

Tentamen i
ETI 146 Elektronik för E2
den 16 april 2015 kl 14.00-18.00

Examinator: Bo Håkansson

Lärare: Bill Karlström 0708-176535

OBS! Uppgifterna är ordnade helt slumpmässigt. Läs igenom hela tentan innan du börjar lösa någon av uppgifterna.

Approximationer och förenklingar skall motiveras

Lösningarna anslås efter skrivningens slut på institutionens anslagstavla.

Granskning av rättning kan ske onsdagen den 29 april kl 12.30-13.30 hos Madeleine Persson på 5 vån i E-huset.

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 dvs CASIO FX 82, TEXAS TI30, SHARP EL531.

Lycka till!

1.

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

0.5 p

b. Vad bör man tänka på vid användning av:

i) metallfilmsmotstånd vid höga frekvenser

ii) massmotstånd vid låga signalnivåer

0.5 p

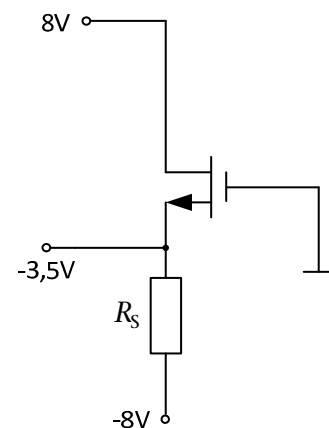
c. Nämn tre typer av icke-linjära resistorer och ange vad de används till.

0.5 p

d. För transistorn i kretsen t.h. gäller $k = 4\text{mA/V}^2$, $V_t = 1,5\text{V}$

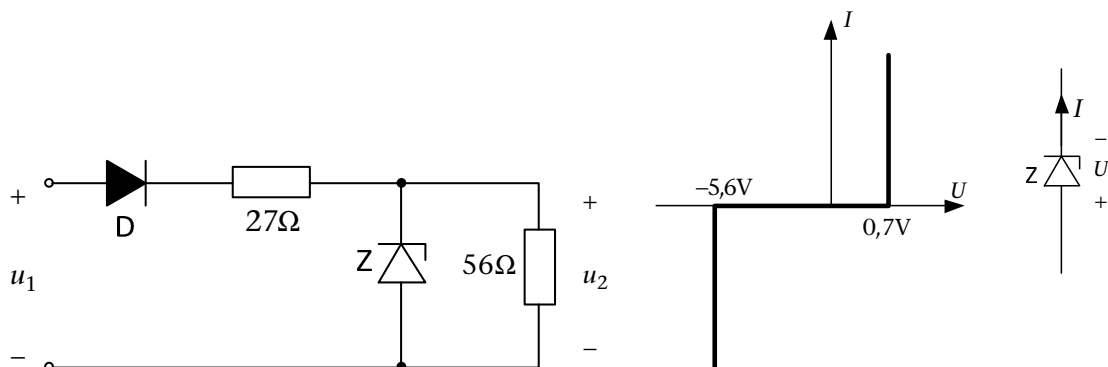
Bestäm R_S .

1 p



e. I kretsen nedan gäller att zenerdiodens effekttålighet är $P_Z = 5\text{W}$. Mellan vilka gränser för u_1 ligga om spänningen u_2 skall vara stabiliserad av zenerdioden?

Zenerdiodens karakteristik framgår av diagrammet. D är en ideal diod.



1 p

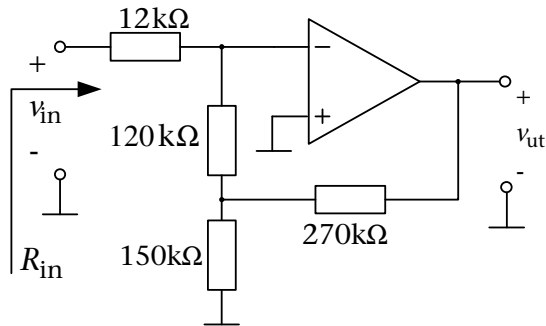
f. En förstärkare har överföringsfunktionen $F(s) = \frac{100a}{2s^2 + 10as + 32}$.

För vilket värde på a har den ett stabilt maximalt snabbt stegsvar utan oscillationer?

0.5p

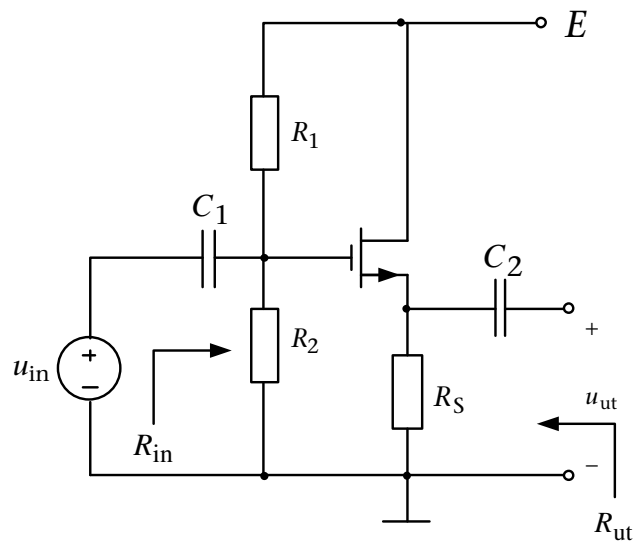
2. Bestäm v_{ut} och R_{in} i nedanstående krets. OP:n får betraktas som ideal.
 $v_{in} = 0,085V$.

3p

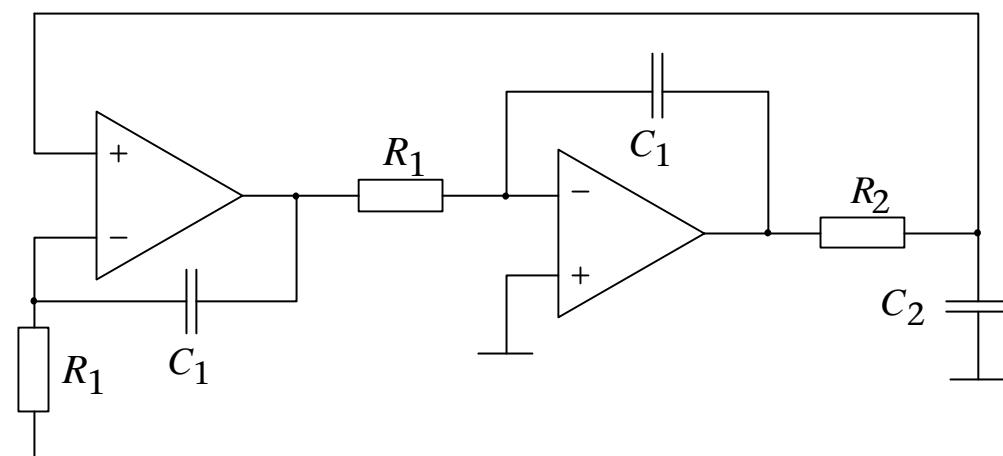


3. I vidstående schema gäller
 $R_1 = 100k\Omega$ $R_2 = 220k\Omega$ $R_S = 2k\Omega$
 $E = 16V$ $I_D = 4mA$
 För transistoren gäller
 $k = 2mA/V^2$ $V_t = 1V$. Inverkan av
 övriga transistorparametrar
 försummas.
 Kondensatorerna får betraktas som
 kortslutningar vid aktuella frekvenser.
 Bestäm R_{in}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

3p



4. Bestäm R_2 och C_1 så att oscillatorn i
 schemat nedan svänger sinusformigt med frekvensen 10kHz. OP:na får betraktas som ideala.
 $R_1 = 10k\Omega$ $C_2 = 10nF$



4 p

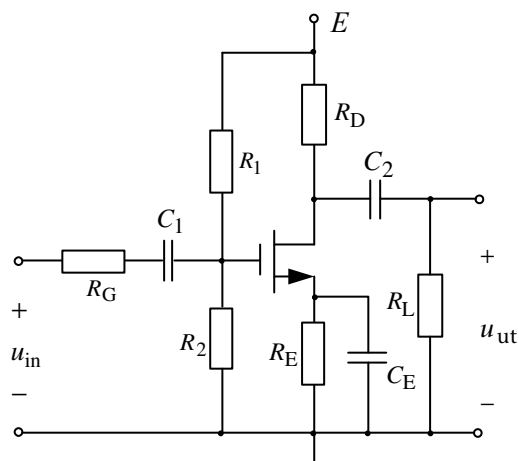
5. Kretsen nedan visar schemat för ett CS-steg. Beräkna övre och undre gränshäns för förstärkningen $\frac{u_{ut}}{u_{in}}$. Använd Millerapproximation.

$$R_G = 500\Omega \quad R_D = 4k\Omega \quad R_L = 5k\Omega \quad R_1 = R_2 = 400k\Omega \quad C_2 = 250nF$$

C_1 och C_E får betraktas som kortslutningar vid aktuella frekvenser.

För transistoren gäller

$$g_m = 50mA/V \quad C_{gs} = 30pF \quad C_{gd} = 3pF \quad r_o = \infty$$



4p

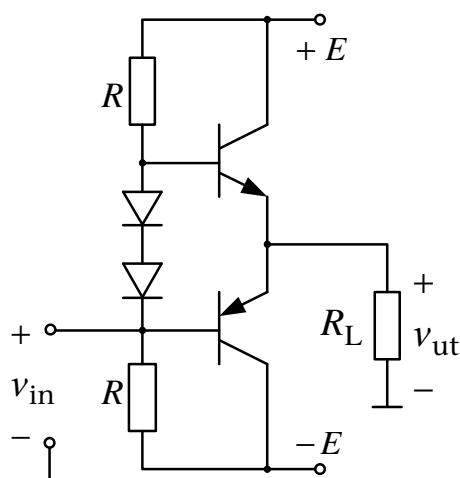
6. I nedanstående effektsteg är utsignalen sinusformad. Bestäm effektstegets verkningsgrad samt transistorförlusterna för då 13,5W utvecklas i R_L . Utsignalen är sinusformad. Bestäm även maximalt möjlig effekt i R_L .

$$E = 12V \quad R_L = 4\Omega$$

Effektutvecklingen i R och dioderna får försummas.

För transistorerna gäller att $U_{CEmin} = 0V$.

3 p



Formelsamling Elektronik för E2 2015

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

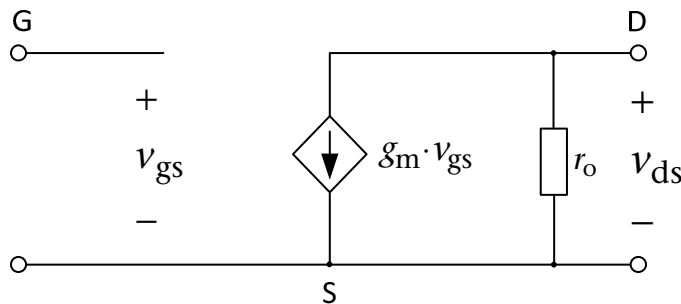
MOS transistor

- Storsignalmodell, $i_G=0$

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

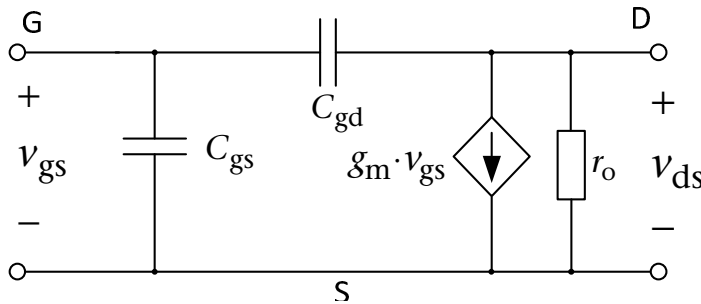
Triodområdet $i_D = k \left[(v_{GS} - V_t)v_{DS} - \frac{1}{2}v_{DS}^2 \right] \quad \text{då} \quad v_{DS} < v_{GS} - V_t$

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

Effekt

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

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

$$P_{\text{medel}} = \frac{\hat{u} \cdot \hat{i}}{2} \cdot \cos \theta \quad \text{För sinushalvperiod} \quad I_{\text{medel}} = \frac{\hat{i}}{\pi}$$