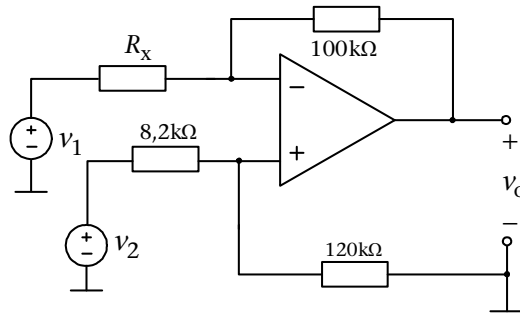
1p



- e. En förstärkare har överföringsfunktionen $F(s) = \frac{85a}{s^2 + 36s + 24a}$.
För vilka värden på a har den ett icke-oscillatoriskt stegsvar? 0,5p
- f. Diagrammet nedan visar sambandet mellan U_{GS} och I_D vid strömmättnad för en MOSFET.
Bestäm transistorens k -värde. 0,5p
Vilken typ av MOSFET visar diagrammet? 0,5p



2. Bestäm R_x i schemat nedan så att sambandet mellan utspänningen v_o och inspänningarna v_1 och v_2 blir $v_o = k \cdot (v_2 - v_1)$, där k är en konstant. Ideal OP.
 Ange även värdet på k . Använda samband skall visas!



3p

3. En förstärkare har överföringsfunktionen $F(s) = \frac{10^{11} \cdot s^2}{(s^2 + 300s + 2 \cdot 10^4)(s + 12000)(s + 25000)}$.

Bestäm dess max-förstärkning, stigtid och relativa pulsfall. Testpulsens längd är 0,6 ms.

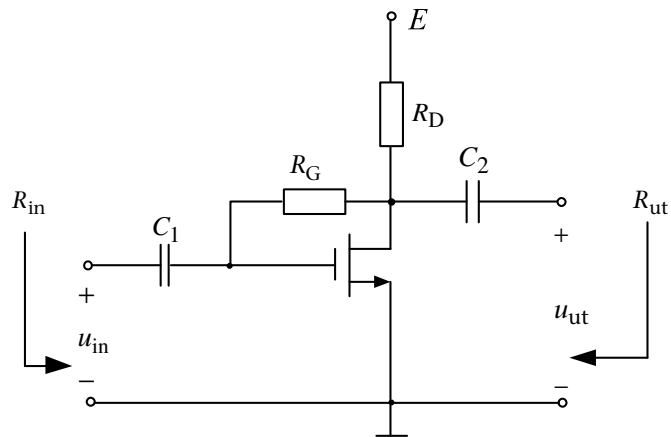
3p

4. I kretsen nedan gäller $E = 10V$ $R_G = 10M\Omega$ $R_D = 10k\Omega$.
 För transistoren gäller $g_m = 0,25mA/V$, $r_o = 47k\Omega$.
 Inverkan av övriga transistorparametrar får försummas.

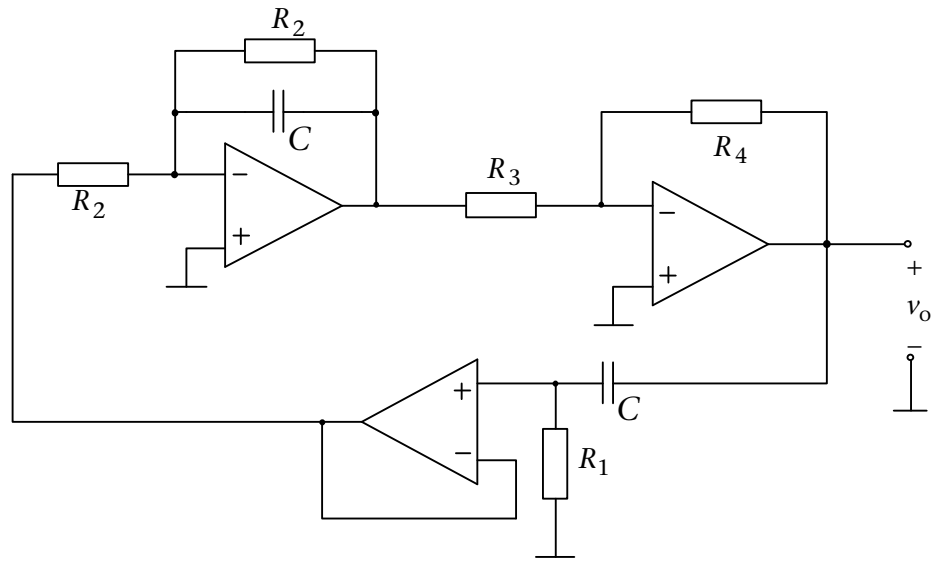
Bestäm $\frac{u_{ut}}{u_{in}}$, R_{in} och R_{ut} .

Kondensatorerna får betraktas som kortslutningar vid aktuella frekvenser.

3p



5. Schemat nedan visar en oscillator där $R_1 = 5\text{k}\Omega$ $R_2 = 20\text{k}\Omega$ $R_3 = 1\text{k}\Omega$ $C = 15\text{nF}$. Ideal OP.
Bestäm R_4 så att oscillatorns utspänning v_o blir sinusformad. Bestäm dessutom utspänningens frekvens i Hz.

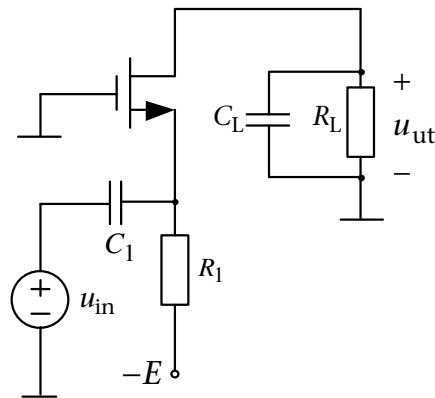


4p

6. I nedanstående schema (CG-steg) gäller $R_1 = R_L = 20\text{k}\Omega$ $C_L = 15 \cdot 10^{-15}\text{F}$.
För transistoren gäller $g_m = 1,25\text{mA/V}$ $C_{gs} = 2 \cdot 10^{-14}\text{F}$ $C_{gd} = 5 \cdot 10^{-15}\text{F}$ $r_o = 20\text{k}\Omega$.
Inverkan av övriga transistorparametrar får försummas.

Bestäm förstärkarens maxförstärkning $\left. \frac{u_{ut}}{u_{in}} \right|_{\max}$ och övre gränshfrekvens.

C_1 får betraktas som en kortslutning vid alla frekvenser.



4p

Formelsamling

Elektronik för E2 2013**Frekvens och tidsegenskaper**

- Gränsfrekvens "3 dB frekvens" $H(\omega_g) = \frac{H_{\max}}{\sqrt{2}}$

Övre gränsfrekvens: ω_o eller f_o

n st lika poler f_1 $f_{oTOT} = f_1 \cdot \sqrt{2^{1/n} - 1}$

n st olika poler $\frac{1}{f_{oTOT}} \approx 1.1 \cdot \sqrt{\frac{1}{f_1^2} + \dots + \frac{1}{f_n^2}}$

Undre gränsfrekvens: ω_u eller f_u

n st lika poler f_1 $f_{uTOT} = \frac{f_1}{\sqrt{2^{1/n} - 1}}$

- Tidsegenskaper

Stigtid: Bestäms av övre gränsfrekvensen $t_r \cdot f_o \approx 0.35$

Pulsfall: Bestäms av undre gränsfrekvensen $P_{\text{rel}} = \frac{\Delta t}{\tau_{\text{TOT}}} \cdot 100\%$, där $\frac{1}{\tau_{\text{TOT}}} = \omega_1 + \dots + \omega_n$

Återkoppling

- Total förstärkning, där T = slingförstärkning

$$F_f = \frac{F}{1 + \beta F} = \frac{F}{1 - T}$$

- 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 $I_{S_2} = I_{S_1} \cdot 2^{(T_2 - T_1)/10}$ och $\frac{\Delta v_D}{\Delta T} = -2$ mV/°C

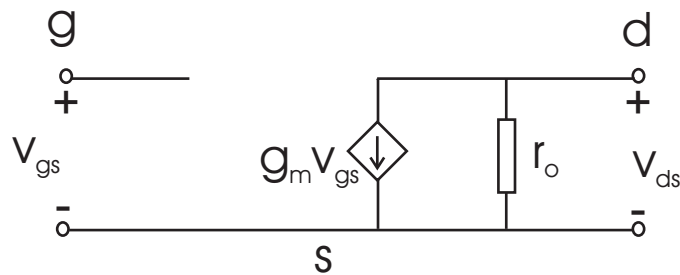
MOS transistor

- Storsignalmodell, $i_G=0$

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

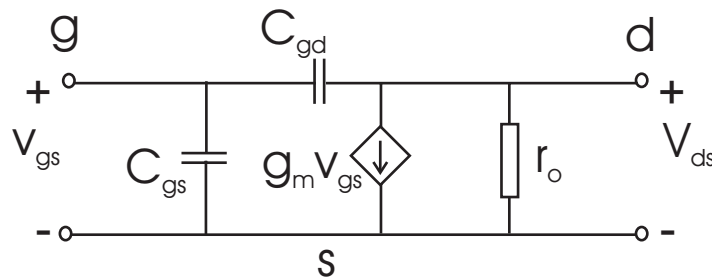
Triodområdet $i_D = k \left[(v_{GS} - V_t)v_{DS} - \frac{1}{2}v_{DS}^2 \right] \quad \text{då} \quad v_{DS} < v_{GS} - V_t$

- 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

$$C_{M1} = C_{gd}(1-k), \quad C_{M2} = C_{gd} \frac{k-1}{k} \quad \text{där} \quad k = \frac{v_d}{v_g}$$

Bipolär transistor:

- Storsignal: $i_C = \beta \cdot i_B$, $v_{BE} = E_0$ (npn), $-E_0$ (pnp)
- π -schema: $g_m = |I_C| / V_T \cong 40 \cdot |I_C|$, $r_\pi = \beta / g_m$, $r_o \cong V_A / I_C$

Effekt

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

$$P_{medel} = \frac{\hat{i} \cdot \hat{u}}{2} \cos \theta$$

För sinushalvperiod $I_{medel} = \frac{\hat{i}}{\pi}$