

Tentamen i
ETI 146 Elektronik för E2
den 12 oktober 2018 kl 14.00-18.00

Examinator och lärare: Bo Håkansson 0707-853294

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

Approximationer och förenklingar skall motiveras!

Dina lösningar skall vara sådana att ditt resonemang går att följa!

Lösningarna anslås på kursens hemsida.

Tid för granskning av rättning kommer att anges på kursens hemsida.

Tentamen består av sex uppgifter som vardera ger 3 eller 4 poäng och totalt 21 poäng.

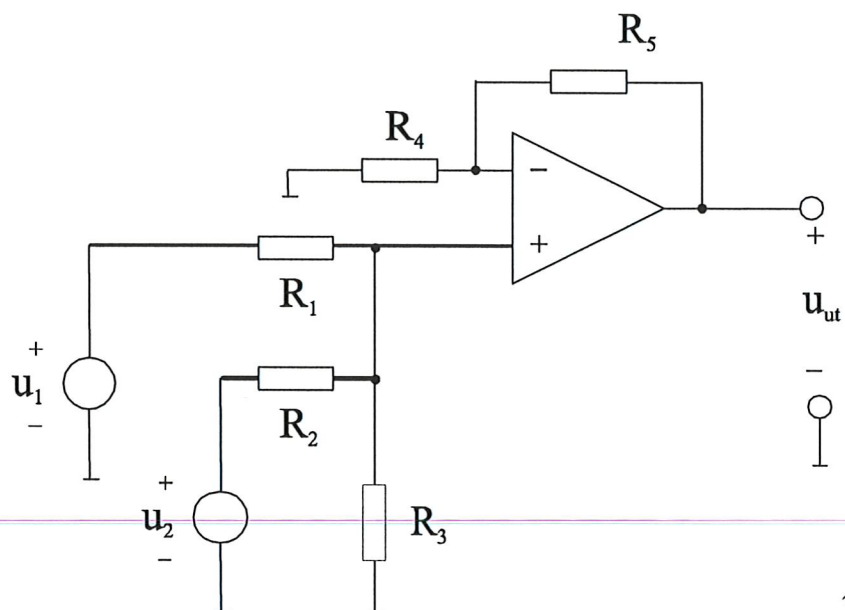
För godkänd tentamen fordras 9.5 poäng inklusive tidigare duggapoäng.

Betygsgränser: 9.5-13.5 p ger 3, 14-17 p ger 4, och 17,5-21 p ger 5.

Tillåtna hjälpmedel: Tabellverket Beta β och samt bifogad formelsamling. Godkänd räknare dvs CASIO FX 82, TEXAS TI30, SHARP EL531.

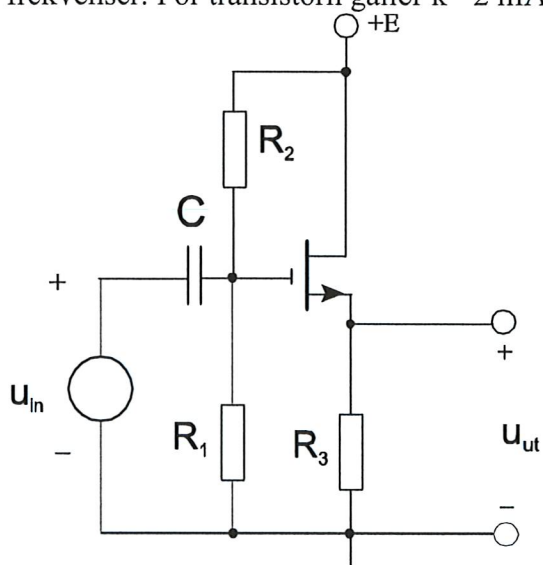
Lycka till!

2. Bestäm u_{ut} som en funktion av u_1 och u_2 . Antag ideal op-amp.
 $R_1=1\text{ k}\Omega$, $R_2=2\text{ k}\Omega$, $R_3=2\text{ k}\Omega$, $R_4=1\text{ k}\Omega$, $R_5=3\text{ k}\Omega$.



3 p

3. Beräkna lämpliga värden på R_1 , R_2 och R_3 så att maximalt utstyringsområde erhålls på utgången samt att arbetspunktsströmmen blir $I_D=4\text{ mA}$. C antages vara avbrott för aktuella frekvenser. För transistoren gäller $k=2\text{ mA/V}^2$, $V_t=1\text{ Volt}$. $E=16\text{ Volt}$.



4 p

1.

a.

Vad bör man ställa för krav på en filterkondensator samt angiv minst ett lämpligt dielektrikum för en sådan kondensator?

0.5 p

b.

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

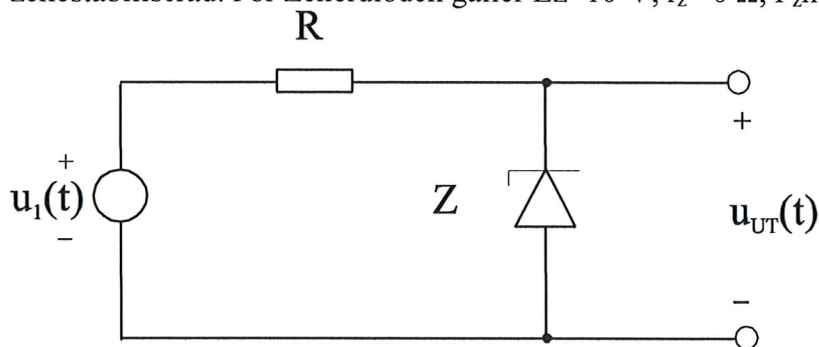
c.

Ange två viktiga tillämpningsområden för spolar/drosslar?

0.5 p

d.

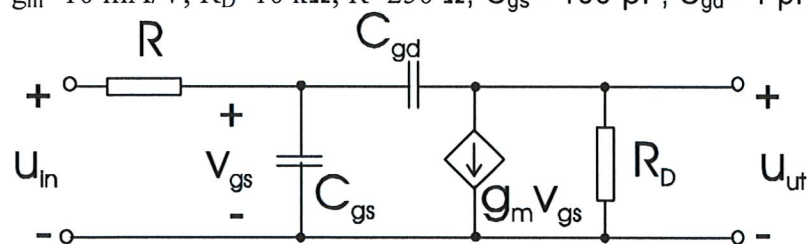
Bestäm inom vilka gränser $u_1(t)$ kan variera förutsatt att utspänningen $u_{UT}(t)$ skall vara zenestabiliserad. För Zenerdioden gäller $E_Z=10\text{ V}$, $r_z=0\ \Omega$, $P_{Z\max}=0.5\text{ Watt}$. $R=100\ \Omega$.



1 p

e.

En transistorförstärkare har nedanstående småsignalschema. Vad blir övre gränsvinkelfrekvensen? $g_m=10\text{ mA/V}$, $R_D=10\text{ k}\Omega$, $R=250\ \Omega$, $C_{gs}=100\text{ pF}$, $C_{gd}=1\text{ pF}$. Använd Millers teorem.



1 p

f.

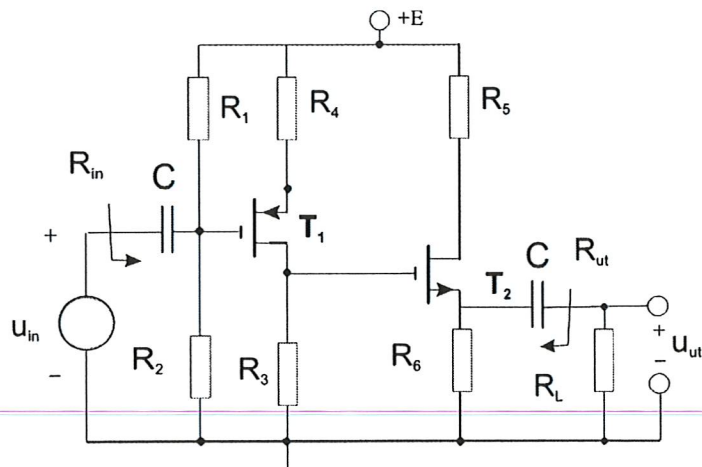
En sinusoscillator har slingförstärkning T enligt nedan. Bestäm A och B så att svängningsfrekvensen blir 1 kHz .

$$T(s) = \frac{A \cdot s}{s^2 + s + B}$$

0.5 p

4.

Beräkna förstärkningen u_{ut}/u_{in} , R_{in} samt R_{ut} för förstärkarsteget nedan. Antag att transistorerna T_1 och T_2 har transkonduktanser g_{m1} respektive g_{m2} . Övriga transistorparametrar försummas. Antag att kopplingskondensatorerna C är kortslutna för aktuella frekvenser.



4 p

5.

I effektsteget (Klass A) enligt figur är kollektorpotentialen utan insignal 13 volt. $R_1 = 2.4 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 200 \Omega$, $R_C = 100 \Omega$, $R_E = 10 \Omega$, $E = 18 \text{ V}$.

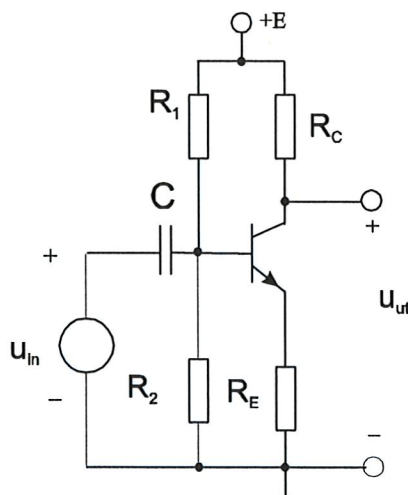
I beräkningarna försumma strömmen genom baskretsen.

Beräkna:

a) Transistorns effektförlust utan insignal.

b) Maximala AC-effekten i R_C antag att signalen är en sinussignal och att transistorn ej får bottna (leder maximalt) eller strypas (leder ej).

c) Transistorns totala effektförlust enligt b)

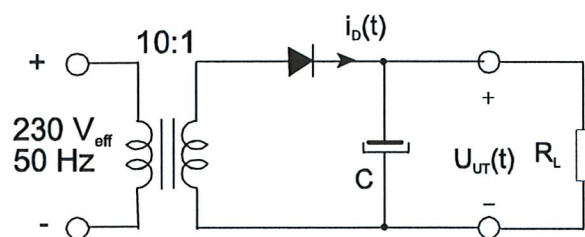


3 p

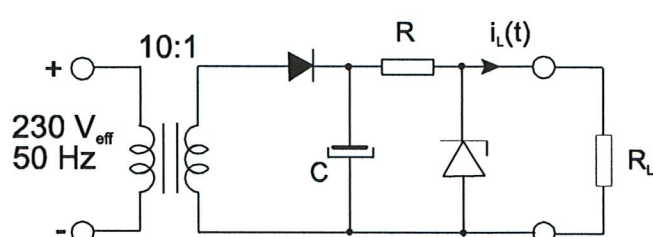
6.

Kretsen nedan beskriver enklaste formerna av spänningsaggregat, utan (figur a) respektive med (figur b) zenerstabilisering. $E_z = 20 \text{ V}$, $r_z = 0 \Omega$. Antag ideal diod. $R_L = 100 \Omega$ och $C = 1500 \mu\text{F}$.

Skissera $u_{UT}(t)$, $i_D(t)$ och $i_L(t)$ för kopplingen i figur a och b. Angiv toppvärden och tidskonstanter där så är möjligt. Antag att zenerdioden i Figur b hela tiden är zenerstabiliserad.



Figur a



Figur b

3 p

Formelsamling för Elektronik E2

2018

Frekvens och tidsegenskaper

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

Övre gränsfrekvens: $\omega_{\text{ö}}$ eller $f_{\text{ö}}$

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

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

Undre gränsfrekvens: ω_{u} eller f_{u}

$$n \text{ st lika poler} \quad f_{\text{uot}} = f_1 / \sqrt{2^{1/n} - 1}$$

- Tidsegenskaper

Stigtid: Bestäms av övre gränsfrekvensen $t_r \cdot f_{\text{ö}} \approx 0.35$

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

$$\frac{1}{\tau_{\text{tot}}} = \omega_1 + \dots + \omega_n$$

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 $V_T = kT/q \approx 25 \text{ mV}$ vid rumstemp.

- Temperaturberoende

$$\text{Backriktning: } I_{s2} = I_{s1} \times 2^{(T_2 - T_1)/10} \quad \text{och framriktning: } \frac{\Delta v_D}{\Delta T} \cong -2 \text{ mV}/^\circ\text{C}$$

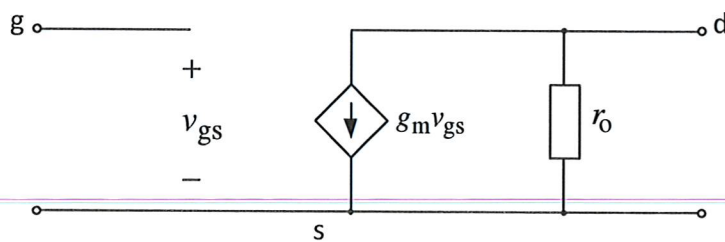
MOS transistor

- Storsignalmodell, $i_G=0$

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

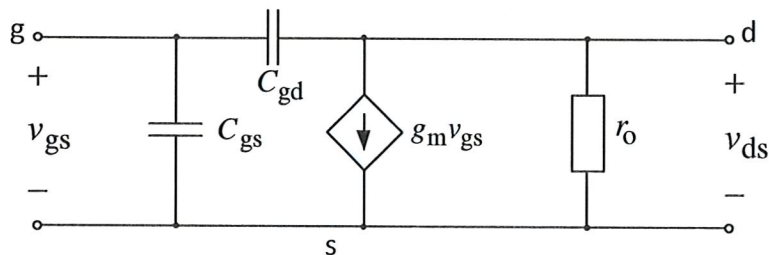
Resistansområdet $i_D = k \left[(v_{GS} - V_t)v_{DS} - \frac{1}{2}v_{DS}^2 \right] \quad \text{då} \quad v_{DS} < v_{GS} - V_t$

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

Bipolär transistor:

- Storsignal: $i_C = \beta \cdot i_B$, $v_{BE} = E_0$ (npn), $-E_0$ (pnp)

Effekt

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

$$P_{medel} = \frac{\hat{u} \cdot \hat{i}}{2} \quad \text{för resistiv last}$$

$$\text{För sinushalvperiod} \quad i_{medel} = \frac{\hat{i}}{\pi}$$