

Tentamen i
ETI 146 Elektronik för E2
den 8 oktober 2016 kl 14.00-18.00

Lärare: Bill Karlström mob 0708-176535.

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

Approximationer och förenklingar skall motiveras

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. Godkänd räknare. Dessa är: CASIO FX 82, TEXAS TI30, SHARP EL531.

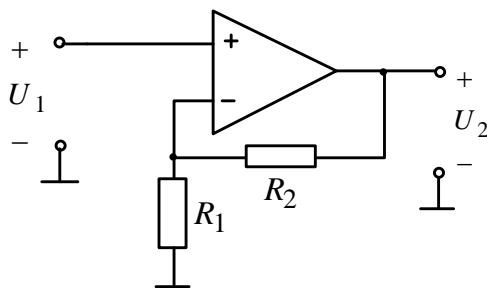
OBS! Lagg din anonyma kod på minnet. På pingpong publiceras, senast 24 okt, på de senaste tre hemsidorna, en lista med kod och resultat.

Lycka till!

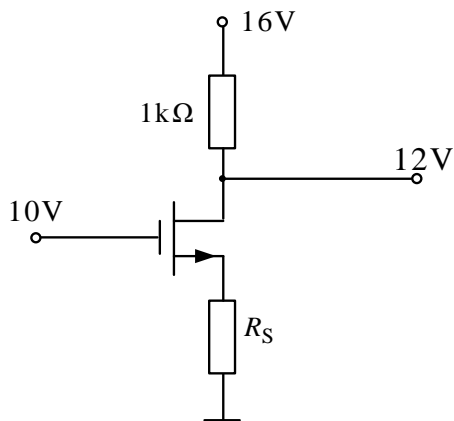
1.

- a. Hur formerar man en elektrolytkondensator som finns inkopplad i en apparat och ej kan urmonteras? 0.5p
- b. Vad bör man tänka på vid användning av metallfilmsmotstånd vid höga frekvenser och massmotstånd vid låga signalnivåer? 0.5 p

- c. OP:n i kretsen nedan har överföringsfunktionen $H(s) = \frac{10^5}{1 + \frac{s}{25}}$. Bestäm max-förstärkning och övre gränzfrequens för den motkopplade förstärkaren. $R_1 = 1\text{k}\Omega$ $R_2 = 99\text{k}\Omega$. 1 p

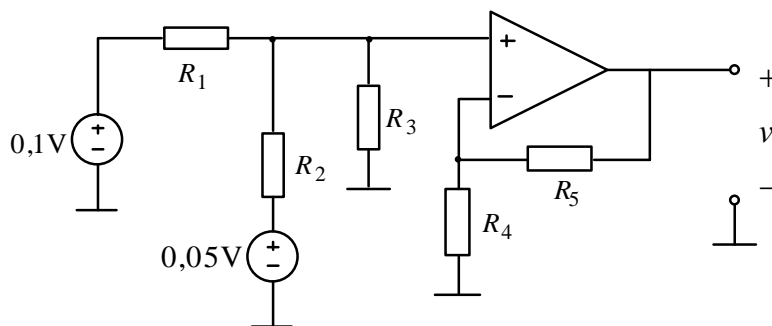


- d. Bestäm R_S så att potentialerna i kretsen stämmer. För transistorn gäller $V_t = 3\text{V}$, $k = 4\text{mA/V}^2$. 1 p



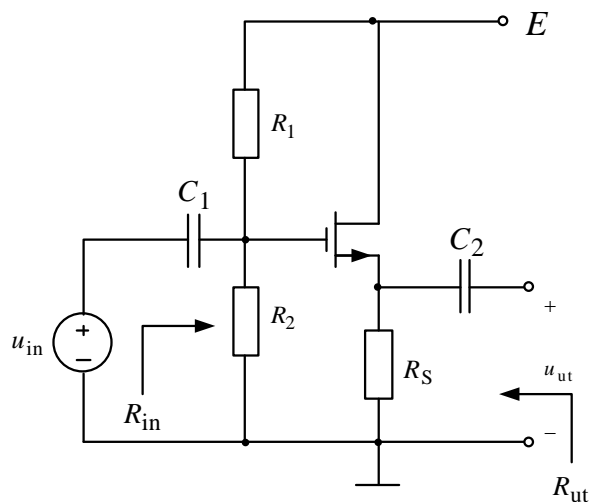
- e. Åskådliggör med ett diagram vad som menas med offsetspänningen hos en operationsförstärkare. 0,5 p
- f. En förstärkare har överföringsfunktionen $H(s) = \frac{a}{2s^2 + 16bs + 10}$. För vilka värden på b är dess stegsvar översvängsfritt? 0.5 p

2. Bestäm spänningen v nedan. OP:n är ideal.
 $R_1 = 1\text{k}\Omega$ $R_2 = R_3 = 2\text{k}\Omega$ $R_4 = 1\text{k}\Omega$ $R_5 = 3\text{k}\Omega$



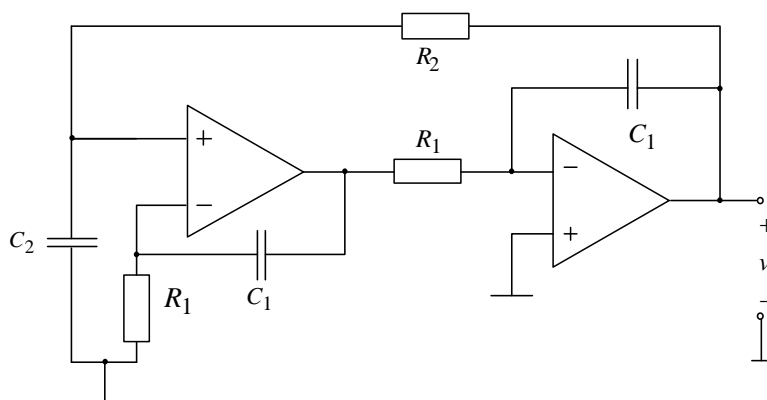
3p

3. I vidstående schema gäller
 $R_1 = 100\text{ k}\Omega$ $R_2 = 220\text{ k}\Omega$ $R_S = 2\text{ k}\Omega$
 $E = 16\text{ V}$ $I_D = 4\text{ mA}$
 För transistoren gäller
 $k = 2\text{ mA/V}^2$ $V_t = 1\text{ V}$. Inverkan av
 övriga transistorparametrar försummas.
 Kondensatorerna får betraktas som
 kortslutningar vid aktuella frekvenser.
 Bestäm R_{in} , R_{ut} och $\frac{u_{ut}}{u_{in}}$.



3p

4. Bestäm C_1 i oscillatorn nedan så att spänningen v får sinusform.
 Vid vilken frekvens svänger oscillatorn då?
 OP:na får betraktas som ideala. $R_1 = 8,2\text{ k}\Omega$ $R_2 = 1,5\text{ k}\Omega$ $C_2 = 22\text{ nF}$



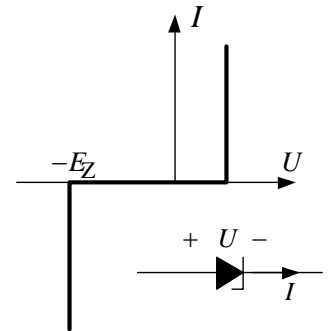
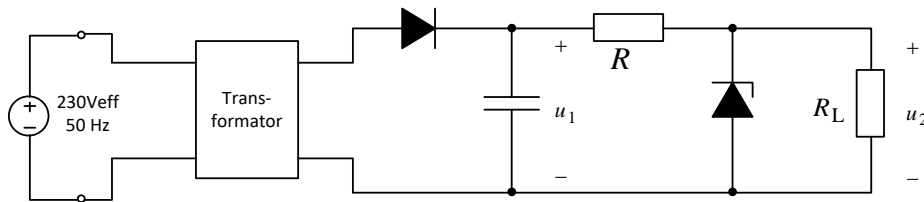
4 p

5. Schemat nedan visar ett enkelt nätaggregat där belastningsspänningen u_2 stabiliseras med en zenerdiod.

Mellan vilka gränser får u_1 ligga om stabiliseringen skall upprätthållas utan att zenerdiodens förlusteffekt $P_{Z_{\max}}$ överskrids?

$$R = 60\Omega \quad R_L = 120\Omega \quad E_Z = 20V \quad P_{Z_{\max}} = 2W$$

Zenerdiodens karakteristik visas i diagrammet t.h. Dioden är ideal.



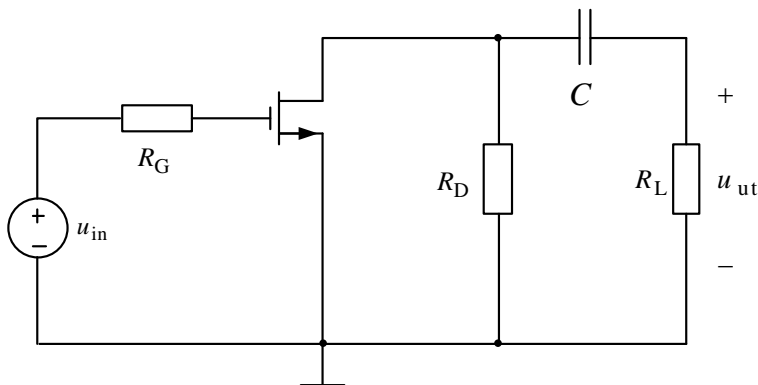
3p

6. Figuren nedan visar AC-schemat för ett CS-steg. Beräkna och rita upp det kompletta

Bodediagrammet (amplitud) för $\frac{u_{ut}}{u_{in}}$.

Angiv lutningar och nivåer. För transistorn gäller: $g_m=40 \text{ mA/V}$, $C_{gs}=30 \text{ pF}$, $C_{gd}=4 \text{ pF}$. Inverkan av övriga transistorparametrar försummas. Använd Millerapproximationen.

$R_G=800 \Omega$, $R_D=4 \text{ k}\Omega$, $R_L=4 \text{ k}\Omega$ och $C=200 \text{ nF}$.



4 p

Formelsamling

Elektronik för E2 2016**Frekvens och tidsegenskaper**

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

Övre gränshfrekvens: $\omega_ö$ eller $f_ö$

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

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

Undre gränshfrekvens: 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 gränshfrekvensen $t_r \cdot f_ö \approx 0.35$

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

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

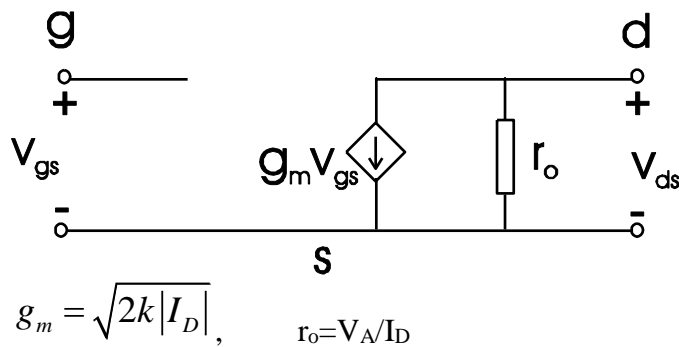
MOS transistor

- Storsignalmodell, $i_G=0$

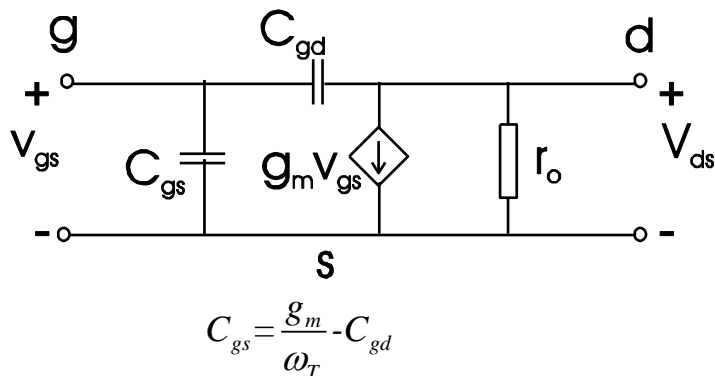
Strömmättnadsområdet $i_D = \frac{k}{2} (v_{GS} - V_t)^2 \quad \text{då} \quad v_{DS} \geq v_{GS} - V_t$

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



- Småsignalmodell höga frekvenser



- 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: $g_m = |I_C| / V_T \cong 40 \cdot |I_C|$, $r_\pi = \beta / g_m$, $r_0 \cong V_A / I_C$

Effekt

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

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

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