

Tentamen i
ETI 146 Elektronik för E2
den 22 aug 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

Tid och plats för granskning av rättning anges på kursens tre senaste hemsidor senast 29 aug.

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.
- Typgodkänd räknare.

Lycka till!

1.

a. Vad är skälet till att en kondensator med kapacitans C inte har impedans $Z=1/j\omega C$ vid höga frekvenser. Rita gärna ett ekvivalent schema?

0.5 p

b. Vilka krav ställer man på filterkondensatorer respektive kopplings- och avkopplingskondensatorer?

0,5 p

c. Vad är de huvudsakliga användningsområdena för dioder respektive zenerdioder?

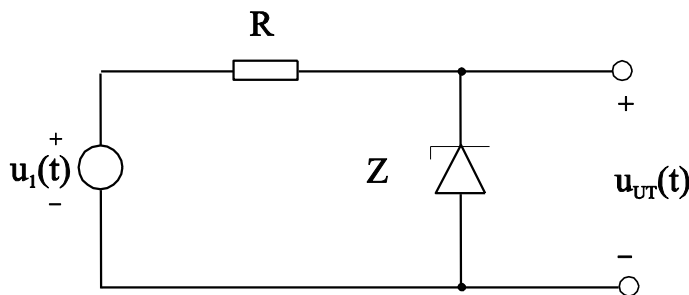
0.5 p

d. En effektransistor utvecklar 1 W. Vad blir den maximalt tillåtna omgivningstemperaturen om om transistorns maximalt tillåtna skiktstemperatur är $150\text{ }^\circ\text{C}$ och den termiska resistansen till omgivningen $\Theta_{ja}=62.5\text{ }^\circ\text{C/W}$?

0.5 p

e.

Bestäm inom vilka gränser $u_1(t)$ kan variera förutsatt att utspänningen $u_{UT}(t)$ skall vara zenerstabiliserad. Zenerdioden är ideal med $E_Z = 10\text{ V}$, $P_{Zmax} = 0.5\text{ Watt}$. $R=100\ \Omega$.



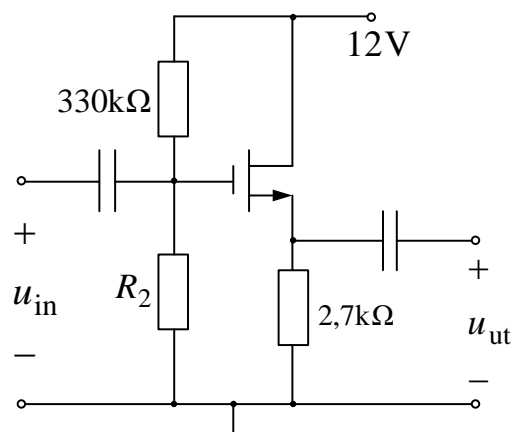
1 p

f.

Bestäm R_2 så att $g_m = 4\text{ mA/V}$ för transistorn i kretsen nedan.

1 p

$$V_t = 2\text{ V} \quad k = 4\text{ mA/V}^2$$



2. Beräkna in- och utresistans samt $\frac{u_{ut}}{u_{in}}$ för förstärkarsteget nedan.

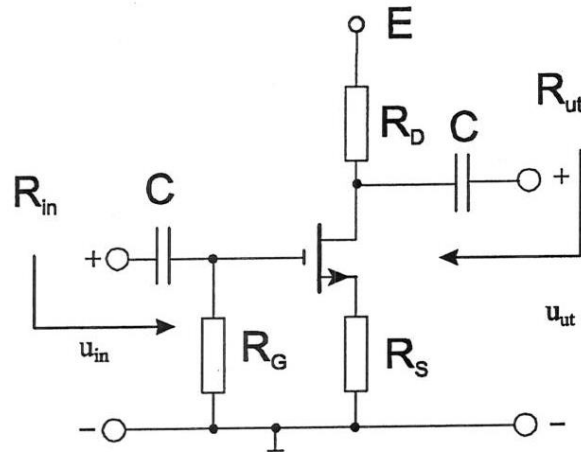
$$R_D = 1,2\text{k}\Omega \quad R_S = 200\ \Omega \quad R_G = 560\ \text{k}\Omega$$

Kondensatorerna får betraktas som kortslutningar vid aktuella frekvenser.

För transistoren gäller $g_m = 7\text{mA/V}$. Inverkan av övriga

transistorparametrar får försummas.

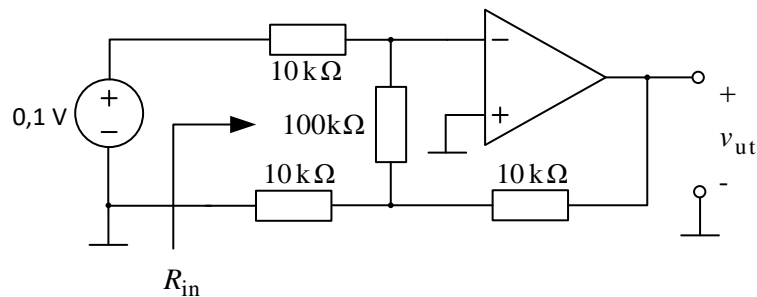
3p



3p

3. Bestäm v_{ut} och R_{in} i nedanstående krets. OP:n får betraktas som ideal.

3p



4. I effektsteget t.h. utvecklas medeleffekten 12W i belastningen. Insignalen är sinusformad.

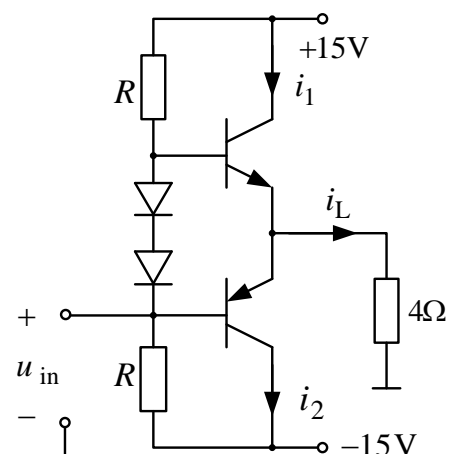
a. Rita kurvorna för inspänningen och de tre markerade strömmarna i samma diagram så att sambandet mellan dem framgår.

b. Bestäm verkningsgrad och maximalt möjlig medeleffekt i belastningen.

Effektutvecklingen i R och dioderna får försummas.

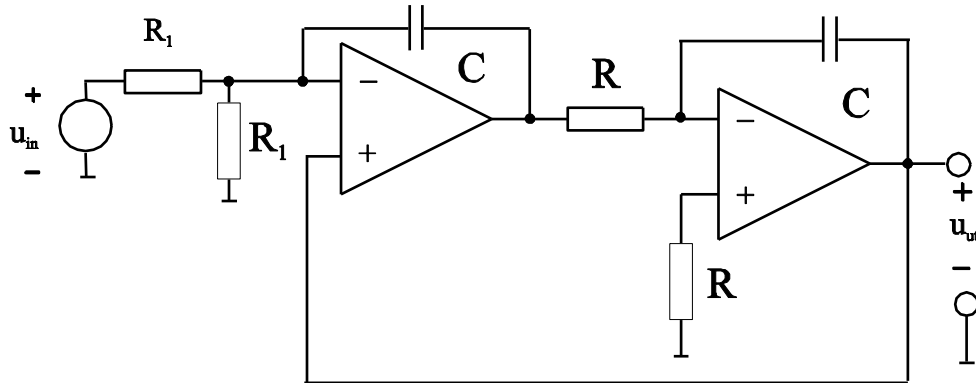
För transistorerna gäller att $|U_{CE\min}| = 0\text{V}$.

4 p



5. Bestäm R_1 så att stegsvaret för förstärkarsteget enligt figuren blir så snabbt som möjligt och dessutom översvängningsfritt. Beräkna sedan förstärkarens stigtid. Antag ideala operationsförstärkare.

$$R = 10 \text{ k}\Omega \quad C = 4,7 \text{ nF} .$$



3 p

6. Beräkna CMRR för differentialförstärkaren

I schemat t.h.

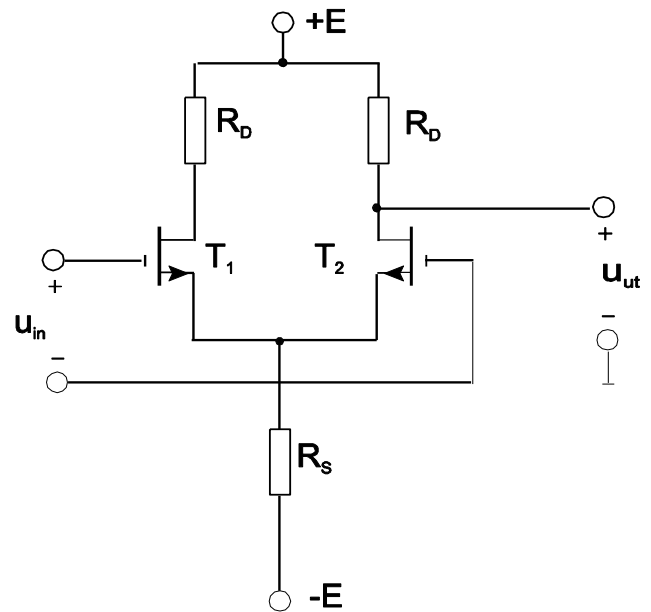
För transistorerna antas gälla:

$$T_1, T_2: g_m = 10 \text{ mA/V}$$

Inverkan av övriga transistorparametrar får försummas.

$$E = 15 \text{ V}, R_D = 10 \text{ k}\Omega, R_s = 3,3 \text{ k}\Omega.$$

4p



Formelsamling Elektronik för E2 2016

Frekvens och tidsegenskaper

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

Övre gränsfrekvens: $\omega_ö$ 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 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 $t_r \cdot f_ö \approx 0.35$

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 $F_f = \frac{F}{1 + \beta F} = \frac{F}{1 - T}$; 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 $I_{S_2} = I_{S_1} \cdot 2^{(T_2 - T_1)/10}$ och $\frac{\partial v_D}{\partial T} \approx -2$ mV / °C

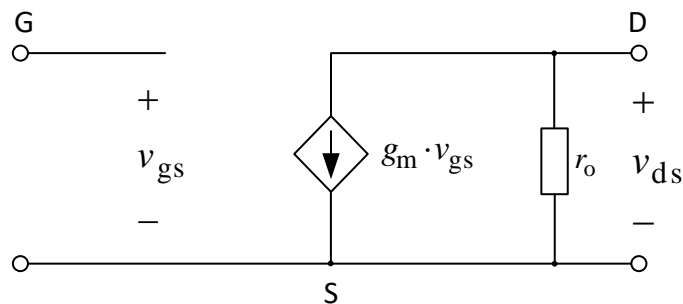
MOS transistor (N-kanal)

- Storsignalmodell, $i_G=0$

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

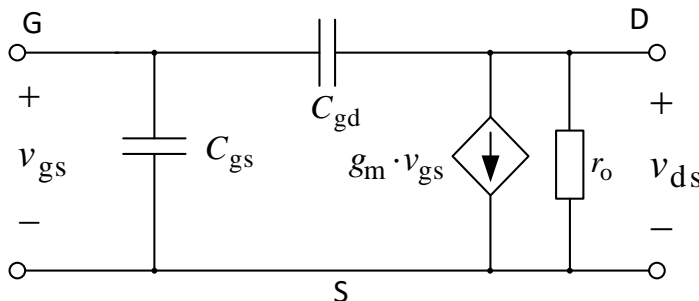
Triodområdet $i_D = k \left[(v_{GS} - V_t) v_{DS} - \frac{1}{2} v_{DS}^2 \right] \quad \text{då} \quad v_{DS} < v_{GS} - V_t$

- 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 $C_{M1} = C_{gd} (1 - k), \quad C_{M2} = C_{gd} \left(1 - \frac{1}{k} \right), \quad \text{där} \quad k = \frac{v_{ds}}{v_{gs}}$

Bipolär transistor:

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

Effektförstärkning

$$T_j - T_a = P_f \cdot \Theta_{ja},$$

där Θ_{ja} är den termiska resistansen ($^{\circ}\text{C}/\text{W}$) och P_f är förlusteffekten.

$$P_{\text{medel}} = \frac{\hat{u} \cdot \hat{i}}{2} \cdot \cos \theta = \frac{R \cdot \hat{i}^2}{2} = \left(\frac{\hat{u}^2}{2R} \text{ för resistor} \right).$$

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