

Tentamen i
ETI 146 Elektronik för E2
den 28 maj 2011 kl 8.30-12.30

Lärare: Bill karlström ankn 5749 mob 0706244488.

Markus Johansson ankn 5052 mob 0768111541.

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

Approximationer och förenklingar skall motiveras

Lösningarna anslås efter skrivningens slut på institutionens anslagstavla.

Betygslistan anslås måndagen den 14 juni kl 15 på institutionens anslagstavla.

Granskningen av rättning får ske tisdagen den 15 juni kl 13-15 på institutionen.

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 räknare¹⁾. Dessa är: CASIO FX 82, TEXAS TI30, SHARP EL531.

¹⁾ Andra typer kan godkännas av examinator vid tentamenstillfället.

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

Lycka till och ha en trevlig sommar!

1.

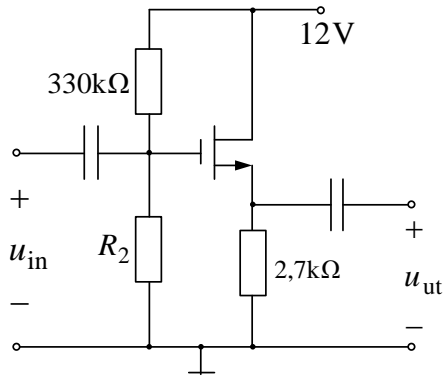
a. För en transistor i en TO220-kapsel är angivet värdet $R_{Thjc} = 2^\circ C/W$ $T_{jmax} = 150^\circ C$. På kapseln sitter en kylare så att $R_{Thca} = 20^\circ C/W$. Transistorn kommer att sitta i en krets där omgivningstemperaturen är maximalt $40^\circ C$. Bestäm maximalt tillåten effektförlust i transistorn. Kylaren har god termisk kontakt med kapseln så att $R_{Thcs} = 0^\circ C/W$. 0.5p

b. Nämn tre användningsområden för kondensatorer. 0.5p

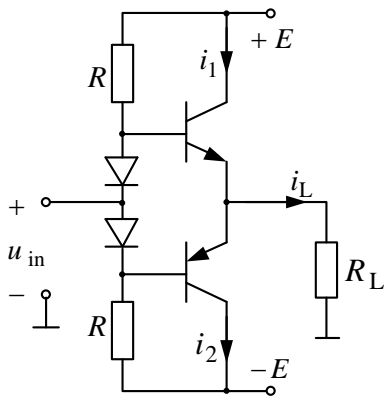
c. Ange användningsområde för följande resistorer.
NTC-motstånd, varistor, LDR-motstånd. 0.5p

d. Bestäm R_2 så att $g_m = 4mA/V$ för transistorn i kretsen nedan. 1 p

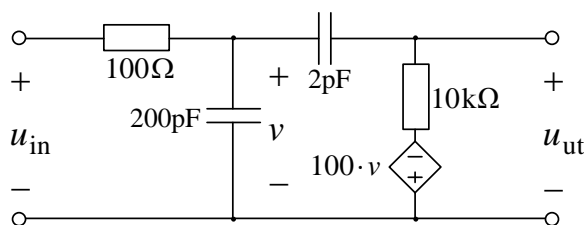
$V_t = 2V$ $k = 4mA/V^2$ 0.5p



e. Schemat nedan visar ett klass B-steg. Låt inspänningen vara sinusformad. Rita ett diagram med inspänningen samt de tre strömmarna. Vilken uppgift har dioderna? 0.5p



f. En transistorförstärkare har småsignalschema enligt schemat nedan. Använd Miller-approximationen för att bestämma förstärkarens övre gränzfrequens. 1 p



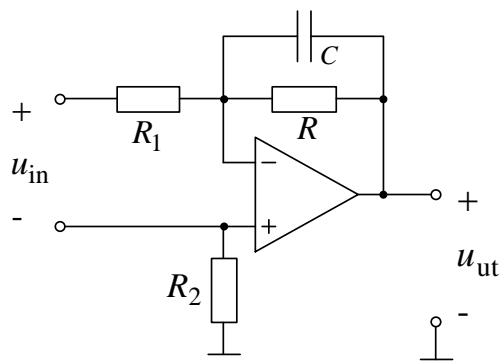
2. Bestäm R_1 och R_2 så att förstärkningens absolutbelopp $\left| \frac{u_{ut}}{u_{in}} \right|$ blir 100ggr för "låga" frekvenser

och 50ggr för "höga" frekvenser hos förstärkaren nedan.

Kondensatorn får betraktas som en kortslutning vid höga frekvenser och som ett avbrott vid låga frekvenser. OP:n får betraktas som ideal.

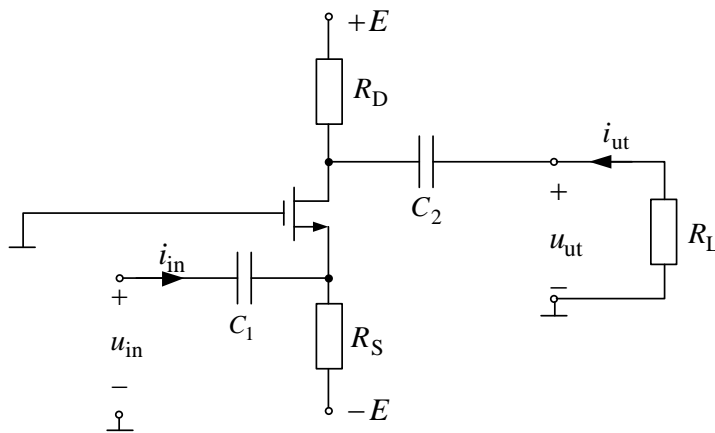
3p

$$R = 10\text{k}\Omega \quad C = 0,1\text{nF}$$



3. Schemat visar en s.k. strömföljare. Bestäm $\frac{u_{ut}}{u_{in}}$, $\frac{i_{ut}}{i_{in}}$, R_{in} och R_{ut} (teckna uttryck).

Kondensatorerna får betraktas som kortslutna vid aktuella frekvenser. Belastningsresistansen R_L skall ej tas med vid beräkning av R_{ut} .

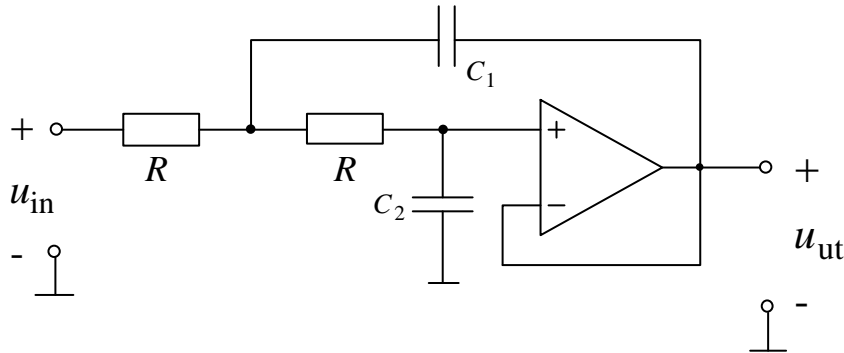


4 p

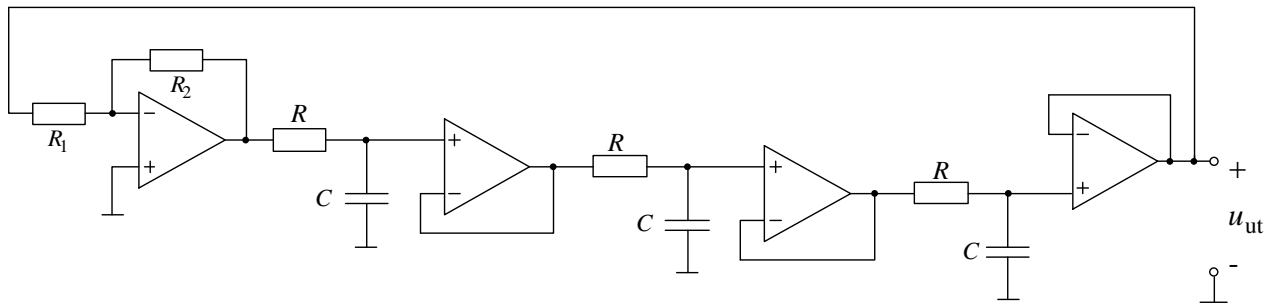
4. I nedanstående förstärkare väljs värdet på kapacitansen C_2 så att förstärkaren blir kritiskt dämpad. Beräkna förstärkarens F_{\max} och övre gränsfrekvens. Operationsförstärkaren antas vara ideal.

$R = 1 \text{ k}\Omega$ och $C_1 = 100 \text{ nF}$.

3 p



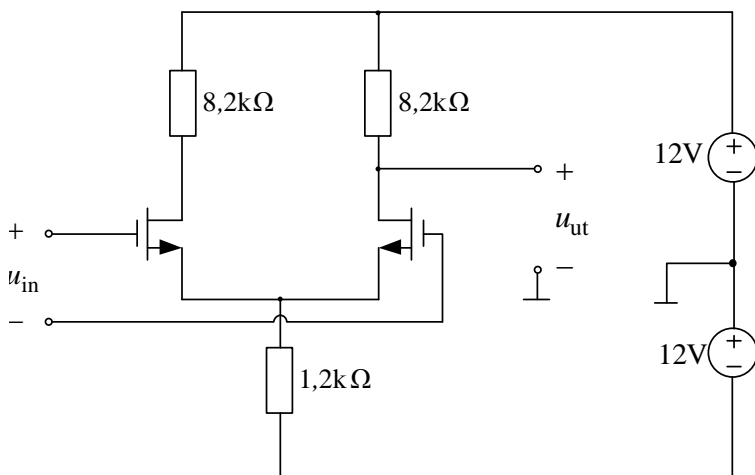
5. Bestäm R_2 så att oscillatoren nedan svänger sinusformat. Bestäm även dess frekvens. OP:na får betraktas som ideala.



$R = 10 \text{ k}\Omega$ $R_1 = 12 \text{ k}\Omega$ $C = 10 \text{ nF}$

3 p

6. Bestäm CMRR för förstärkaren nedan. För transistorerna gäller $g_m = 6 \text{ mA/V}$.



4 p

Formelsamling

Elektronik för E2 2011**Frekvens och tidsegenskaper**

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

Övre gränsfrekvens: $\omega_{\bar{o}}$ eller $f_{\bar{o}}$

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

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_1 $f_{uTOT} = \frac{f_1}{\sqrt{2^{1/n} - 1}}$

- Tidsegenskaper

Stigtid: Bestäms av övre gränsfrekvensen $t_r \cdot f_{\bar{o}} \approx 0.35$

Pulsfall: Bestäms av undre gränsfrekvensen $P_{rel} = \frac{\Delta t}{\tau_{TOT}} \cdot 100\%$, 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

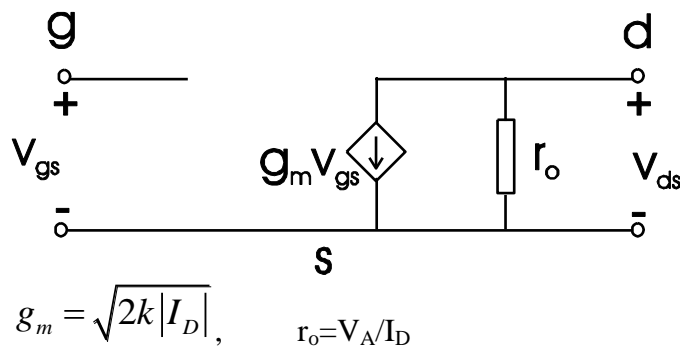
MOS transistor

- Storsignalmodell, $i_G=0$

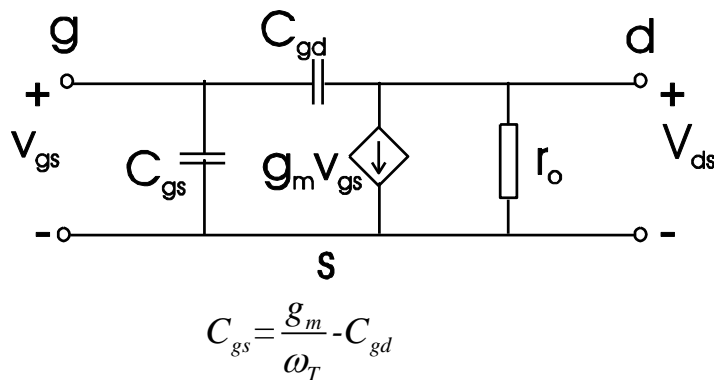
Strömmättnadsområdet $i_D = \frac{k}{2}(v_{GS} - V_t)^2 \quad \text{då} \quad v_{DS} \geq v_{GS} - V_t$

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

Effekt

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

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

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